

Aapo Räinen

**VISUALISOINTIOHJELMAT OSANA TIETOMALLIPOHJAISTA
SUUNNITTELUA**

**VISUALISOINTIOHJELMAT OSANA TIETOMALLIPOHJAISTA
SUUNNITELUA**

Aapo Ränä
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Rakennusarkkitehtuurin tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusarkkitehtuuri

Tekijä: Apoo Ränä

Opinnäytetyön nimi: Visualisointiohjelmat osana tietomallipohjaista suunnittelua

Työn ohjaaja: Kimmo Illikainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 67 + 5 liitettä

Arkkitehtonisten suunnitelmien havainnollistamisen keskiössä ovat tietokoneiden avulla renderöidyt esitysmateriaalit, kuten kuvat ja videot. Nykyaikainen arkkitehtisuunnittelu lähtee liikkeelle 3D-mallin luomisella. Siitä saatavaa informaatiota voidaan hyödyntää visualisointikuvien tekemiseen. Kuvat luodaan monesti eri ohjelmistolla kuin varsinainen arkkitehtimalli, joten on tärkeää ymmärtää, miten kyseiset ohjelmistot toimivat ja mitä informaatiota ne hyödyntävät arkkitehtimallista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli esitellä, miten tieto siirtyy arkkitehtimallista visualisointiohjelmiin ja mitkä asiat on etukäteen mallinnettava, jotta niillä saadaan mahdollisimman realistista jälkeä. Lisäksi työssä esiteltiin Suomessa käytössä olevat yleiset tietomallivaatimukset oikeaoppiseen mallintamiseen, minkä jälkeen demonstroitiin yhteensä viiden eri ohjelman avulla, miten tieto kulkee ideasta aina lopulliseen markkinointimateriaaliin saakka. Työssä paneuduttiin myös siihen, miten valitut visualisointiohjelmat eroavat toisistaan ja mitä tuo edellä mainittu markkinointimateriaali on sekä teoriassa että käytännössä.

Työssä esiteltiin samasta arkkitehtimallista luodut kuvat eri ohjelmilla, nostettiin esiin virtuaalitodellisuuden hyödyntämisen mahdollisuudet sekä esitettiin, miten mainosmateriaalia voidaan luoda yhdistämällä useaa renderöityä kuvaa. Sen lisäksi käsiteltiin visualisointiohjelmien asettamia tarpeita tietomallille ja pohdittiin, onko tietomallissa lähtökohtaisesti liikaa informaatiota visualisoinnin tarpeisiin.

Opinnäytetyössä todettiin, että tietomallinnushankkeissa on sovittava hankekohdaisesti, mitä mallinnukselta vaaditaan. Tietomallin tilaajalla on suuri vastuu tilata kattava malli, mikäli visualisointimallia halutaan rakentaa saumattomasti eri suunnittelualojen välisiä malleja yhdistämällä. Yleiset tietomallivaatimukset ja Talo 2000 -nimikkeistö toimivat hyvänä suunnannäyttäjänä visualisoinnin kannalta oikeaoppisen mallin tietosisällölle.

Asiasanat: Tietomalli, havainnollistaminen, visualisointi, Artlantis, Lumion, Twinmotion

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Construction Architecture

Author: Aapo Räinen

Title of thesis: External Visualization Software Within BIM Process

Supervisor: Kimmo Illikainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 67 + 5 appendices

Visualizing architectural designs with rendered pictures and videos is becoming more and more popular as real-time rendering software and current technology is getting more powerful than ever before. Modern building design also known as BIM is started with a creation of a 3D-model that contains information that can be used to create presentation material of a building before it is completed. Said material is often created with a different software than the actual architectural BIM model.

This thesis showcases how information is transferred from architectural BIM model to external visualization software and what must be modeled beforehand to get as realistic result as possible from these software. The thesis also contains information about the Finnish Common BIM Requirements 2012 and how it sets guidelines to be used in building design in construction industry. After that 5 different software is presented to show and tell how a design of a building moves from the mind of the designer all the way to rendered material used in marketing. Thesis also focuses on what that material is and how it is used. This is done both in theory and by using practical examples.

This thesis contains a small comparison between images rendered with three different visualization software using the same architectural model as a reference. The benefits of using virtual reality as a part of design is also presented.

As a conclusion the demands set on the standards of a BIM model varies depending on the project itself. The party who orders the BIM model can determine what do they want from it. If they want a model that is suitable effortlessly to the needs of visualization software such as Artlantis, Lumion or Twinmotion they can simply order such. Common BIM Requirements use Talo 2000 classification system to showcase what is to be modelled during certain phases of a building design process. Those requirements and classification system are a fine guideline to define the needs for a suitable visualization model.

Keywords: BIM, communication, visualization, Artlantis, Lumion, Twinmotion

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 TIETOMALLIN VISUALISOINNIN LÄHTÖKOHDAT	11
2.1 Yleiset tietomallivaatimukset	11
2.1.1 Arkkitehtisuunnittelu	12
2.1.2 Havainnollistaminen	13
2.2 Visualisoinnin taustatiedot	16
3 TIEDONKULKU OHJELMISTOJEN VÄLILLÄ	17
3.1 Arkkitehtiohjelmistot	18
3.1.1 Revit 2019	18
3.1.2 ArchiCAD 22	20
3.2 Visualisointiohjelmistot	22
3.2.1 Lumion 9	22
3.2.2 Twinmotion 2019	25
3.2.3 Artlantis Studio 7	28
3.3 Tiedostomuodot	31
3.4 Dynaaminen linkitys	32
4 VISUALISOINNIN TUOTOKSET	34
4.1 Materiaalit yleisellä tasolla	34
4.1.1 Kuvat	34
4.1.2 Videot ja animaatiot	36
4.1.3 Panoraamat	37
4.1.4 Virtuaalitodellisuus	38
4.2 Käytännön toteutuksia	40
4.2.1 Äljäke roll up -banderolli	41
4.2.2 Virtuaalitodellisuuden demonstraatiot	43
4.2.3 Vertailu samasta kohteesta tehtyjen kuvien kesken	47
4.2.4 Opetusvideot	49

5 VAATIMUKSET TIETOMALLILLE	50
5.1 Hankkeen eri vaiheet	52
5.2 Mallinnuksen tarkkuus visualisoinnin kannalta	52
5.2.1 Riittävä mallinnus	53
5.2.2 Liian suppea mallinnus	53
5.2.3 Turhaa kuormittava mallinnus	55
6 VISUALISOINNIN ONGELMAKOHDAT	56
7 YHTEENVETO	58
LÄHTEET	60
LIITTEET	
Liite 1 Tiedonkulku ideasta jälkikäsiteltyihin lopputuloksiin	
Liite 2 Tiedostomuodot	
Liite 3 Vertailu samasta kohteesta tehtyjen kuvien kesken	
Liite 4 Linkkitaulukko opetusvideot	
Liite 5 Arkkitehtimallien sisältövaatimukset (YTV 2012)	

SANASTO

Arkkitehtimalli	Arkkitehdin tuottama 3D-malli rakennuksesta
BIM	Building Information Model, -Modelling; Rakennuksen tietomalli, -mallinnus
BIMobject	Palvelu, joka sisältää eri valmistajien tietomallipohjaisia tuotteita
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
CPU	Tietokoneen prosessori
GPU	Tietokoneen grafiikkaprosessori, osa näytönohjainta
Export	Vienti
HDRI	High Dynamic Range Image. Kuva, jossa jokaisella pikselillä on oma valotusarvonsa. Käytetään esimerkiksi 3D-malleissa luonnonvaloa esitettäessä.
IFC	Industry Foundation Classes, Kansainvälisesti standardisoitu tiedonsiirtotapa tietomallinnuksessa
Import	Tuonti
Natiivimalli	Sovellusohjelmiston alkuperäisen mallitiedoston tallennusmuoto
Objekti	Mallinnettu esine tai osa

OSM	Open Street Map, avoimen lisenssin kartta-palvelu
PBR	Physically Based Rendering, Fysiikkaperusteinen renderöinti. Menetelmä, jolla tuotetaan grafiikkaa erilaisiin valaistusolosuhteisiin keveämmin kuin perinteisen säteenseurannan avulla
Ray trace	Säteenseuranta, kuvan luominen tietokoneella valonsäteitä jäljittämällä
Renderöinti	Tietokoneohjelmalla kuvan luonti kolmiulotteisesta mallista
Retusointi	(engl. retouching) Kuvan jälkikäsittely, parantelu
Tietomalli	Rakennuksen ominaisuuksien kuvaus digitaalisessa muodossa, mahdollistaa tiedonjakamisen standardisoiduilla tavoilla
Visualisointimalli	Visualisointiohjelmalla tuotettu malli rakennuksesta ja sen ympäristöstä
VR	Virtual Reality, virtuaalitodellisuus
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset, säädöskoelma, jossa kuvataan tietomallinnuksen perusteet, vaatimukset ja käsitteet

1 JOHDANTO

Lähtökohtana tietomallipohjaiselle suunnittelulle on arkkitehtimalli. Siitä saatavaa informaatiota voidaan hyödyntää visualisointikuvien luomiseen. Koska kuvat tehdään usein eri ohjelmilla kuin varsinainen arkkitehtimalli, on tärkeää ymmärtää kyseisten visualisointiohjelmien toiminnan peruseriaatteet. Näin arkkitehtimallia voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla niiden käyttötarpeisiin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja esitellä erillisten visualisointiohjelmien merkitystä osana tietomallipohjaista rakennussuunnittelua. Visualisointiohjelmien tehtävänä on edesauttaa suunnittelijoiden välistä kommunikointia sekä tuottaa edustavaa markkinointimateriaalia kohteista ennen niiden valmistamista. Visualisointia varten on kuitenkin luotava ensin varsinainen rakennuksen ja sen ympäristöä kattava tietomalli, joka tehdään eri suunnittelualojen yhteistyönä useita eri ohjelmia hyödyntäen.

Suomessa on käytössä määräyskokoelma Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV), joka ohjaa oikeaoppisen ja yhtenäisen tietomallin luontiin. Työssä esitetään, mitä kyseiset vaatimukset oikein ovat, ja miten ne ilmentävät tarpeen visualisoinnille. YTV:tä käytetään hyödyksi, kun työssä peilataan juuri visualisointiohjelmien asettamia tarpeita tietomallille, sillä kyseiset ohjelmat käyttävät tietomallia hyödyksi eri tavalla verrattuna tavallisiin tietomallinnusohjelmiin.

Arkkitehtimallin luomiseen voidaan käyttää eri ohjelmia, joista tähän opinnäytetyöhön on otettu esimerkeiksi Autodeskin Revit 2019 sekä Graphisoftin ArchiCAD 22. Visualisointiohjelmiksi on valittu Abventin Artlantis 7 ja Twinmotion 2019 sekä Act-3D B.V.:n Lumion 9.

Työssä tutkitaan, miten tieto siirtyy arkkitehtimallista visualisointisovelluksiin ja mitkä asiat on etukäteen mallinnettava, jotta visualisointiohjelmilla saadaan aikaan mahdollisimman realistinen lopputulos. Sen lisäksi demonstroidaan, miten suunnitteluohjelmien näkökulmasta katsoen ulkopuolisten ohjelmien avulla voidaan havainnollistaa arkkitehtonisia suunnitelmia still-kuvia, 360 asteen panoräämakuvia, videoita sekä virtuaalitodellisuutta hyödyntäen.

Havainnollistamismateriaalit esitellään työssä sekä teorian tasolla että käytännön esimerkkejä hyödyntäen. Teoriatasolla liikuttaessa esitellään, miten suuressa merkityksessä arkkitehtivisualisointia 3D-malleista saatavat renderöintimateriaalit ovat ja miten niitä voidaan hyödyntää osana tietomallipohjaista suunnitteluprosessia.

Tietomallinnuksessa eri suunnittelu- ja visualisointiohjelmat käyttävät osittain eri tiedostomuotoja, mutta niille löytyy myös yhteisiä tiedonsiirtomuotoja. Tietomallinnuksen yleisin tiedostomuoto on .ifc (Industry Foundation Classes), mutta sitä ei käytetä lainkaan visualisoinnin tarpeisiin tässä työssä esiteltävissä ohjelmissa – ainakaan vielä. Sen sijaan käytettävissä on useita eri vaihtoehtoja, joiden peruseriaatteet käydään läpi.

Opinnäytetyön tilaajana toimii ICNB-hanke (Increasing Competence in Northern Building), jossa Oulun ammattikorkeakoulu on mukana. Hankkeen päämääränä on lisätä tietomallinnuksen käyttöä Suomen, Ruotsin ja Norjan pohjoisosissa. Työssä käytettävät esimerkkimallit on mallinnettu osana hanketta.

2 TIETOMALLIN VISUALISOINNIN LÄHTÖKOHDAT

Reaaliaikaisten renderöintisovellusten yleistyessä nykyaikaisen arkkitehtisuunnittelun visualisointi on ottanut seuraavan askeleen eteenpäin. Ohjelmien, kuten Twinmotion ja Lumion, avulla voidaan luoda käyttäjien silmien eteen välittömästi näyttävät 3D-maailmat, joihin perinteiset CAD- ja BIM-sovellukset eivät pysty. (1.)

Edellä mainitut sovellukset eivät kuitenkaan ole perinteisiä mallinnussovelluksia, joten varsinainen suunnittelutyö ja tietomallin data on yhä luotava perinteisin keinoin. Sovellukset puolestaan hyödyntävät sitä, esimerkiksi arkkitehtimallista saatavaa dataa, luodessaan omat ulosantinsa, joten on ensiarvoisen tärkeää, että tietomallipohjainen suunnittelu on yhtä korkealaatuista kuin ulos saatava visualisointimateriaali. Suomessa on valmis ohjekokoelma, Yleiset tietomallivaatimukset, jotka ohjaavat oikeaoppisen tietomallin luomiseen. (1; 2, s. 6.)

Luvussa 5 tutkitaan, kuinka hyvin YTV:n mukaiset määräykset osuvat visualisointisovellusten mallinnukselle asettamiin tarpeisiin. YTV toisaalta mainitsee erillisen, informaation määrältään kevyemmän, visualisointitarkoitukseen käytettävän mallin luomisen mahdollisuudesta hankekohtaisesti, mutta tässä työssä peilataan rakennuksen tietomallia kokonaisuutena. (3, s. 12.)

2.1 Yleiset tietomallivaatimukset

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on BuildingSMART Finlandin 14-osainen julkaisusarja, joka on julkaistu COBIM-hankkeen tulosten pohjalta. Tarve vaatimusten luomiselle johtui rakennusalalla nopeasti yleistyneestä tietomallinnuksesta. Tietomallivaatimusten lähtökohtana ovat olleet tilaajaorganisaatioiden aikaisemmat ohjeet, jotka on yhdistetty yhtenäiseksi kokoelmaksi ohjeistuksia, jotta rakennusalalla käytettävät mallit olisivat yhteistyökykyisiä keskenänsä. (2, s. 2, 6.)

Tietomallinnuksen perusstandardina toimivat IFC-tiedostot. Kaikki vähintään IFC 2x3 -sertifioidut mallinnussovellukset ovat YTV:n mukaan sallittuja julkisten kohteiden mallinnuksessa, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että eri suunnittelualat käyttävät monesti eri sovelluksia omien tietomalliensa luomiseen. IFC-standardi

takaa mallien yhteensopivuuden, sillä mallinnussovelluksilla on omina natiivimalleinaan eri tiedostomuodot, jotka eivät välttämättä ole avattavissa muilla sovelluksilla. (2, s. 6.)

Mallien yhdistämisellä luodaan niin sanottu yhdistelmämalli, joka sisältää rakennuksen kaikki tietomallit. Visualisoinnin ja havainnollistamisen tarkoituksena riippuen yhdistelmämallissa merkittävin kokonaisuus lienee arkkitehtimallin ja talotekniikan mallin yhdistelmä. Sen avulla saadaan yhdistettyä näkyvät sähköosat, joihin kuuluvat esimerkiksi valaisimet ja katkaisimet, jotta voidaan luoda parhaiten todellisuutta vastaava kaikki rakennuksen näkyvät osat sisältävä näkymä renderöintikuvissa. (4, s. 3.)

Yleiset tietomallivaatimukset koostuvat siis 14 osasta, joista osa 3 käsittelee arkkitehtisuunnittelua ja osa 8 havainnollistamista. Niiden lisäksi osa 9, eli Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä, on hyvin lähellä havainnollistamisen aihepiiriä. Myös kuudennessa osassa käsiteltävä laadunvarmistus on tärkeä osa tietomallinnusprojektia, jotta mallien yhteensopivuus ja ristiriidattomuus saadaan parhaiten esiin. (2, s. 5; 3, s. 8; 4, s. 2.)

2.1.1 Arkkitehtisuunnittelu

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa arkkitehdin malli toimii pohjana muille suunnitelmille. Se on myös monien analyysien ja simulointien keskiössä, joten on erittäin tärkeää, että arkkitehtimalli on teknisesti oikein rakennettu. Yleiset tietomallinnusvaatimukset osa 3 – Arkkitehtisuunnittelu määrittää tarkasti vaatimukset mallin sisällölle rakennushankkeen eri vaiheissa. (5, s. 5.)

Mallinnuksen peruseräperiaatteena on se, että käytetään aina oikeaa työkalua oikean osan mallintamiseen. Rakennusosat tulee mallintaa siten, että tiedon kulkiessa eri sovelluksiin sen kaikki ominaisuustiedot säilyvät oikeanlaisina. Ominaisuustietoja ovat esimerkiksi geometria, rakennusosan nimi ja sen tyyppi. Mallinnetut rakennusosat tulee luokitella projektikohtaisesti sovittavan nimikkeistön mukaisesti. (5, s. 5.)

Talo 2000 -nimikkeistö on osa nykyaikaista arkkitehtisuunnittelua, mutta juuri sen käyttämistä ei edellytetä. Nimikkeistö sisältää osakohtaisen luettelon rakennuksen mallinnettavista osista, ja sitä on hyödynnetty arkkitehtimallien sisältövaatimusten luetteloinnissa. (5, s. 5, 22.)

Rakenteiden osalta vastuu jakautuu arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kesken. Rakennesuunnittelijan on määriteltävä kaikki kantavat rakenteet, kun taas arkkitehdillä on vastuu kaikista keveistä rakenteista. YTV:n mukaan rakenteiden sisäisiä komponentteja ei tarvitse aina välttämättä mallintaa, mutta huomauttaa, että se on jo piirustusteknisesti usein kannattavaa. Tämä on ennen kaikkea visualisoidessa erittäin tärkeää, jotta esimerkiksi seinärakenteen eri puolille voidaan tarvittaessa asettaa eri pintamateriaali. (5, s. 7-8.)

Vaikka YTV ohjeistaa, että arkkitehti mallintaa esimerkiksi laatan vain erityistapauksissa tarkkuustasoa 3 käyttäen eli laatan rakenteet erikseen, on varsinkin sen pintalaatta visualisoidessa suotavaa tehdä omanaan. Talo 2000 -nimikkeistössä on varattu oma kategoriansa (132 Tilapinnat) juuri eri rakennusosien pintarakenteita varten. (5, s. 8, 24; 6.)

Huomioitavia vielä visualisoinnin kannalta ovat kiinto- ja irtokalusteet. Ne tulee mallintaa mallinnusohjelmien kalustetyökalulla, ja irtokalusteissa on oltava oma tunnistus, jotta ne voidaan jättää kokonaan pois IFC-tiedostoista. Visualisointiohjelmien kannalta puolestaan irtokalusteet tuovat omaa eloaan malliin, mutta käytötarkoituksesta riippuen on syytä harkita, haluaako kalustuksen tehdä uudestaan visualisointisovellusten omaa, usein näyttävämpää, objektikirjastoa käyttäen. Kiintokalusteet on kannattavaa mallintaa ja tuoda arkkitehtisovelluksesta visualisointimalliin. (5, s. 20; 7.)

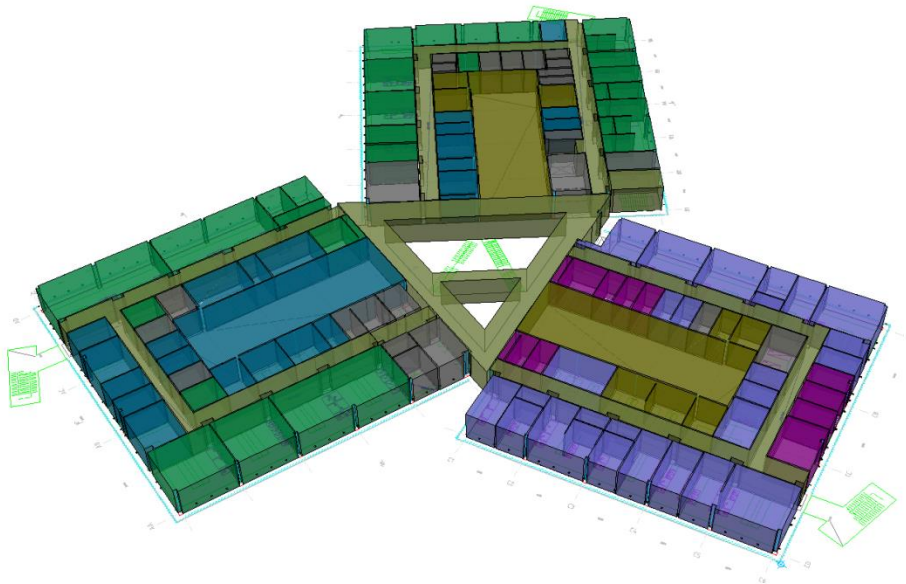
2.1.2 Havainnollistaminen

Yleisten tietomallinnusvaatimusten kahdeksas osa käsittelee havainnollistamista. Tietomallista tehtävä havainnollistaminen voidaan jakaa kahteen pääosaan; valokuvamaisiin visualisointikuviin (kuva 1), joita usein käytetään esimerkiksi suunnitelmien markkinointiin ja niin sanottuun tekniseen havainnollistamiseen. (3, s. 5.)



KUVA 1. Valokuvamainen havainnekuva (3, s. 5)

Teknisellä havainnollistamisella tarkoitetaan enemmän suunnittelijoiden ja hankkeen muun työryhmän väliseen kommunikointiin soveltuvaa materiaalia, joista voidaan nostaa esimerkiksi kolmiulotteinen tilamalli, jossa eri tilojen käyttötarkoituksia on korostettu eri värein (kuva 2). (3, s. 5-7.)



KUVA 2. Kolmiulotteinen tilamalli (3, s. 7)

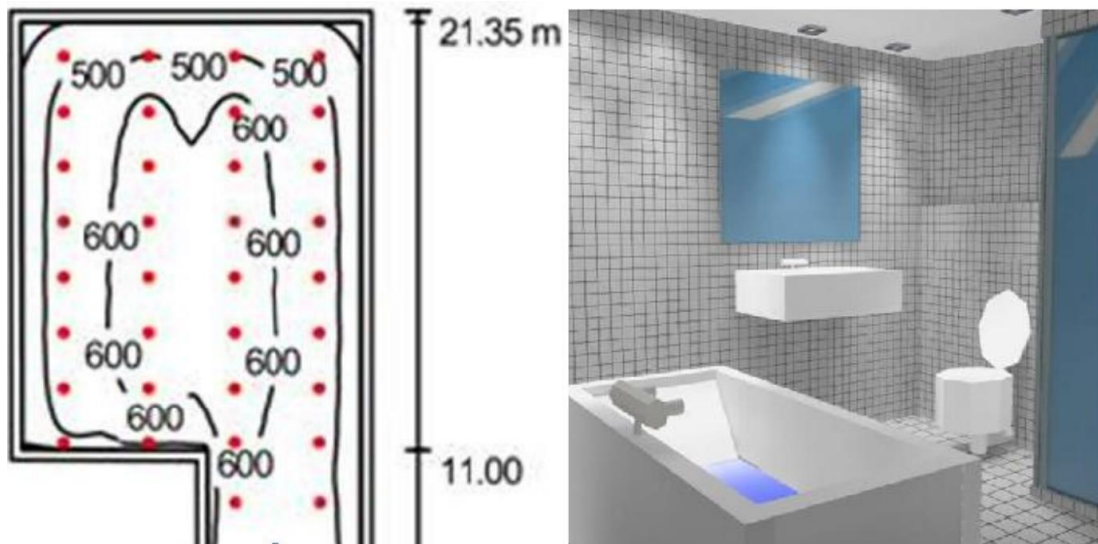
Yleiset tietomallivaatimukset eivät pysty asettamaan mallinnuksen tietosisällölle tarkkoja ohjeita, jotka toimisivat yleisesti kaikkien rakennushankkeiden visualisointitarpeisiin, vaan niistä on aina sovittava hankekohtaisesti. Tietomallin tietojen hyödyntäminen edesauttaa havainnollistamaan suunnitelman keskeiset ominaisuudet laadukkaasti. (3, s. 8.)

Lähtökohtana monialaisen visualisointikuvan luomiseen on kunkin suunnittelu- alan tietomallin oikeaoppinen rakenne. Visualisointikuvat pohjautuvat ensisijaisesti arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan tuottamaan alkuperäismalliin, mutta YTV:n esittämät vaatimuksetkin täyttävät mallit tarvitsevat vielä usein hienosäätöä, jotta niistä saadaan mahdollisimman edustavaa materiaalia. (3, s. 9.)

IFC-standardin mukaiset mallit mahdollistavat eri suunnittelualojen mallien yhdistämisen joko osittain tai kokonaan visualisointimallin pohjaksi. On kuitenkin muistettava se, että tässä opinnäytetyössä käsiteltävät ulkopuoliset renderöintisovellukset eivät tue suoraan IFC-tiedostoja, vaan mallit täytyy ensin yhdistää esimerkiksi arkkitehdin sovelluksessa, josta ne puolestaan tuodaan oikeassa tiedostomuodossa visualisointiohjelmien tarpeisiin. (3, s. 9; 8.)

Visualisointisovelluksissa voidaan tallentaa esimerkiksi valmiit materiaali- ja valaistustiedot mallille, joten mallia voidaan päivittää suunnitteluprosessin edetessä ilman, että pitäisi aloittaa koko visualisointiprosessi alusta. (3, s. 9.)

Valaistustietojen säilyminen edesauttaa myös taloteknisiä analyyseja, joita käsitellään YTV:n yhdeksännessä osassa. Valaistuksen visualisoinnissa hyödynnetään arkkitehdin tekemää mallia kalusteineen, jotta voidaan tutkia alustavasti valaistuksen vaikutuksia ja häikäisyä. Samalla voidaan arvioida talotekniikan päätelaitteiden soveltuvuutta rakennuksen arkkitehtuuriin. Tietomallipohjaisessa valaistussuunnitelmassa tai -laskennassa määritetään arvot jokaisen valaisimen tehoille, joita voidaan puolestaan käyttää visualisointisovellusten valaisimissa. Näin kuvaa renderöidessään sovellus osaa laskea todenmukaiset valotusarvot tilalle, mistä voidaan visuaalisesti todeta niiden toimivuus (kuva 3). (9, s. 10, 12.)



KUVA 3. Esimerkki valaistuskalkennasta ja -visualisoinnista (9, s. 12)

2.2 Visualisoinnin taustatiedot

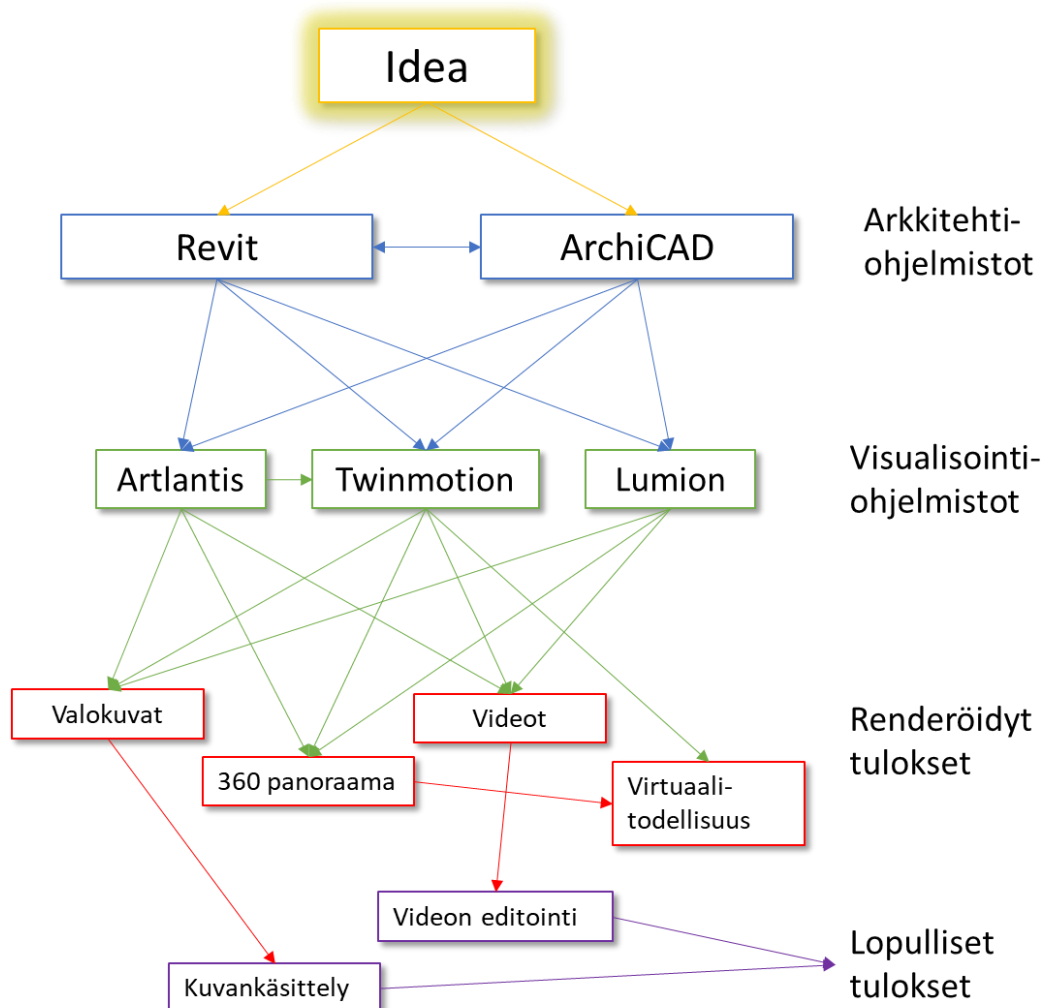
Ulkopuoliset visualisointiohjelmat, kuten Twinmotion, Artlantis ja Lumion toimivat siten, että niihin tuodaan visualisoitava malli, jota aletaan ehostamaan esimerkiksi materiaaleja vaihtaen, valaistusasetuksia hioen ja ympäristöä luoden. Tarkoituksena on luoda visuaalisesti vakuuttavaa materiaalia eri muodoissa. (1.)

Ohjelmistojen välillä on eroja, ja niiden työkalupaletit ovat eroavaisia, mutta pohjimmallaan periaatteena kaikissa on sama; luoda visuaalisesti kaunista jälkeä. Usein näiden ohjelmistojen avulla saatuja lopputuloksia vielä ehostetaan eli retusoidaan jossain kuvankäsittelyohjelmassa. (3, s. 8.)

Vartenotettavia renderöintisovelluksia on monia, mutta tässä opinnäytetyössä keskitytään kolmeen edellä mainittuun, jotta jokaisesta saadaan esitettyä tarpeeksi informaatiota ilman, että työ paisuu liian suureksi. Jaotteluun on tehty jako kahden eri renderöintityylin välille; Lumion ja Twinmotion edustavat reaaliaikaista renderöintiä, kun taas Artlantis nojaa perinteisempään ray tracing -teknologiaan. Huomioitavaa on myös, että esimerkiksi arkkitehtisovelluksilla (Revit ja ArchiCAD) voidaan myös renderöidä kuvamateriaalia ilman ulkopuolisten sovellusten käyttämistä. (1; 10; 72.)

3 TIEDONKULKU OHJELMISTOJEN VÄLILLÄ

Tiedon on kuljettava usean ohjelmiston kautta, mikäli suunnitteluprosessissa halutaan hyödyntää ulkoisia visualisointiohjelmistoja. Kuvassa 4 on esitetty, miten erillisiä visualisointiohjelmistoja hyödyntävä mallinnusprosessi etenee. Kaiken pohjalla on arkkitehtoninen idea, jota lähdetään mallintamaan siihen soveltuvilla arkkitehtiohjelmistoilla. Kuvan nuolet edustavat tiedonkulun suuntaa eri sovellusten välillä, joten huomion arvoista on se, että visualisointisovellukset eivät enää anna takaisin toimivaa dataa muuten kuin visuaalisessa muodossa. Tiedostomuotoja sisältävä versio kuvasta löytyy liitteestä 1. (11; 12.)



KUVA 4. Tiedonkulku ideasta jälkikäsittelyihin lopputuloksiin

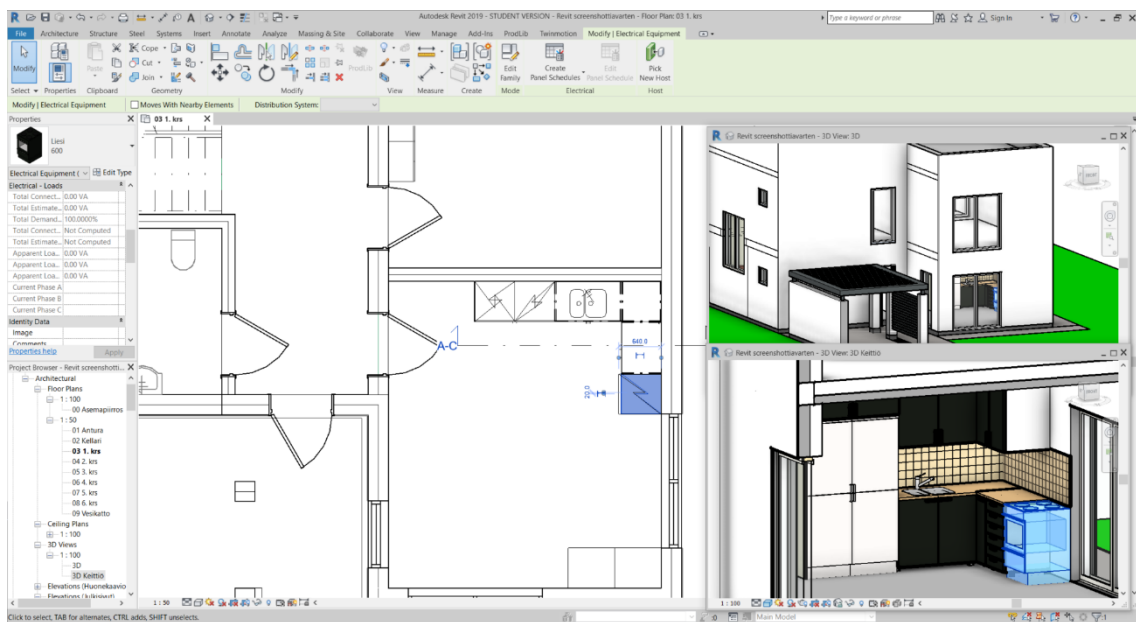
Kaikki tässä opinnäytetyössä käytettävät sovellukset ovat niin sanottujen opiskelijalisenssien alaisia. Niitä ei ole tarkoitettu markkinointikäyttöön. Lisäksi jokainen esiteltävä ohjelma on saanut vuosittain uudemman version. Uudet versiot tuovat usein uusia ominaisuuksia ja korjaavat vanhojen puutteita. Uudet versiot ovat myös usein yhteistyökykyisiä vanhemmilla versioilla tehtyjen mallien kanssa. Uusien versioiden tuleminen ei kuitenkaan tee vanhoista käyttökeltvottomia. (13; 14.)

3.1 Arkkitehtiohjelmistot

Luvuissa 3.1.1 ja 3.1.2 käsitellään, miten kahdella erillisellä, pääsääntöisesti arkkitehdeille suunnatuilla, ohjelmistolla saadaan aikaan YTV:n mukainen ja samalla käyttökelpoinen malli visualisointia varten. Ohje ei kuitenkaan ole varsinainen selostus siitä, mitä käyttäjän tulee milloinkin mallintaa, vaan keskittyminen on enemmän ohjelmistoista ulos vietävän informaation puolella.

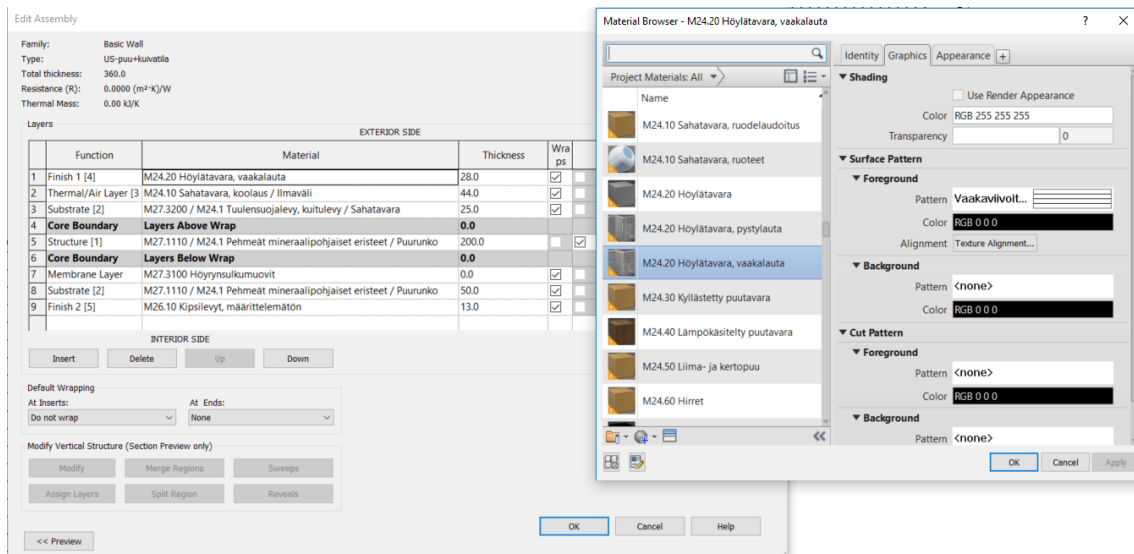
3.1.1 Revit 2019

Revit 2019 on Autodeskin tietomallinnusohjelmisto, jota käytetään suunnittelusovelluksena. Siitä löytyvät työkalut niin arkkitehti- kuin rakennesuunnittelulle. Revitin laaja käyttöliittymä takaa mahdollisuudet sekä perinteiselle kaksiulotteiselle CAD-suunnittelulle että myös 3D-mallien keskiössä olevalle tietomallintamiselle (kuva 5). (15.)



KUVA 5. Kuvankaappaus Revitin käyttöliittymästä

Arkkitehdin työkalujen joukosta löytyvät omat työkalunsa eri rakennusosille. Seinille, laatoille, oville, ikkunoille ja kalusteille tarkoitetuista työkaluista löytyvät kaikille omat toisistaan eroavat ominaisuudet. Visuaalista ilmettä luodessa tärkeimmät ominaisuudet ovat objektien geometria ja pintarakenne. Esimerkiksi seinää luotaessa usein halutaan eri pintamateriaalia eri puolille seinää. Se tapahtuu muuttamalla seinän tyyppiä ja sieltä sen rakennetta lisäämällä sinne eri kerroksia, joita voivat olla esimerkiksi juuri runko ja eri puolien pintamateriaalit (kuva 6). (15.)



KUVA 6. Seinärakenteen ja materiaalien määrittely Revitissä

Joissain tilanteissa voi olla kuitenkin helpompaa mallintaa pintamateriaali täysin omana objektinaan, kuten kuvan 5 oikean alareunan keittiön välitilan laatoituksesta voidaan nähdä. Vaikka se kuuluu todellisuudessa sen takana olevaan seinään, saadaan näin eroteltua kaksi eri pintamateriaalia toisistaan. Ulkoseinissä samaa periaatetta on käytetty peitettäessä ikkunan ylittäviä palkkeja sekä väliettä yläpohjan liitoksia. Kuvassa näkyvä malli on yhdistelmä arkkitehti- ja rakennemalleja, sillä siinä on perinteisten arkkitehtimallin osien lisäksi seinien ja laattojen sisällä rakennemallin osia, jotka on peitetty omalla seinän pintakäsittelyä kuvaavalla pintamateriaaliseinällään.

Kun Revitistä halutaan ottaa ulos visualisointisovellusten käyttötärpeisiin tiedostoja, se tapahtuu 3D-näkymän ollessa aktiivinen. Tällöin mennään File-valikon 'Export'-kohtaan ja valitaan sieltä haluttu tiedostomuoto. 3D-näkymän asetuksia muokkaamalla voidaan säätää, mitä kaikkea vietävään tiedostoon tulee mukaan.

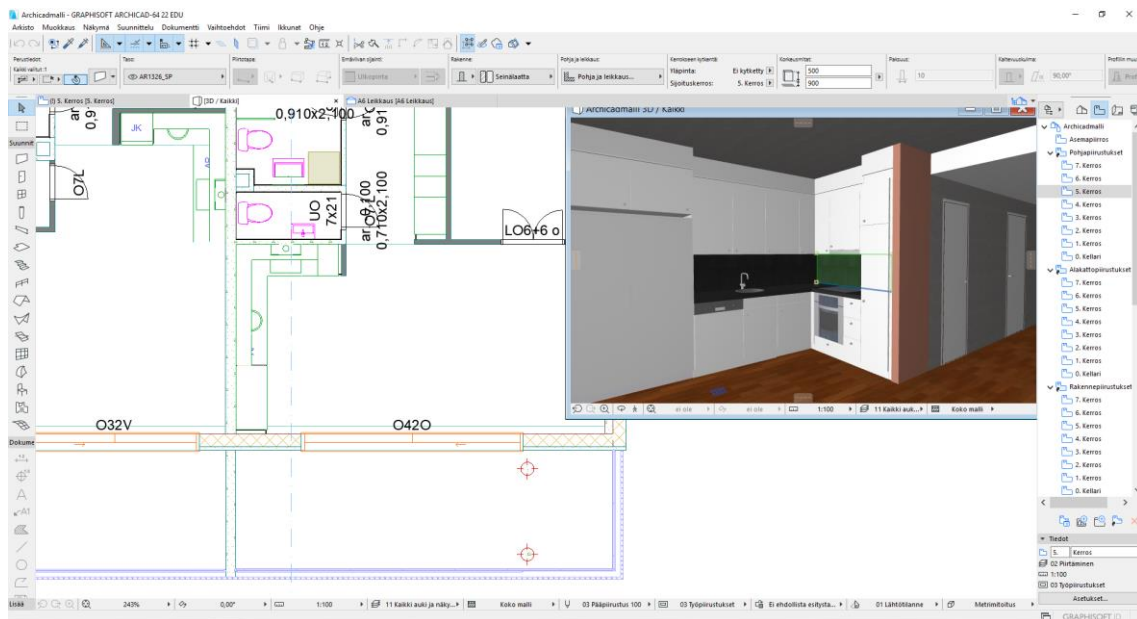
Näkymästä voidaan piilottaa visualisoinnin kannalta ei-toivottuja osia tai sitä voidaan rajata kattamaan vain pientä aluetta, jolloin voidaan varmistaa visualisoitavan mallin keveys. (12.)

Revit-ohjelmistoon on myös saatavilla lisäosia, joiden avulla voidaan suoraan luoda tiedostot visualisointiohjelmien tarpeisiin. Nämä lisäosat mahdollistavat muun muassa suoraan Artilantiksen natiivimallin luomisen, Lumionin tarvitseman Collada-tiedoston luomisen sekä dynaamisen linkityksen Revitin ja Twinmotionin tai Lumionin välille. (16; 17; 18.)

3.1.2 ArchiCAD 22

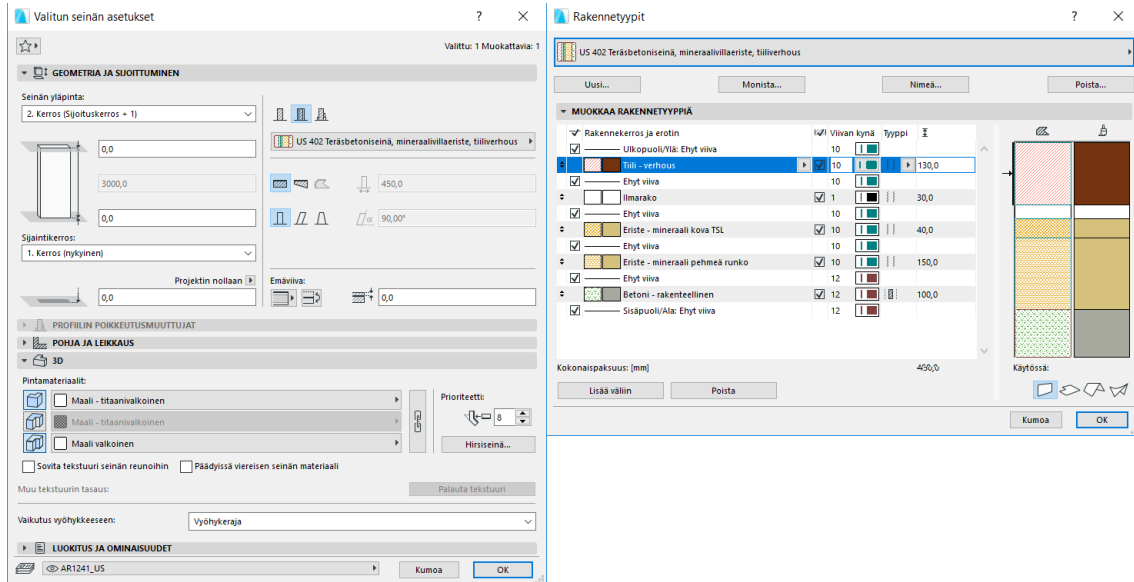
ArchiCAD on Graphisoftin arkkitehtisuunnitteluun keskittyvä ohjelmisto. Se on Suomessa laajimmin käytettävä tietomallinnusohjelma. Laajennusosat mahdollistavat sen käytön myös muiden suunnittelualojen käyttöön. ArchiCADin lokalisoitipalvelut mahdollistavat sen käytön myös suomen kielellä. (19.)

ArchiCAD tarjoaa laajan valikoiman eri mallinnustyökaluja (kuva 7). Peruseriaatteeltaan sovellus on hyvin samankaltainen Revitin kanssa, eli siinäkin luodaan arkkitehtimalli eri työkaluja ja niiden ominaisuuksia hyödyntäen. Asennettavien lisäosien avulla sovellukset myös toimivat yhteistyössä keskenään. (20; 21.)



KUVA 7. Kuvankaappaus ArchiCAD 22:n käyttöliittymästä

ArchiCADissa löytyy työkalut seinärakenteen määrittämiseen samaan tapaan kuin Revitissä, mutta eroavaisuuksiakin ohjelmien välillä löytyy. ArchiCADissa on mahdollista esimerkiksi ohittaa seinärakenteiden eri rakennetyyppien avulla määritellyt pintamateriaalit 3D-näkymissä, jolloin varsinaista rakennetta ei tarvitse visualisointitarkoitukseen mallintaa kerroksittain (kuva 8).



KUVA 8. Seinän rakennetyyppi ja asetukset, ArchiCAD 22

Suomalainen lokalisointi tarjoaa myös kattavan peruskirjaston objekteineen, joihin voidaan tarvittaessa määrittää niiden ominaisuuksia muokkaavia arvoja. Tämä mahdollistaa puolestaan halutut materiaalit ja geometriat esimerkiksi kiintokalusteisiin kuuluvien keittiökaappien ovilehtiin. (20; 22.)

Kuvan 7 oikean yläkulman 3D-näkymästä nähdään, että keittiökalusteiden välitilan pinta on mallinnettu omana seinänään samaan tapaan kuin aiemmassa Revitin esimerkissä. Sen lisäksi kuvasta näkee, että mallissa on tarkasti mallinnettu myös kattojen alaslaskut ja kaikki keittiön kiintokalusteet. Kiintokalusteiden mallintamiseen on käytetty peruskirjaston objekteja.

3D-näkymä on myös ArchiCADissa avain visualisointimallien luontiin. Sen täytyy olla aktiivisena, jotta 3D-grafiikan esittämiseen pohjautuvia FBX-, DAE- ja ATL-tiedostoja voidaan luoda. Erillisiä lisäosia ei tarvitse asentaa edellä mainittujen

tiedostojen luontiin. Mikäli halutaan hyödyntää dynaamista linkitystä Twinmotioniin ja Lumioniin, on kuitenkin asennettava erikseen kummankin ohjelmiston tarvitsema lisäosa. (23; 24; 25.)

3.2 Visualisointiohjelmit

Luvuissa 3.2.1, 3.2.2 ja 3.2.3 käydään läpi kolme eri visualisointitarkoitukseen suunnattua ohjelmaa. Niiden keskeisimmät toimintaperiaatteet ja niiden keskinäisiä eroja esitellään. Reaaliajassa renderöivät Lumion ja Twinmotion tuottavat välittömästi kaunista jälkeä jo mallia työstettäessä, kun taas ray tracing- eli säteenseurantatekniikkaan nojaavalla Artlantisella lähestymiskulma on eri.

Reaaliaikaisella renderöinnillä tarkoitetaan sitä, että sovellus laskee koko ajan kaikki kuvaruudulla näkyvät animaatiot, heijastukset ja varjot generoiden samalla visuaalisesti kaunista jälkeä. Tämä tekniikka vaatii paljon tehoa käytössä olevalta grafiikkaprosessorilta (GPU), joka on osa tietokoneen näytönohjainta, joten se on vasta yleistymässä arkkitehtisuunnittelussa. Tekniikka on kuitenkin monelle tuttu videopelien maailmasta, sillä sitä on hyödynnetty kyseisellä alalla jo vuosikymmenien ajan. (1; 26.)

Artlantis on prosessoripohjainen (CPU) sovellus, joka hyödyntää säteenseurantaa. Se on perinteisempi tapa arkkitehtuurin visualisoinnista, ja samaa tekniikkaa hyödyntäviä sovelluksia on monia. Säteenseurannan graafinen jälki pohjautuu siihen, että siinä seurataan valonlähteistä lähtevien säteiden heijastumista kapaleiden välillä aina linssiin asti. Koska Artlantis ei hyödynnä laskemiseen näytönohjaimen tehoa, se ei pysty mallia työstettäessä reaaliaikaisesti tekemään näytölle visuaalisesti yhtä stimuloivaa jälkeä kuin edellä mainitut Lumion ja Twinmotion. Lopputuloksen kannalta tällä ei ole suurta merkitystä. (1; 27; 72.)

3.2.1 Lumion 9

Lumion on alankomaalaisen Act-3D B.V.:n valmistama ohjelmisto kolmiulotteiseen arkkitehtivisualisointiin. Se on luotu tarkoituksenaan antaa korkealaatuiset visualisointitekniikat tavanomaisten arkkitehti- ja rakennusalanosaajien haltuun. CAD- ja BIM-mallien realistinen ja minuuteissa valmistuva havainnollista-

minen luo uusia mahdollisuuksia kommunikointiin niin asiakkaiden kuin yhteistyökumppaneidenkin kanssa. Se on tällä hetkellä oman alansa suurin visualisointiratkaisujen tarjoaja. (7; 28.)

Visualisointiprosessi Lumionilla alkaa siihen tuotavasta mallista (import). Malli, joka on valmistettu ArchiCADin ja Revitin kaltaisissa 3D-mallinnussovelluksissa, tuodaan mieluiten Lumionille parhaiten sopivana Collada-tiedostona, minkä jälkeen sitä ja sen ympäristöä aletaan työstämään. Malli voidaan tuoda myös dynaamisena linkkinä, jolloin se linkittyy suoraan arkkitehtimalliin. Dynaamista linkitystä käsitellään luvussa 3.4. (25; 29.)

Lumionin käyttöliittymä sisältää muun muassa keskeiset työkalut ympäristön muokkaamiselle, kattavan materiaalipankin, laajan objektikirjaston ja mahdollisuudet ennalta määritettyjen kamerakulmien asettamiselle renderöintituloksia varten. Lumion ei sisällä Twinmotionista löytyvää mallipuuta, joten siihen tuotavaa mallia voidaan ainoastaan täydentää esimerkiksi materiaalien vaihdoilla ja kalusteiden lisäämisellä. Mallista ei voida siis poistaa turhia osia, mutta niiden materiaali voidaan vaihtaa näkymättömäksi. Tämä puolestaan voi aiheuttaa ongelmia, mikäli samaa materiaalia on käytetty useassa objektissa mallin sisällä. On siis ensiarvoisen tärkeää jo arkkitehtimallia työstettäessä tietää, mitä haluaa visualisoinnilla saavuttaa. (25; 29; 30.)

Lumionissa materiaalien korvaaminen tuodusta mallista toimii siis siten, että kerralla vaihdetaan koko yksittäinen materiaali uuteen. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jokainen osa, joka sisältää jotain tiettyä materiaalia, saa sen saman pinnoitteen. Se ei silti tarkoita sitä, etteikö kahta erillistä arkkitehtimallin materiaalia voitaisi korvata yhdellä ja samalla Lumionin materiaalilla. Lumionin kirjasto koostuu yli tuhannesta kustomoitavasta ja ympäristön olosuhteisiin reagoivasta materiaalista. Materiaalipankki sisältää kaiken aina sisä- ja ulkopinnoista luonnonmateriaaleihin saakka (kuva 9). (29; 31.)



KUVA 9. Kuvankaappaus Lumionin materiaalityökalusta

Lumion sisältää myös kattavat Landscape- eli maastonmallinnustyökalut. Siinä on lisäksi sisäänrakennettu linkitys OpenStreetMap-palveluun, jonka avulla malli voidaan upottaa todelliseen karttasijaintiinsa, jolloin sijainnin mukaan malliin ilmestyy mukaan tieverkostoa, vesistöjä sekä ympäröiviä rakennuksia. Rakennukset ilmestyvät valkoisina massamalleina, mutta niiden kokoa voidaan muuttaa ja tarvittaessa niitä voidaan myös poistaa. Ympäröivät rakennukset voidaan myös korvata jokseenkin geneerisillä objekteilla Lumionin valmiista objektikirjastosta, josta on esimerkkinä kuvan 10 taustalla näkyvä harmaa rakennus. Puusto on asetettu malliin sen omalla Nature-työkalulla. Mallissa kuitenkin näkyy selvästi ArchiCADilla mallinnetun ja OSM:llä tuodun tieverkoston ero. (30; 32.)



KUVA 10. Malliin tuotu OpenStreetMap ja erikseen aseteltava kasvillisuus

Variaatiotyökalu mahdollistaa usean eri version arkkitehtimallista tuomisen Lumioniin. Sen avulla voidaan valita, mikä versio tuodusta mallista on aktiivisena. Samaa työkalua voidaan käyttää myös eri materiaalivaihtoehtojen esittämiseen. Tämä mahdollistaa nopeat demonstraatiot eri suunnitteluvaihtoehdoista asiakkaille ilman, että jokaista eri variaatiota varten tulisi rakentaa oma erillinen Lumion-projektinsa. (30.)

Dynaamisesta linkityksestä huolimatta Lumion on silti vain visualisointiohjelma, josta tieto ei kulje takaisin arkkitehtimalliin. Se voi auttaa uusien materiaali- ja kalustamisratkaisujen löytämisessä, mutta mikäli varsinaista BIM-dataa halutaan rakennushankkeessa hyödyntää, on muutokset tehtävä arkkitehdin natiivimalliin erikseen.

3.2.2 Twinmotion 2019

Twinmotion on ranskalaisen Abventin kehittämä 3D-visualisointiin keskittyvä ohjelma. Sen lähtökohtana on kehittää tapaa, jolla arkkitehdit ja suunnittelijat ovat vuorovaikutuksissa malliensa kanssa. Sen työkaluvalikoima kattaa asioita ympäristön mallintamisesta pienten koriste-esineiden asettamiseen. Ohjelman pää-

sääntöinen tehtävä on tarjota esteettisesti kaunista materiaalia kuvien, panoraamojen, videoiden sekä virtuaalitodellisuuden avulla. Se toimii yhteistyössä arkkitehtiohjelmistojen kanssa, jotta molemmista saadaan parhaat puolet irti. (33.)

Twinmotionin käyttö rakentuu siihen tuotavan (import) mallin ympärille. Kaikki Twinmotion-mallissa olevat osat löytyvät luettelona ohjelman käyttöliittymän oikean puolen valikosta. Mallipuusta löytyvät tuodun mallin objektit luettelona, josta niiden näkyvyys voidaan kytkeä päälle ja pois (kuva 11). Myös perinteiset mallintamisen työkalut, kuten skaalaus, liikuttaminen ja kopioiminen ovat käytettävissä sekä ulkoisesta sovelluksesta tuoduille että Twinmotionin omasta objektit kirjastosta malliin lisätyille objekteille. Ne myös mahdollistavat useiden objektien käsittelyn kerralla. (34.)



KUVA 11. Kuvankaappaus Twinmotionin käyttöliittymästä

Twinmotionin sisäinen kirjasto sisältää työkalut muun muassa materiaalien kustomoimiselle, objektien lisäämiselle sekä ulko- että sisätiloihin, maaston mallinnukselle, kasvillisuudelle, henkilöhahmoille ja valaistukselle. Kuvassa 11 nähdään aktiivisena materiaalivalinta keittiön kaapeille. Twinmotionin materiaalit edustavat niin sanottua PBR-tyyliä, eli ne reagoivat ympäristön sää- ja valaistusolosuhteisiin. (34; 35.)

Twinmotionissa materiaalien vaihtaminen tapahtuu joko yksittäin tai kerralla koko mallissa olevien keskenänsä samannimisten materiaalipintojen korvaamisella. Tämä mahdollistaa jouhevasti eri väri- ja materiaalivaihtoehtojen kokeilua jo hyvin varhaisessa luonnosvaiheessa. Kuvan 11 esimerkkitilanteessa voitaisiin vaihtaa joko yksittäisen kaapin tai koko kaappikokonaisuuden materiaaleja kerralla. Myös keittiökaluksien väliin jäävän välitilan eri seiniin koskevien laattapintojen väri- ja materiaalivaihtoehtojen vaikutusta voitaisiin tarkastella erillisinä pintoina. (34.)

Twinmotion sisältää Lumionin kaltaisen OSM-työkalun, joskin se on nimetty Context-nimellä. Se ei ole yhtä kattava kuin Lumionissa. Eroavaisuuksia löytyy esimerkiksi siinä, että Lumionissa pyörätiet tulevat autoteiden mukaan. Myös vesistöjä jäävät haaveeksi Twinmotionin karttapalvelua käytettäessä. Ne tosin voidaan mallintaa mukaan itse luomalla malliin ensin erillisen maaston (Landscape) ja kai-vertamalla sitä Sculpt-työkalulla, jonka jälkeen asetetaan meriefekti (Ocean) haluttuun korkoon. (36.)

Nimensä jälkimmäisen osan mukaisesti Twinmotion tarjoaa mahdollisuudet myös animaatioille. Sen avulla voidaan esimerkiksi luoda videoita, joissa on mukana alati liikkeessä olevaa auto- ja kevytliikennettä, kun samaan aikaan taustalla sääolosuhteet ja vuorokaudenaika vaihtuvat. Kuvassa 12 nähdään Path-työkalulla tehdyt reitit jalankulku-, pyöräily- ja autoliikenteelle. (36.)



KUVA 12. Twinmotionin animoitu Path-työkalu

Phasing-toiminto mahdollistaa myös rakennuksen rakentumisen demonstroimisen. Siinä annetaan jokaiselle rakennusosalle oma ajoituksensa, jonka avulla voidaan määrittää järjestys, jossa rakennus ja siihen liittyvä muu infrastruktuuri, kuten istutukset, heräävät eloon. (36.)

Twinmotion 2019 v2 -versio ohjelmasta sisältää sisäänrakennetun linkin BIMObject-palveluun, joka mahdollistaa suoraan kalustevalmistajien luomien BIM-objektien lisäämisen malliin ilman, että ne pitäisi ensin lisätä arkkitehtiohjelman natiivimalliin ja sitä myötä tuoda uudelleen Twinmotioniin. Tämä mahdollistaa esimerkiksi mallin kalustussuunnittelun esteettisesti vakuuttavammassa ohjelmassa. (37.)

BIMObjectin kautta avautuva laaja todellisten tuotteiden kirjo yhdessä Twinmotionin oman kirjaston perusmuotojen (pallot, ympyrät, kartiot, suorakulmiot ja kuutiot) mahdollistavat myös teknisesti katsoen puutteellisen arkkitehtimallin hyödyntämisen. Niiden avulla voidaan peittää pieniä mallinnusvirheitä, mutta suurien kokonaisuuksien mallintamiseen ne ovat vielä köykäisiä. (34.)

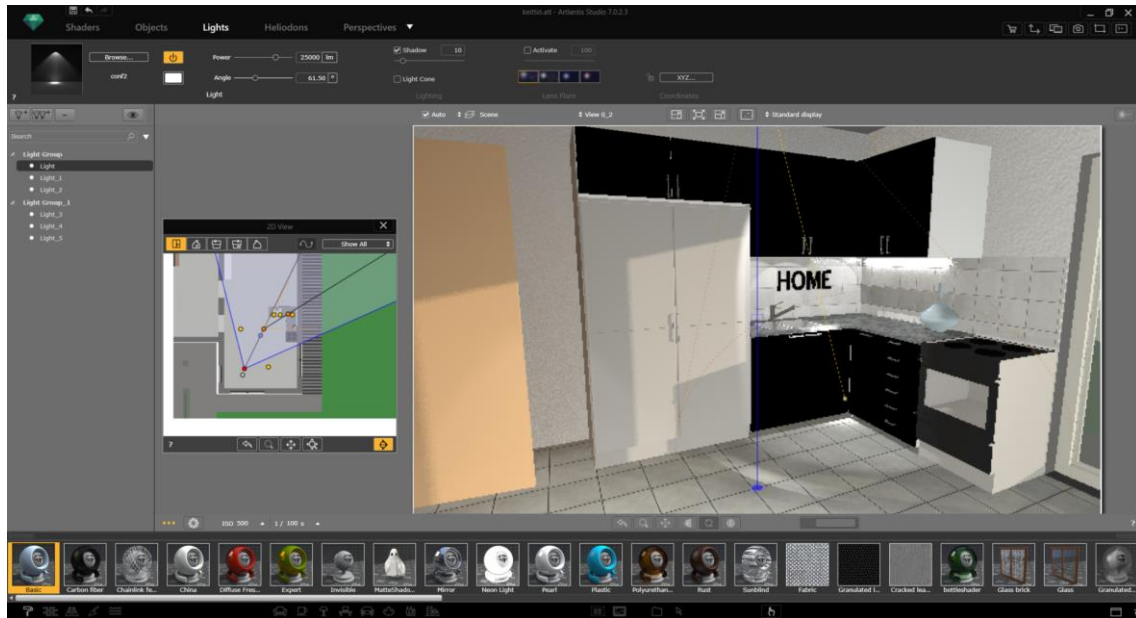
Valitettavasti tieto ei kuitenkaan kulje Twinmotionista takaisin varsinaiseen arkkitehdin natiivimalliin, joten kaikki muutokset esimerkiksi BIMObjectin tuotteiden osalta täytyy vielä käydä tekemässä arkkitehdin mallinnusohjelmassa uudelleen, mikäli visualisoidessa tehdyt muutokset ovat luoneet tarpeen koko tietomallin päivittämiseksi. Sama koskee myös materiaalimuutoksia ja ympäristön mallintamista.

3.2.3 Artlantis Studio 7

Artlantis on niin ikään Abventin 3D-renderöintiohjelma, jolla voidaan herättää siihen tuotu tietomalli uuteen loistoon uusien pintamateriaalien ja korkealaatuisen valaistuslaskennan avulla. Se on itsenäinen ohjelma, mutta siitä löytyy myös linkitys Abventin toiseen ohjelmaan – Twinmotioniin. Artlantis on yhteensopiva suosituimpien CAD- ja BIM-mallinnusohjelmien kanssa. (38.)

Artlantis eroaa keskeisesti kahdesta aiemmin esitellystä visualisointiohjelmasta siten, että sen näyttöpäätteelle tarjoama työskentelynäkymä ei pyöritä koko aikaa graafisesti yhtä näyttävää jälkeä kuin Lumion ja Twinmotion (kuva 13). Ohjelmien

keskeisimmät peruseriaatteet ovat kuitenkin samat: tuodaan ulkoinen malli, josta tehdään sitä optimoimalla eri työkaluin mahdollisimman myyvää markkinoitumateriaalia. (38; 39, s. 113.)

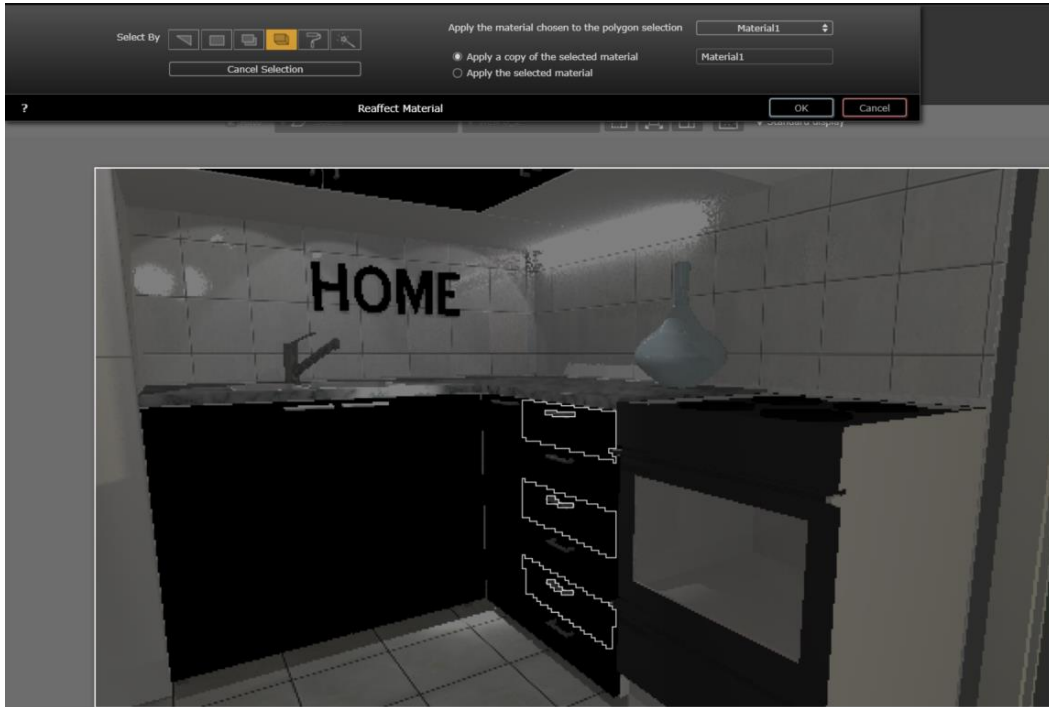


KUVA 13. Kuvankaappaus Artlantiksen käyttöliittymästä

Artlantiksella työskentely onnistuu samanaikaisesti 2D- ja 3D-näkymissä. Kaksiulotteisia näkymiä käytettäessä mallin näkymäasetuksia voidaan rajata kulkemaan kamerasijainnin mukaan. Tämä mahdollistaa seinäprojektoiden käytöt, sillä 2D-näkymiä on tarjolla jokaiselta mallin sivulta sekä ylhäältä päin. Kaksiulotteiset näkymät mahdollistavat tarkan objektien ja valaisimien asetteluun haluttuun sijaintiin. Kuvassa 13 vasemmanpuoleinen näkymä on suoraan ylhäältä päin. (39, s. 37.)

Ohjelmasta löytyy työkalut materiaalien vaihtamiselle, objektien asettamiselle, valaistukselle sekä usean kamerakulman asettamiselle perspektiivikuvia varten. Materiaalityökalua käytettäessä voidaan nähdä kaikki ulkoisen mallin mukana tulleet tekstuurit Twinmotionin kaltaisesta mallipuusta avulla. Materiaaleja asetettaessa voidaan korvata olemassa olevat materiaalinpinnat uusilla paremmin muokattavilla tekstuureilla. Sen lisäksi älykäs materiaalinpilkkomistyökalu mahdollistaa näennäisesti yhdestä materiaalista koostuvien objektien pintojen pilkkomisen useaksi eri osaksi, joista jokaiselle voidaan asettaa tarvittaessa eri materiaali-

pinta (kuva 14). Käytännössä tämä mahdollistaa materiaaliensa puolesta puutteellisemmän arkkitehtimallin hyödyntämisen eri väri vaihtoehtoja tutkittaessa. (39, s. 204-205.)



KUVA 14. Materiaalinvalintatyökalu

Artlantiksen objektien käsittelyyn löytyy samankaltainen työkalu kuin materiaalien pilkkomiseen. Sen toiminta perustuu samaan toimintaperiaatteeseen kuin edellä mainittu, eli valitaan haluttu geometria jostain valmiista visualisointimallissa olevasta objektista, josta luodaan puolestaan uusi itsenäinen objekti. Tämä puolestaan mahdollistaisi esimerkiksi kuvan 14 tilanteessa valittujen laatikkojen siirtämisen eri sijaintiin. Käytännössä nämä kaksi työkalua mahdollistavat pienten mallinnusvirheiden paikkaamisen ilman arkkitehtimalliin puuttumista. (39, s. 226.)

Aiemmin esiteltyjen ohjelmien tapaan Artlantis on vain ja ainoastaan visualisointitarkoitukseen luotu ohjelma. BIM-tieto ei kulje takaisin arkkitehtimalliin. Sen lisäksi Artlantiksessa ei ole dynaamista linkitystä arkkitehtiohjelmiin, mikä tarkoittaa sitä, että muutostöitä tehtäessä arkkitehtimallista on tallennettava manuaalisesti Artlantikseen tuotu tiedosto uudestaan ja tämä tiedosto pitää käydä vielä Artlantiksessa päivittämässä ajan tasalle. Artlantiksessa tehdyt muutokset malliin säilyvät, eli visualisointityötä ei kuitenkaan tarvitse aloittaa alusta. (40.)

Artlantiksen ja Twinmotionin välinen linkitys toimii puolestaan siten, että Artlantiksella pystyy tallentamaan tiedostomuodossa, jonka voi avata Twinmotionissa. Mallin työstämistä voidaan jatkaa Twinmotionissa, mutta siinä tehtävät muutokset eivät puolestaan heijastu enää Artlantikseen takaisin. Artlantis toimii kyseisessä tilanteessa ikään kuin arkkitehtiohjelmat itsensä kanssa, eli sillä voidaan työstää mallia ja kyseiset muutokset näkyvät tallennuksen jälkeen Twinmotionissa, mutta tiedolla on vain yksi suunta, joka on poispäin Artlantiksesta. Molemmista ohjelmista löytyy linkitys Twinlinker-palveluun, joka mahdollistaa virtuaaliset visiitit mallin renderöityihin tuotoksiin esimerkiksi verkkoselaimen kautta. Aihetta käsitellään lisää luvussa 4.1.3. (40.)

3.3 Tiedostomuodot

Liitteessä 2 on esitetty taulukkomuodossa keskeisimmät tiedostomuodot, joita käytetään tiedonsiirrossa eri ohjelmien välillä arkkitehtimallia visualisoidessa. Tiedostot voidaan jakaa kolmeen pääkategoriaan: Ohjelmien omat natiivimallit, CAD-pohjaiset kaksiulotteiset tiedostot sekä 3D-vektorigrafiikkaan pohjautuvat tiedostot.

Natiivimallilla tarkoitetaan tässä yhteydessä ohjelmien omaa tallennustiedostomuotoa. Pääsääntönä tiedonkulussa on se, että natiivitiedoston voi avata tai tallentaa vain kyseisellä ohjelmistolla. Poikkeuksena esitellyistä sovelluksista löytyy kuitenkin Artlantis, jonka natiivimallin tiedostomuotoa (.atl) voidaan tallentaa Revitillä ja ArchiCAD:lla. Ohjelmistosta riippuen malli voidaan joutua tallentamaan erikseen arkistomuotoon, mikäli malli halutaan avata toisella työpisteellä. Tällöin tiedostoon pakataan mukaan työskenneltäessä hyödynnettyjä kirjaston osia. (17; 41.)

CAD-tiedostoilla tarkoitetaan yleensä kaksiulotteisia viivapiirustustiedostoja. Tiedostomuodot pohjautuvat alun perin AutoCAD-ohjelmaa varten luotuun DWG-tiedostomuotoon. Uusimmat versiot näistä sisältävät kuitenkin myös kolmannen ulottuvuuden eli z-akselin dataa. Taulukosta löytyvien DWG- ja DXF-tiedostojen ero on niiden rakenteessa. DWG-tiedosto on binääripohjainen, kun taas DXF on tekstipohjainen. Jälkimmäinen tiedostomuoto on luotu helpottamaan tiedonsiirtoa toisiin ohjelmistoihin. (42; 43.)

3D-tiedostomuodot pohjautuvat siihen, että niissä on yksi tai useampi objekti, joilla on geometria, sijainti, tekstuuri ja muuta attribuuttidataa. Tiedostot voivat sisältää myös animaatioita. Käytännössä natiivimallientiedostomuodot ovat myös 3D-pohjaisia, ja esimerkiksi liitteen 2 taulukosta löytyvä SKP-tiedosto on myös oman ohjelmansa natiivimalli (SketchUp). Erot eri tiedostomuotojen välillä liittyvät niiden sisäisiin rakenteisiin sekä siihen, mitä informaatiota ne voivat sisältää. Esitellyistä tiedostoista esimerkiksi DWF-tiedostot ovat binääripohjaisia, kun taas Collada-tiedostot ovat XML-pohjaisia. Eri ohjelmat lukevat ja tallentavat näitä tiedostomuotoja eri tavoin, mikä voi johtaa siihen, että informaatiota katoaa. Sen lisäksi kaikki ohjelmat eivät pysty aukaisemaan kaikkia eri tiedostomuotoja. (44; 45.)

3.4 Dynaaminen linkitys

Reaaliaikainen linkki arkkitehti- ja visualisointiohjelmistojen välillä on suuri apu suunnittelijoiden käyttöön. He voivat tehdä muutoksensa usein askeettisiin BIM-grafiikkoihin nojaavissa arkkitehtiohjelmassa ja nähdä samoin tein muutosten vaikutukset teräväpiirtona toisessa näytössä auki olevassa visualisointiohjelmassa. Tämä nopeuttaa työnkulkua ja vähentää datan katoamisen vaaraa erillisiä tiedostoja tehdessä. Dynaamisen linkityksen merkitys korostuu varsinkin, jos halutaan tarkastella jokaisen pienen muutoksen vaikutusta rakennuksen ilmeeseen. (45; 46.)

Linkityksen luomiseen ohjelmien välille täytyy arkkitehtiohjelmistoihin asentaa erilliset Abventin ja Act-3D B.V.:n tarjoamat lisäosat. Lisäosat mahdollistavat myös tarpeisiinsa optimoitujen perinteisempien 3D-tiedostojen luomiset ilman reaaliaikaisen tiedonsiirron ominaisuuksia. Tätä hyödynnetään usein silloin, kun visualisoinnit tehdään eri tietokoneella kuin arkkitehtimalli. Optimoituja malleja hyödyntämällä on mahdollista korvata automaattisesti esimerkiksi geneeriset arkkitehtimallin puut ja pintamateriaalit visualisointiohjelmien omilla vastikkeilla niille. (16; 18; 24; 25; 45; 46.)

Twinmotionissa tästä käytetään termiä ”Dynamic Link” ja Lumionissa ”LiveSync”. Niiden toimintaperiaatteissa on se ero, että Lumionissa mallit ovat todellakin

synkronoitu keskenänsä, jolloin arkkitehtiohjelmissa tehtävät muutokset tapahtuvat Lumionissa samanaikaisesti. Twinmotionin linkitystä käytettäessä malli pitää erikseen vielä päivittää, jotta muutokset ilmestyvät Twinmotionin ruudulle. Tämä toisaalta on vain yhden klikkauksen päässä arkkitehtiohjelmassa, joten suurta työsarkaa se ei käyttäjälleen aiheuta. (16; 18; 24; 25.)

Jouheva tiedonkulku ohjelmien välillä mahdollistaa arkkitehtimallin visualisoinnin jo hyvin varhaisessa vaiheessa suunnittelutyötä. Arkkitehtoninen suunnitteluprosessi pyörii hyvin paljon konseptien ja siitä saatavan palautteen ympärillä. Jo varhaisessa vaiheessa tuotetut korkealaatuiset kuvat ja muut esitysmateriaalit edesauttavat palautteenantoa. Ne myös auttavat suunnittelijaa itse löytämään mallinuksensa virheitä ja korjaamaan niitä välittömästi. (26; 29; 46.)

4 VISUALISOINNIN TUOTOKSET

Visualisointiohjelmien tärkein tehtävä on tuottaa näyttävää materiaalia. Eri ohjelmilla saadaan aikaan eri näköisiä lopputuloksia samasta mallista. Ohjelmien välillä on myös eroja siinä, mitä ja miten sillä voidaan tehdä materiaalia. (Liite 1.)

4.1 Materiaalit yleisellä tasolla

Internetin käytön yleistymisen markkinoinnissa ja teknologian raju kehitys viime vuosina ovat muodostaneet tarpeen perinteisten paperikuvien lisäksi myös innovatiivisempien markkinointimateriaalien luomiselle. Niitä ovat muun muassa videot, panoraamakuvat sekä virtuaalitodellisuus. (50; 59.)

4.1.1 Kuvat

Kuvilla tarkoitetaan tässä asianyhteydessä visualisointisovelluksilla renderöityjä still-kuvia. Renderöityjen kuvien käyttö on hyvin yleistä uudiskohteiden markkinoinnissa. Niiden avulla pystytään luomaan asiakkaille mielikuvia kohteista, joita on pelkkien perinteisten pohjakuvien ja materiaaliluetteloiden avulla vaikea hahmottaa. Renderöidyillä kuvilla on uudiskohteita markkinoidessa pitkä käyttöikä, sillä ennen kohteen valmistumista markkinoijilla ei ole yksinkertaisesti mahdollista tarjota asiakkaille todellisia valokuvia. (47.)

Hyvin tehdyt renderöidyt havainnekuvat 3D-malleista ovat lähes fotorealistisia (kuva 15). Mallit voidaan kalustaa todellisia kalusteita vastaavilla objekteilla, ja ympäristön valonsäteisiin reagoivat tekstuuripinnat välittävät todentuntuisia näkymiä katsojan verkkokalvoille. Markkinointiin tehtyjen kuvien tarkoituksena onkin usein olla asiakkaiden tunteita stimuloivia mahdollisimman viehättäviä kokonaisuuksia. (47.)



KUVA 15. Fotorealismiin pyrkivä Lumionilla renderöity havainnekuva (49)

Renderöidyt kuvat voivat kuitenkin luoda illuusioita liiankin idyllisestä tilanteesta, joten niihin voidaan lisätä kuvan tarkoitusperästä riippuen eri tehosteiden avulla todellisen maailman epätäydellisyyksiä. Esimerkkejä näistä voivat olla muun muassa naarmut metalli-, halkeamat puu- ja sormenjäljet lasipinnoissa. Tehosteita voidaan lisätä kuvaan renderöintiin käytettävästä ohjelmistosta riippuen joko jo mallinnusvaiheessa, kuvan renderöintiasetuksia valittaessa tai jälkikäsittelemällä kuvaa renderöinnin jälkeen erillisillä kuvanmuokkausohjelmilla. (48; 49.)

Aina kuvissa ei kuitenkaan pyritä fotorealismiin. Kuvia voidaan käyttää myös kattavien mielikuvien luontiin lisäämällä niihin tehosteita, jotka poikkeavat todellisen maailman tilanteista. Tällaisilla kuvilla halutaan korostaa rakennuksesta tai sen osasta aiheutuvaa mielikuvaa ihmisille ilman realismin kahleita. Usein tämän kaltaiset muutokset tehdään renderöityihin kuviin retusoinnin avulla, mutta visualisointisovellusten tarjoamat eri esivaihtoehdot taiteellisine tehosteineen ovat mahdollisia niin Lumionilla kuin Twinmotionilla. Käytettäessä Lumionia renderöintiin on mahdollista lisätä kuviin esimerkiksi vesiväritehosteet, jolloin kuva näyttää enemmän vesiväripiirrokselta kuin perinteiseltä valokuvalta. Lumionissa ja Twinmotionissa on myös mahdollista muokata kuvan värikylläisyyttä ja viivapaksuuksia, jolloin kuvan ulkoasu muuttuu enemmän luonnospiirroksenomaiseksi (kuva 16). Näitä tehosteita käytetään ennen kaikkea silloin, kun rakennus on vielä luonnosvaiheessa. (34; 48; 49.)



KUVA 16. Taiteellisesti tehostettu renderöintitulok Lumionilla (49)

Kuvien renderöinti tapahtuu jokaisella sovelluksella saman periaatteen mukaan: valitaan mallista haluttu kuvakulma, muokataan näkymän asetuksia ja tehosteita ja renderöidään kuva. Se, mitä tehosteita sovellukset tarjoavat esiasetuksina, on suurin ero kuvia luotaessa. Myös kuvan renderöintiaika riippuu käytettävästä ohjelmasta ja tietokoneesta. (36; 39, s. 128; 49.)

4.1.2 Videot ja animaatiot

Videon merkitystä arkkitehtuurin markkinoinnissa ei voida aliarvioida. Perinteinen still-kuva kykenee kertomaan vain rajallisen määrän informaatiota, jolloin videoiden hyödyntäminen kokonaisuuden havainnollistamisessa on huomattavasti informatiivisempaa. Videoissa voidaan myös hyödyntää still-kuvia, mikäli niissä halutaan pysähtyä hetkeksi kuvaamaan jotain tiettyä asiaa. Sen lisäksi eri tavoin toteutetut animaatiot videoissa lisäävät niiden käyttöarvoa. Esimerkkeinä niistä voidaan nostaa esiin informaation lisääminen eri tehosteita, kuten tekstejä ja kuvajia, hyödyntämällä tai ympäristössä tapahtuvan elämän havainnollistamista liikenteen, säätilan ja vuorokaudenajan vaihtumisen avulla. (50; 51.)

Videot noudattavat hyvin paljon samoja lainalaisuuksia kuin perinteiset kuvat. Realistinen tai taiteellisesti tehostettu näkökanta ovat molemmat mahdollisia videoiden maailmassa. Videot eivät toisaalta sido käyttämään vain toista näistä vaihtoehtoista, vaan kaikki on kiinni materiaalin tuottamisen tarkoituksesta.

Kuvien tapaan myös videoita muokataan usein renderöinnin jälkeen erillisissä muokkausohjelmissa, joissa niihin lisätään esimerkiksi ääniraitoja ja muita tehosteita. (53.)

Videoiden renderöinti ja mallin animointi onnistuu kaikilla kolmella esiteltyllä visualisointiohjelmalla. Mallin elävöittäminen ja kameran liikkuminen eri sijainteihin on mahdollista tehdä kaikilla niillä, mutta sovellusten erot ilmenevät parhaiten siinä, minkälaisia videoita ja mitä tehosteita niihin voidaan laittaa. (39; 52; 53; 54.)

Artlantiuksen video- ja animaatioeditori on huomattavasti suppeampi kuin Lumionilla ja Twinmotionilla. Se johtuu siitä, että Artlantis ei ole reaaliajassa renderöivä ohjelmisto, mikä heijastuu ennen kaikkea juuri animaatioita ja videoita tehtäessä. Artlantiuksella voidaan kuitenkin tehdä animaatiota ja videoita, joissa kamerakulma, objektit ja valot ovat liikkeessä. (39, s. 118-124.)

Lumion ja Twinmotion ovat molemmat hyvin samankaltaisia videoita tehtäessä, mutta niilläkin on eroja. Lumionissa on videoita luotaessa käytössä kaikki samat taiteelliset tehosteet kuin valokuvien kamera-asetuksia valittaessa, kun taas Twinmotionissa sen esivalmistetut taiteelliset tehosteet ovat vain valokuvia varten. Näkymän asetuksia kuten värikylläisyyttä, kontrastia ja näkökentän syvyyttä voidaan kuitenkin muokata myös Twinmotionin videoeditorissa. Twinmotion toisaalta mahdollistaa 360 asteen videokuvan tuottamista, johon Lumion ei pysty. Molemmilla sovelluksilla on mahdollista tuottaa 3D-videota, jossa käytännössä kuvataan kahdelle eri linssille heijastettavat videot esimerkiksi VR-laseja käytettäessä. (52; 54.)

4.1.3 Panoraamat

Panoraamakuvat ja -videot ovat 360 asteen materiaaleja, joissa katsoja voi itse päättää, mihin katseensa kohdistaa. Katsoja on ikään kuin kartion tai pallon sisäpuolella, ja kuva heijastuu sen sisäpintoihin. Pallo- ja kartiomuotoisella panoraamoilla on se ero, että pallomuotoisessa kuvassa on horisontaalisen suunnan lisäksi myös vertikaalisessa suunnassa 360 astetta. Kartiomuodossa kuvan pysyvuus on rajallinen samaan tapaan kuin perinteisillä tasovalokuvilla ja -videoilla. (55.)

Panoraamakuvien avulla voidaan tehdä virtuaalisia 3D-esittelyitä kohteista, mitä voidaan tutkia esimerkiksi tietokoneiden, tablettien ja muiden mobiililaitteiden kautta ilman tarvetta poistua näyttöpäätteiden äärestä. Visiitit 3D-malliin eivät yleensä myöskään vaadi minkään erillisen sovelluksen asentamista vaan toimivat esimerkiksi verkkoselaimien kautta. Lisäksi, mikäli panoraamakuva on generoitu kahdelle eri linssille sopiviksi, saadaan luotua parempi syvyysvaikutelma tilasta, kun materiaalia tutkitaan esimerkiksi 3D-yhteensopivan näytön tai VR-lasien läpi. (52; 56.)

Panoraamamateriaalia voidaan tuottaa perinteitä kunnioittaen kuvaamalla kameralla todellisessa elämässä tai renderöimällä tietokoneen avulla. Tosielämässä kuvatut materiaalit mahdollistavat olemassa oleviin rakennuksiin tutustumiset, kun taas renderöidyt materiaalit antavat mahdollisuudet uudiskohteiden markkinoinnin. Renderöidyt panoraamat ovat kuin portti miltä tahansa näyttöpäätteeltä sisään visualisointimalliin. (56; 57.)

Panoraamamakuvia voidaan tuottaa kaikilla kolmella visualisointiohjelmilla. Ne toimivat samaan tapaan kuin tavallisten tasokuvien renderöinti, eli valitaan haluttu sijainti mallista, muokataan kamera-asetukset halutunlaisiksi ja renderöidään. Twinmotion mahdollistaa myös panoraamavideoiden renderöimisen, mikä puolestaan toimii samaan tapaan kuin perinteisen videon tuottaminen. Panoraamavideota katsoessaan katsoja voi itse valita, mitä ympäristössä tapahtuvaa asiaa hän haluaa seurata. (52.)

Artlantiksella ja Twinmotionilla on sisäänrakennettuna yhteinen linkki Twinlinker-palveluun. Se on verkkoselainpohjainen palvelu, joka mahdollistaa kohteesta 3D-esittelyn luomisen. Twinlinkerissä hyödynnetään renderöityjä panoraamakuvia ja -videoita. Kuvat ja videot voidaan linkittää toisiinsa, jolloin niiden välillä voidaan saumattomasti liikkua esittelyä katseltaessa. (57.)

4.1.4 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus (VR) luodaan katsojan näkökentän ympärille hyödyntämällä VR-kypäriä ja -laseja (kuva 17). Virtuaalilasien tarkoituksena on huijata käyttäjän aivoja uskomaan hänen olevansa jossain muualla kuin missä hänen fyysinen

preesensinsä todellisuudessa on. Toinen tärkeä seikka virtuaalitodellisuuden autenttisuudelle on ihmisten kahden silmän luoman syvyyden huomiointi. Virtuaalilaseissa syvyyden vaikutelma pohjautuu siihen, että kummallekin silmälle on oma näyttö, joihin heijastetaan samaa kuvamateriaalia hieman eri kuvakulmasta. Lasien sisäiset anturit puolestansa rekisteröivät käyttäjän katseen suunnan ja pään liikkeit, mikä mahdollistaa virtuaalitodellisuudessa eri suuntiin katsomisen. Virtuaalilasien setin täydentävät kädessä pidettävät ohjaimet, joiden avulla voidaan työskennellä ja liikkua VR-maailman sisällä. (58; 59.)



KUVA 17. HTC Vive VR-lasit ja -ohjaimet

Arkkitehtuurissa virtuaalitodellisuutta voidaan hyödyntää sekä suunnittelussa että markkinoinnissa. Virtuaalitodellisuus auttaa suunnitteluvaiheessa hahmottamaan rakennuksen ja sen eri osien mittasuhteita ja niiden vaikutuksia toisiinsa paremmin kuin pelkät kuvat ja videot, sillä virtuaalimaailmassa asiat voidaan kokea tosielämän mittasuhteissa, kun taas videot ja kuvat ovat lähes poikkeuksetta näyttö- tai paperikokoon skaalattuja. Sama palvelee myös asiakaskohtauksia, sillä ihmisten on helpompi hahmottaa kokonaisuuksia virtuaalilasien tarjoaman todellisen mittakaavan avulla kuin pelkän kolmiulotteisen BIM-mallin tai kaksiulotteisten CAD-piirustusten avulla. (59.)

Erona kunnollisen VR-kokemuksen ja aiemmin esiteltyjen panoraamakuvien katsomiseen VR-lasien läpi on interaktiivisuus. Esirenderöidyissä kuvissa ja videoissa ei voida käytännössä vaikuttaa mihinkään muuhun kuin katsomissuuntaan, kun taas kunnollisessa VR-mallissa voidaan liikkua vapaasti ja vaikuttaa ympäristöön. (59; 60.)

Twinmotion sisältää mahdollisuudet virtuaalitodellisuuden hyödyntämiselle. Siinä käytetään täysin samaa visualisointimallia kuin kuvia ja videoita tehdessä. Ainoa vaatimus on yhteensopivat VR-lasit. Positiivisen virtuaalitodellisuuskokemuksen kannalta on myös suositeltavaa, että käytössä on tarpeeksi tehokas tietokone, joka jaksaa pyörittää mallia hyvillä grafiikoilla ja korkealla kuvanpäivitystahdilla. (59; 60.)

Twinmotionin virtuaalitodellisuusympäristössä on mahdollista vaihtaa mallissa olevia tekstuureja, mikä mahdollistaa nopeat testit eri väriyhdistelmien vaikutuksesta rakennuksen yleisilmeeseen. Sen lisäksi VR-tilassa voidaan vaihtaa vuorokauden- ja vuodenaikaa, mikä puolestaan auttaa valaistussuunnitelmien tarkastelua. Twinmotionilla voidaan myös luoda erillinen BIMmotion-tiedosto, joka mahdollistaa vierailut koko visualisointimalliin ilman minkään sovelluksen asentamista omalle tietokoneelle. Se sisältää mahdollisuuden hyödyntää mallia VR-ominaisuuden kanssa esimerkiksi asiakkaan kotisohvalta käsin tai yritysten markkinointiin toimistoilla ja messuilla. Ero luvussa 4.1.3 esiteltyyn Twinlinker-palveluun on se, että BIMmotion-tiedostoa käytettäessä on koko visualisointimalli ennalta asetettujen kuvakulmien sijaan. (57; 60.)

4.2 Käytännön toteutuksia

Konkreettisten tietomallin visualisointiesimerkkien esittelyssä on hyödynnetty ICNB-hankkeen mallinnustöitä. Luvuissa 4.2.1 ja 4.2.2 käsiteltävät kokonaisuudet on tehty osana hanketta.

Äljäke-talon ovat mallintaneet Revit-ohjelmistolla Aapo Räinä ja Heikki Rämä. Virtuaalitodellisuuden käyttämistä esittelevän luvun rakennuksen arkkitehtimal-

lista ovat vastanneet Janne Kanninen ja Heikki Rämä. Se on mallinnettu ArchiCAD-ohjelmistolla. Molemmissa tapauksissa arkkitehtimallit on viety Twinmotion-ohjelmaan, jota hyödyntäen niistä on tuotettu esiteltävää materiaalia.

Samaa ArchiCADilla mallinnettua arkkitehtimallia on myös käytetty vertailussa eri visualisointiohjelmistojen välillä luvussa 4.2.3. Kyseisessä tapauksessa mallia on rajattu niin, että visualisointiohjelmiin on viety vain yhden asunnon kattava osa, jotta sen työstäminen olisi mahdollisimman jouhevaa.

Opetusvideoissa, joita käsitellään luvussa 4.2.4, käytetään pääsääntöisesti apuna Revitillä mallinnettua Äljäke-taloa sen yksinkertaisen rakenteen vuoksi. Videoissa esiintyy myös edellä mainittu ArchiCAD-malli.

4.2.1 Äljäke roll up -banderoli

Äljäke oli osa Oulun ammattikorkeakoulun ja American University of Sharjahin (UAE) yhteistä Auselabs-projektia. Projektin päätehtävänä oli 3D-tulostaa rakennus 1:20 mittakaavassa hyödyntämällä seinärakenteita pursottavaa tulostinta ja asennusrobotia, joka asettaa paikoilleen esivalmistettavat rakennusosat, kuten aukonylityspalkit ja välipohjarakenteet. (61.)

Tulostin ja asennusroboti tarvitsivat luomaansa jälkeä varten 3D-mallin, jossa oli seinien ja muiden oleellisten kantavien rakenteiden geometria. Malli luotiin Revit-ohjelmalla. Sama Revit-malli vietiin Twinmotion 2018 -ohjelmaan, jossa siitä luotiin renderöityjä kuvia esittelymateriaaliksi. Yhtä ja samaa Revit-mallia hyödynnettiin kahden eri tyyppisen kuvan luontiin. Ensimmäisessä tilanteessa (kuva 18) haluttiin näyttää koko valmiin rakennuksen massa ja geometria.



KUVA 18. Äljäke-talo

Toisessa tilanteessa haluttiin osoittaa rakennuksen kantavien rakenteiden sijaintia ja geometriaa. Kuva 19 on luotu siten, että alkuperäisen kuvan tilanteesta on poistettu näkyvistä ulkoseinän ulkopintojen uloin rakenne, minkä jälkeen kantavat palkit ja laatat ovat tulleet esiin. Sen lisäksi seinien tulostettavat osat on vaihdettu osittain läpinäkyväksi lasimateriaaliksi, mikä mahdollistaa kattavammin rakenteiden esittelyn.



KUVA 19. Äljäke-talon rakenteet

Auselabs-projekti huipentui Sharjahissa järjestettyyn esittelytilaisuuteen, jota varten luotiin roll up -banderolli (kuva 20), josta näkyy selvästi 3D-tulostuksen periaatteet. Banderolli koostuu kahdesta Twinmotionilla renderöidystä kuvasta (kuvat 18 ja 19), joita on täydennetty lisäämällä mukaan raiteilla kulkeva nosturi, joka kuvastaa todellisen mittakaavan tulostimen ja asennusrobotin rakennetta. Banderollin lopullisesta luomisesta renderöintikuvien pohjalta vastasi mainostoimisto Design Inspis.



KUVA 20. Lopullinen roll up -banderolli

4.2.2 Virtuaalitodellisuuden demonstraatiot

Virtuaalitodellisuuden demonstraatiot on tehty Oulun ammattikorkeakoulun Virtuaalilaboratorio EVE:n laitteistoa hyödyntäen. Tiloista löytyvät HTC Vive -virtuaalitodellisuuslasit sekä tarpeeksi tehokas tietokone, joka pystyy sulavasti pyörittämään Twinmotion 2019 -sovelluksen VR-malleja. Koska malleihin voi linkittää

vain yhdet VR-lasit kerrallaan, voivat muut seurata tietokoneen näytöltä, mitä virtuaalitodellisuudessa tapahtuu. (62.)

Samasta kerrostalokohteesta luotiin kaksi eri demonstraatiota. Ensimmäinen käsiteltävä kokonaisuus on yhden huoneiston rajattu ympäristö. Toinen malli on koko rakennuksen ulkokuoren sekä sen ympäristöä kattava kokonaisuus. Rajaukset on tehty siksi, että mallit toimisivat mahdollisimman kevyesti. Mitä enemmän informaatiota ja mitä monimutkaisempaa geometriaa mallissa on, sitä raskaammaksi sen pyörittäminen muuttuu. (59.)

Yksittäisen asunnon kattava malli on tuotu ArchiCADista rajaamalla siinä näkyväasetuksia kattamaan vain kyseisen asunnon osat. Huomioitavaa on, että mallissa näkyvien ovien 3D-asetuksia on muutettu siten, että ovet ovat auki. Malli on tuotu FBX-tiedostona Twinmotioniin, jossa sitä on kalustettu ja materiaalipintoja vaihdettu. Sen lisäksi asunnon parvekkeen ulkopuolelle on sijoitettu tasoja, joihin on asetettu materiaaliksi todellisia valokuvia, joiden avulla esitetään ikkunasta avautuvaa jokimaisemaa (kuva 21).



KUVA 21. Yhden asunnon VR-kokonaisuus

Mallia käytettäessä VR-tilassa on mahdollista liikkua asunnon sisällä, vaihtaa materiaaleja eri pintoihin sekä vaihtaa kellon- ja vuodenaikaa, jolloin mallissa valitsevat valo-olosuhteet vaihtuvat. Vuodenajan vaihtaminen mahdollistaa myös esimerkiksi lumisten maisemien katsomisen, joskin se ilmenee paremmin koko

rakennuksen kattavassa VR-mallissa. Pienemmässä kokonaisuudessa käytettävät valokuvat eivät nimittäin reagoi olosuhteiden muutoksiin (kuva 22).



KUVA 22. VR-mallin työkaluvalikon käyttäminen

VR-mallissa liikkuminen tapahtuu joko ohjaimia hyödyntämällä tai itse fyysisesti liikkumalla. HTC-Viven seurantajärjestelmät mahdollistavat tosielämän pään liikkeiden ja sijainnin peilaamisen virtuaalimallissa. Koska liikkuminen ei ole pelkääntään ohjainten varassa, on EVE-tiloissa varauduttu tähän riittävän avarilla huone-tiloilla, jotta VR-maailmassa liikkuva henkilö ei törmäilisi fyysisesti mihinkään. (59; 60; 62.)

Jälkimmäinen VR-kokonaisuus keskittyy rakennuksen ulkopuolelle. Malliin on tuotu mukaan OSM-kartan avulla autoteitä ja viereisten rakennusten massamalleja sekä sijoiteltu kasvillisuutta ja joki. Malliin on lisätty mukaan myös ympäristön kalusteita, kuten liikennemerkkejä ja -valoja sekä autoja (kuva 23).



KUVA 23. Koko rakennuksen VR-ympäristö

Tätä mallia käytettäessä voidaan käyttää kaikkia samoja Twinmotionin työkaluja kuin edellisessä tilanteessa. Suurempaa rakennuskokonaisuutta katseltaessa pystytään hahmottamaan paremmin rakennuksen todellinen koko ja sen suhteutuminen ympäristöönsä. Ympäristön maisemat ovat mallinnettuja eivätkä siten yhtä tarkkoja kuin kuvien 21 ja 22 tapaan todellisia valokuvia hyödynnettäessä. Laajemmassa mallissa voidaan kuitenkin liikkua kattavammalla alueella ympäristössä, mikä mahdollistaa eri perspektiiveistä kokonaisuuden tutkimisen (kuva 24).



KUVA 24. Mallinnettu jokimaisema VR-ympäristössä

4.2.3 Vertailu samasta kohteesta tehtyjen kuvien kesken

Artlantiksella, Lumionilla ja Twinmotionilla renderöidyt kuvat samaa arkkitehtimallia käyttäen löytyvät liitteestä 3. Kaikki kuvat ovat suoraan ohjelmilla renderöityjä, eikä niitä ole jälkikäsitelty. Kuvat on renderöity niin sanotulla 4K-resoluutiolla. Liitteestä löytyy myös vertailukohteeksi renderöimätön näkymä ArchiCADista.

Renderöityjen kuvien tekemiseen käytetty malli on sama kuin kuvassa 7 (sivulla 20). Kyseinen malli on siis tehty ArchiCAD-ohjelmistolla. Ainoa muutos, mikä malliin on tehty visualisointikuvia varten, on Lumionin käyttämää Collada-tiedostoa varten erotetut jää- ja pakastinkaapit, jotta kaappien ovilehtien väliin saatiin aikaan näkyvä rako. Vastaava muutos on tehty Artlantis- ja Twinmotion ohjelmien sisällä, sillä niissä voidaan siirtää tuodun mallin sisältämiä objekteja.

Kaikki loput muutokset kuvan 7 tilanteeseen verratessa on tehty visualisointiohjelmistojen omia työkaluja käyttäen. Arkkitehtimallin kiintokalusteet on mallinnettu sen peruskirjaston osilla. Kaikissa visualisointimalleissa on pyritty saavuttamaan mahdollisimman samankaltaiset olosuhteet, jotta kuvat olisivat parhaiten vertailukelpoisia. Niissä on vaihdettu tekstuureja objektien pintoihin, ja kuvissa näkyvälle tiskipöydälle on sijoitettu hieman irtaimistoa. Pääpaino on kuitenkin sillä, kuinka valmiiksi mallinnettua arkkitehtimallia hyödynnetään, joten mallien koristelu on pidetty minimaalisena.

Kuvissa näkyvä valaistus on tehty siten, että pitemmän keittiökaappirivistön alapuolelle on asetettu loisteputkivalaisin ja lieden puolelle kolme spottivalaisinta, jotka heijastuvat myös kaappien välitilan laatoituspinnasta. Luonnonvalo tulee malleihin sisään ikkunoista, jotka jäävät kuvien tilanteessa vasemman käden puolelle. Artlantiksessa (kuva 25) luonnonvalo on tuotu HDRI-taustaa käyttäen, kun taas Lumionissa (kuva 26) se on generoitu ohjelman sisäisen taivaan ja pilvien avulla. Twinmotion-kuvassa (kuva 27) on käytetty Lumionin kaltaista lähestymistapaa, mutta malliin on lisätty myös erillisiä valoja, sillä muuten kuva olisi jäänyt liian hämäräksi. Keinotekoisella valaistuksella on pyritty saavuttamaan samankaltainen valaistus kuin kahdessa muussa sovelluksessa.

Kaikkiin kolmeen kuvaan on pyritty saamaan sama kuvakulma. Jokaisen kuvan kamera-asetuksia on säädelty lopputulosten saavuttamiseksi. Kuvien lopulliset renderöintiajat eivät ole kovin hyvin vertailukelpoisia keskenänsä, sillä Lumion kuva on renderöity eri tietokoneella kuin kaksi muuta. Renderöintiajat riippuvat myös paljon kuva-asetusten ja tietokoneen optimoinnista sekä mallin sisällöstä.



KUVA 25. Artlantiksella renderöity keittiö



KUVA 26. Lumionilla renderöity keittiö



KUVA 27. Twinmotionilla renderöity keittiö

Twinmotion-kuvan renderöinti kesti 43 sekuntia, Lumion-kuvan 4 minuuttia ja 44 sekuntia sekä Artlantis-kuvan 4 tuntia ja 18 minuuttia. Mallien työstämiseen käytettiin renderöintiä lukuun ottamatta jokaisessa ohjelmassa yhtä kauan aikaa. Jokaisesta kuvasta tehtiin useampi versio eri asetuksia säätämällä ennen kuin lopulliset renderöintitulokset saatiin valmiiksi.

4.2.4 Opetusvideot

Osana tätä opinnäytetyötä on tehty yhteensä 22-osainen suomenkielinen videosarja esiteltyjen visualisointiohjelmien käytöstä. Niitä hyödynnetään Oulun ammattikorkeakoulussa arkkitehtimallien visualisoinnin opetuksen työvälineenä rakennusarkkitehtuurin koulutusosalalla. Videosarja on jaettu visualisointiohjelmien mukaisesti kolmeen kokonaisuuteen. Linkit videoihin löytyvät liitteestä 4.

Videoiden tarkoituksena on esitellä, miten ohjelmat toimivat. Niissä demonstroidaan visualisointimallin luominen tuomalla arkkitehtimalli ensin eri ohjelmistosta, minkä jälkeen niiden työstämistä esitellään eri työkalujen avulla. Twinmotion- ja Lumion-videot on jaoteltu useaan lyhyempään osaan, jotta katsojan on helpompi löytää tarvitsemansa ohje. Artlantis-videot käsittelevät asiat suurempina kokonaisuuksina, joissa yhdessä videossa käydään useampaa asiaa läpi.

5 VAATIMUKSET TIETOMALLILLE

Tietomallipohjaisen suunnittelun pohjalla on arkkitehtimalli. Visualisoinnin kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että jokainen rakennuksen näkyviin jäävä osa on mallinnettu, mikäli halutaan tehdä täysin todellisuutta jäljittelevää jälkeä. Koska lopullisessa rakennuksessa kaikki näkyviin jäävät osat eivät ole arkkitehdin suunnittelun vastuulla, on eri suunnittelualojen malleja tarvittaessa yhdistettävä. Käytettävistä ohjelmistoista riippuen se tapahtuu joko IFC-tiedostoja tai natiivimalleja hyödyntäen ohjelmassa, jolla voidaan luoda visualisointiohjelmien tarpeisiin sopiva tiedostomuoto. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi arkkitehtisuunnitteluun käytettävät ArchiCAD ja Revit. Eri malleja ei ole myöskään välttämätöntä yhdistää, mikäli näkyviin jäävät rakennusosat mallinnetaan mukaan myös arkkitehtimalliin käyttämällä arkkitehtiohjelmien omia työkaluja. (2, s. 6; 4, s. 3; 5, s. 5; 20.)

Optimaalisessa visualisointimallissa ovat myös mukana rakennuksen ympäröivät osat, kuten piharakenteet ja -kalusteet sekä istutukset. Sen lisäksi mallin elävöittämisen kannalta sekä tarkoituksellisesti mukaan voi olla myös tarpeellista mallintaa tontin ulkopuolisista infrastruktuuria, kuten tieverkostoa ja ympäröiviä rakennuksia. YTV ei ota kantaa siihen, kenen vastuulla edellä mainittujen asioiden mallintaminen on, joten kyseinen vastuunjako sovittava projektikohtaisesti. Pääsääntöisesti asianomaisen suunnittelijan on helpoin myös mallintaa kyseiset asiat mukaan 3D-malleihin, jotka voidaan istuttaa yhteen varsinaiseen arkkitehtimalliin joko arkkitehti- tai visualisointiohjelmistossa. Tarvittaessa yksinkertaisimmat ympäristön mallintamiset voidaan hoitaa vasta malleja työstettäessä visualisointiohjelmilla. (2, s. 6; 6, s. 1-6.)

Tietomallinnuksen kannalta tämä ei kuitenkaan ole optimaalisin tapa tiedonkulun suunnan rajoitteista johtuen. Mikäli tietomallin käyttöä halutaan piha-alueiden osalta optimoida, on suotavaa mallintaa ne mukaan esimerkiksi arkkitehtimalliin noudattamalla Talo 2000 -nimikkeistön rakennusosaluettelon ohjeita. Nimikkeistössä on lueteltuna erittäin tarkasti kaikki rakennuksen ja sen ympäristöön liittyvät osat. Noudattamalla nimikkeistön osaluetteloiden tarkkuutta kaikessa mallinnuksessa saadaan koko rakennuksen tietomallista mahdollisimman kattava hyöty

niin visualisointia kuin koko rakennushankkeen läpivientiä varten. (2, s. 6; 6, s. 1-6.)

Tietomallinnushankkeen yhtenäisyyden kannalta tässä työssä käsiteltävät visualisointiohjelmat tekevät poikkeuksen IFC-yhteensopimattomuutensa takia. Se tarkoittaa visualisoinnin kannalta sitä, että jos käytössä on vain IFC-tiedostomuotoinen malli, on se ensin saatava avattua jollain muulla ohjelmalla kuin Artlantik-sella, Lumionilla tai Twinmotionilla, jotta se saadaan käännettyä yhteensopivaan tiedostomuotoon visualisointia varten. Luontevin tapa olisi avata IFC-malli esimerkiksi arkkitehtisuunnitteluun sopivilla ohjelmilla ja tehdä siellä kääntö sopivaksi tiedostomuodoksi. Mikäli visualisointimallia tekevällä taholla ei ole käytettävissä kaupallista lisenssiä arkkitehtisuunnitteluohjelmaan, jotka ovat suhteellisen kalliita, voidaan hyödyntää myös markkinoilta löytyviä ilmaisia ohjelmia tätä kääntöä varten. (2, s. 6; 21; 23; 63.)

Blender on esimerkki avoimen lähdekoodin ohjelmasta, jolla voidaan työstää siihen erikseen asennettavan IfcOpenShell-lisäosan avulla IFC-malli yhteensopivaan muotoon edellä mainittujen visualisointiohjelmien kanssa. Blender tarjoaa itsessään myös mahdollisuudet tuottaa visualisointimateriaalia samaan tapaan kuin tässä työssä tarkemmassa käsittelyssä olevat ohjelmat. (64; 65.)

IFC-tiedostot eivät sisällä tekstuurikarttoja objektien pinnoille, mikä tarkoittaa sitä, että kaikki IFC-malleissa olevat materiaalipinnat täytyy korvata uusilla, mikäli visualisoidessa halutaan tehdä mahdollisimman realistista jälkeä. Tämä koskee niin Blenderin tapaisia suoraan IFC-malleja visualisoimaan kykeneviä ohjelmia kuin myös kertaalleen IFC:n kautta takaisin sopiviin tiedostomuotoihin käännettyjä malleja työstäviä Artlantista, Lumionia sekä Twinmotionia. On siis huomattavasti helpompaa jättää IFC-tiedostojen käyttö pois visualisointitarkoituksessa ja tuottaa suoraan oikeissa tiedostomuodoissa olevat mallit visualisointia varten arkkitehtiohjelmissa. (66.)

5.1 Hankkeen eri vaiheet

Tietomallintamisen tarkkuustaso vaihtelee eri hankkeen eri vaiheissa ja riippuu tietomallin hyödyntämistavoitteista. YTV tarjoaa ohjeistuksen sille, mitä rakennuksen osia ja kuinka tarkasti ne on mallinnettava missäkin vaiheessa rakennushanketta (liite 5). Osa mallinnettavista asioista ja niiden mallintamisen ajankohta on kuitenkin määriteltävä hankekohtaisesti. (5, s. 7, 22-24.)

Arkkitehtimallintamiselle on YTV:n mukaisesti määritelty 3 eri tasoa. Ensimmäisellä, kaikkien suppeimmalla, tasolla mallin käyttötarkoitus on helpottaa kommunikointia eri suunnittelijoiden välillä. Siinä mallinnusosat on mallinnettu sijainniltaan ja geometrialtaan oikein sekä nimetty asiaankuuluvasti. Tasolla 2 mallinnus tarkentuu koskemaan myös rakennetyyppejä, mikä puolestaan edesauttaa visualisointia eri pintamateriaalien ansiosta. Taso 3:n tarkoituksena on lisätä konkreettista attribuuttidataa osiin, jota ovat esimerkiksi valmistajan tyyppitiedot ja tarkat mitat. Taso 3 mahdollistaa käytännössä todellisten tuotteiden hyödyntämisen malleissa. (5, s. 7.)

Havainnollistamisen ja siihen liittyvien visualisointien tarpeet riippuvat koko rakennushankkeen tyypistä. Ne ovat kuitenkin merkittävä osa päätöksentekoprosessia ja kommunikaatiota. Havainnekuvat ovat erittäin tärkeässä roolissa jo päätöksentekovaiheessa koko rakennusprojektin aloittamisen kannalta varsinkin, mikäli kyseessä on kilpailutustilanne. Kilpailutusvaiheiden kuvat eivät aina anna todellista kuvaa rakennuksesta, sillä ne ovat hyvin muutosalttiita rakennusratkaisujen täsmentyessä suunnitteluprosessin myöhemmissä vaiheissa. (3. s. 12, 14; 67.)

5.2 Mallinnuksen tarkkuus visualisoinnin kannalta

Tietomallinnuksen vaadittu mallintamisen tarkkuus eri osa-alueilla vaikuttaa visualisointiin. Tietomallit voivat olla projektin eri vaiheissa riittäviä, liian suppeita tai liian raskaita visualisointimallien näkökulmasta. YTV:n mukainen mallinnus ei pohjaudu täydellisen visualisointimallin luomiseen. Luvuissa 5.2.1, 5.2.2 ja 5.2.3 esitetään, mitä mallinnuksen eri tarkkuudet tarkoittavat visualisoinnin saralla. (3, s. 12.)

5.2.1 Riittävä mallinnus

Liitteessä 5 olevan Talo 2000 -nimikkeistöön pohjautuvan arkkitehtimallin sisältövaatimusluettelon pohjalta lähes kaikki visualisoinnin kannalta oleellinen tulee mallintaa arkkitehtimalliin mukaan. Puutteena siinä on kuitenkin tilaosiin kuuluvien kaiteiden ja erikoisväliseinen osat, koska niitä ei esitetä mallinnettavaksi. Tätä puutetta on korjattu kuitenkin erillisessä YTV:n täydennysosassa, jossa käsitellään ohjeita ARK-mallin tilaajalle. Kyseisessä ohjeessa nämä asiat esitetään mallinnettaviksi. Vaadittavaan mallinnukseen kuuluu myös visualisoinnin näkökulmasta vähemmän oleellisia rakennusosia, jotka jäävät näkymättömiin rakennuksen rungon sisään. (5, s. 22-24; 74.)

Koska arkkitehtimalliin esitetään YTV:ssä mukaan mallinnettavaksi vain edellä mainitut rakennusosat, jäävät talon tekniikkaosat muihin malleihin. Mikäli kaikki rakennuksessa näkyviin jäävät osat halutaan saada visualisointimalliin mukaan, täytyy arkkitehtimallin lisätä tarvittavat tekniikkaosat, joita ovat esimerkiksi talotekniikan päätelaitteet, pistorasiat ja ilmanvaihdon osat. Se vaatii käytännössä eri suunnittelualojen tiivistä yhteistyötä. (5, s. 22-24; 6, s. 1-3)

Irtaimiston mallintaminen ei myöskään ole YTV:n mukainen edellytys. Irtaimistoon lasketaan kuuluvaksi käytännössä kaikki, mitkä eivät kuulu kiinteistön tarpeeseen, ja ne voidaan poistaa kiinteistöstä käyttäjän muuttaessa uusiin tiloihin. Irtaimistolla ja sen sijoittelulla on kuitenkin merkittävä osuus erityisesti sisustus suunnittelun saralla. Irtaimisto on myös erittäin tärkeässä roolissa varsinkin sisätilojen renderöintikuvissa. Toisaalta visualisointiohjelmat tarjoavat mahdollisuuden kalustaa visualisoitavat mallit, mikäli irtaimistoa ei tuoda mukana siirrettävässä tietomallia arkkitehtiohjelmasta visualisointia varten. (5, s. 22-24; 6, s. 49; 30; 37; 48.)

5.2.2 Liian suppea mallinnus

Visualisoinnin kannalta idyllisin tilanne olisi, että kaikki rakennukseen ja sen ympäristöön liittyvät geometriat, pinnat ja objektit tulisivat visualisointimalleihin valmiina. Koska tietomallipohjaisen suunnittelun päämääränä ei kuitenkaan ole optimaalinen visualisointimalli vaan fyysisten rakennushankkeitten konkreettinen

eteenpäin vienti, ei kaikki YTV:n mukaiset vaatimukset täyttävä malli ole aina täysin riittoisa visualisointia varten. (2, s. 5; 3, s. 12.)

Tason 3 mallinnustarkkuutta noudattaen rakennekerrosten pintamateriaalit pääsevät selvästi esiin. Tämä tarkkuustaso on hyvin oleellinen visualisoidessa. Kun visualisointimallissa vaihdetaan esimerkiksi pintamateriaalilaattojen tekstuuria, koko kerroksen kattava lattialaatta on oltava jaoteltuna osiin, koska Artlantista lukuun ottamatta visualisointiohjelmissa ei ole mahdollista jakaa laatan pintaa eri osiin. Sen lisäksi, jos halutaan tutkia eri materiaalivaihtoehtoja esimerkiksi keittiön välitilan laatoituksessa, voi olla tarpeellista erottaa kaikki muutosalttiit materiaalipinnat toisistaan, jotta eri yhdistelmien tutkiminen on helppoa. (5, s. 17-21; 39, s. 226.)

Mallinnuksessa käytettävät kalusteobjektit ovat usein aika geneerisiä ulkomuodoltaan, koska pääsääntöisesti niistä tietomallinnuksessa hyödynnettävä informaatio voidaan ilmaista ilman tarvetta tarkalle geometrialle. Sama pätee osittain myös ikkuna- ja ovikomponentteihin, joskin niille asetetaan enemmän vaatimuksia rakennuksen toteutussuunnitteluvaiheessa esimerkiksi tyyppitietojen ja heloituksen suhteen. (5, s. 18-20; 22.)

Vastapainona geneerisille objekteille löytyy kuitenkin kalustevalmistajien omia objektikirjastoja, joissa on tarkasti mallinnettu tyyppitietojen lisäksi myös geometriaa. Useat kalustevalmistajat ovatkin lähteneet mukaan BIMObjectin ja Prodlibin kaltaisiin tuotekirjastopalveluihin, joista suunnittelijat voivat veloitukselta ladata valmiita objekteja lisättäväksi malleihinsa. (37; 68.)

Kaikki valmistajat eivät kuitenkaan ole mukana kyseisissä palveluissa, eivätkä he välttämättä edes tarjoa 3D-objekteja tuotteistaan suunnittelijoiden käyttöön. Tämä tarkoittaa varsinkin kilpailutettavissa tilanteissa sitä, että todellisia objekteja voidaan hyödyntää tietomalleissa vasta, kun päätös käyttää kyseisen valmistajan tuotteita on tehty. Toisaalta todellisten objektien käyttö jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa toimii hyvänä suunnannäyttäjänä ja ne voidaan tarvittaessa korvata toisilla objekteilla, mikäli tilanne niin vaatii. (68.)

Visualisoinnin kannalta oikeat objektit ja niiden tarkat geometriat ovat erittäin hyödyllisiä. Varsinkin, jos pyritään saavuttamaan mahdollisimman totuudenmukaisia renderöintiympäristöjä. Kun retusoidaan renderöityä kuvamateriaalia, on myös mahdollista korvata geneerisen näköiset objektit hyödyntämällä kuvia todellisista laitteista ja tuotteista, kuten astianpesukoneista ja liesistä. Tällöin ei myöskään tarvitse kuormittaa koko rakennuksen tietomallia turhaan lukuisilla tarkkoja geometrioita sisältävillä objekteilla. (3, s. 8, 12.)

5.2.3 Turhaa kuormittava mallinnus

Tietomalliin kuuluu lukuisia visualisoinnin kannalta epäolennaisia asioita. Käytännössä kaikki rakennuksen osat, jotka jäävät näkymättömiin visualisoitavan materiaalin ulkopuolelle, ovat turhia visualisointimallissa. Kaikki tieto, mitä visualisointimallit sisältävät, kuormittavat ja tekevät siitä raskaamman työstää. (3, s. 12; 59.)

Tietomallin kattavuus ei kuitenkaan ole ongelma visualisoinnin näkökulmasta. Päinvastoin – se on mahdollisuus. Kattava tietomalli luo mahdollisuudet tehdä visualisointeja myös harvemmin havainnollistettavista osista, mikäli niille ilmenee tarvetta. (3, s. 14.)

Tapa, jolla visualisointimallit luodaan, pohjautuu suunnitteluohjelmien 3D-näkyelmiin. Niissä voidaan rajata pois näkyvistä osat rakennuksesta ja sen ympäristöstä, jotka halutaan jättää ulos visualisointimalleista. Tätä samaa menetelmää on myös mahdollista hyödyntää, kun käytetään dynaamista linkitystä arkkitehti- ja visualisointiohjelmien välillä. (18; 25.)

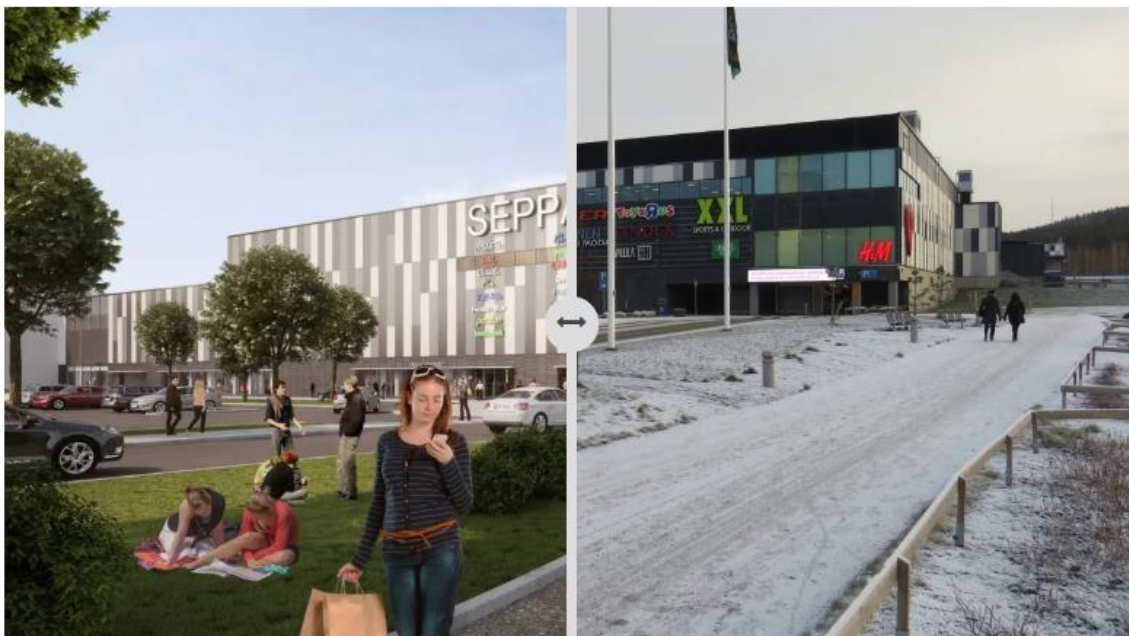
Tapauskohtaisesti on harkittava, mitä kaikkea halutaan visualisointimalleihin mukaan ja onko hyödyllistä tehdä luvun 4.2.2 tapaan samasta mallista useampi eri visualisointimalli eri käyttötarkoituksiin. Mikään ei myöskään estä käyttämästä koko tietomallia visualisointiin, jos mallin raskaus ei aiheuta käyttäjälleen haittaa.

6 VISUALISOINNIN ONGELMAKOHDAT

Rakennusten tietomalleista tehtävät visualisoinnit ovat usein hyvin näyttäviä ja informatiivisia, mutta niissäkin on omat ongelmansa. Markkinointimateriaali on usein näyttävämpää kuin lopputulos. Samaan aikaan peliteollisuus paahtaa vuosia edellä sulavasti toimivine 3D-ympäristöineen. Lisäksi IFC-tiedostojen käyttämisen ongelmat visualisointitarkoituksen rajoittavat tietomallinnushankkeen yhteen toimivuutta. (26; 66; 67.)

Kuvat eivät vastaa todellisuutta

Varsinkin kilpailutustilanteessa tehdyt havainnekuvat edustavat esteettisesti toiveikkaista visiota tulevasta rakennuksesta. Markkinointiin luodut kuvat on usein luotu tuomaan esiin rakennusten parhaat puolet parhaassa mahdollisessa valossa. Niiden ymmärtäminen vaatii kuluttajalta medianlukutaitoa, jotta he pystyvät hahmottamaan, miltä rakennus tulee tositilanteessa näyttämään. Niissä voidaan myös jättää näyttämättä rakennuksen epäedustavia puolia, jotka korostuvat tosielämässä (kuva 28). (67; 69.)



KUVA 28. Vertailu havainnekuvan ja todellisen rakennuksen välillä, Kauppakeskus Seppä Jyväskylä (67)

Renderöityjen kuvien käyttö on kasvanut räjähdysmäisesti arkkitehtivisualisoinnissa. Visualisointiohjelmien yleistyminen ja kehitys sekä retusoinnin helppous ovat tuoneet näyttävän näkökulman lähes jokaiseen rakennusprojektiin. Käytännössä minkä tahansa näköisestä rakennuksesta voidaan saada aikaan renderöinnin ja kuvankäsittelyn avulla visuaalisesti kaunista jälkeä. Se laskee puolestaan oikeasti näyttävistä kokonaisuuksista tehtävien havainnekuvien arvoa. (70.)

Vastapainona tälle näyttävyyden tavoittelulle on fotorealistisempi näkökulma renderöintiin, jossa otetaan huomioon tosielämän epätäydellisyydet, joita ovat esimerkiksi huono keli sekä materiaalipintojen kulumajäljet. Harva arkkitehti haluaa kuitenkaan näyttää suunnitelmaansa heikommassa valossa, mikä johtaa siihen, että usein rakennuksista otettavat oikeat valokuvat ja edustavaan fotorealismiin pyrkivät renderöinnit ovatkin todellista tilannetta viehättävämpiä. (48; 71.)

Peliteollisuus on vuosia edellä

Reaaliaikainen renderöinti ei ole uusi keksintö, vaikka se on vasta Lumionin ja Twinmotionin kaltaisten ohjelmien ansiosta hiipimässä arkkitehtuuriin. Se on portti interaktiiviseen suunnitteluun, joka hyödyntää videopeleistä tuttua tekniikkaa. Siellä sitä on käytetty jo vuosikymmenten ajan, mutta eri alojen kehitys visuaaliseen suuntaan tapahtuu eri tahdissa. (26.)

Syynä tähän on raha. Vaikka videopeleissä voidaan luoda 3D-malleja kokonaisista kaupungeista, on niiden mallintaminen ollut yksinkertaisesti niin kallista, että arkkitehtivisualisointi ei ole lähtenyt kovin nopeasti siihen mukaan. Tekniikan kehittyessä ja tullessa edullisemmaksi virtuaaliset 3D-ympäristöt yleistyvät myös rakentamisen alalla. (26.)

Toinen hidastava tekijä on ollut se, että reaaliaikaisen visualisoinnin hyödyntämiselle ei ole ollut rakennusalalla tietotaitoa. Rakennushankkeiden esittely ja kilpailutus on pohjautunut hyvin paljon pelkkään tekstipohjaiseen informaatioon, perinteisiin pohjakuviin ja tavallisiin valokuvamaisiin havainnekuviin. Markkinoinnin tarpeen monipuolistuessa nykyaikana on nähtävissä kuitenkin alati kasvava tarve näyttävillä 3D-ympäristöille, jotka toisaalta saadaan nopeasti luotua rakennusten kehittyvien tietomallien sivutuotteina. (26; 50.)

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli esitellä visualisointiohjelmat osana tietomallipohjaista rakennussuunnitteluprosessia. Työssä esiteltiin aiheelle teoreettinen tausta Yleisten tietomallivaatimusten avulla esittelemällä suunnittelu- ja visualisointiohjelmat sekä osoittamalla visualisointimateriaalien käyttötarkoituksia osana markkinointia, suunnittelua ja kommunikointia. Työssä esitettävät käytännön toteutukset täydensivät kokonaisuutta.

Tietomallin havainnollistamiselle eri keinoin YTV ei tarjoa kovin tarkkoja ohjeita, mikä ajaa väistämättä tilanteeseen, jossa on syytä tarkemmin tutkia mallien sisältöä ja laatua sekä sitä, riittääkö se visualisoinnin tarpeisiin. Tässä kohdin tietomallin tilaajalla on vastuu edellyttää jokaiselta suunnittelualalta mahdollisimman tarkkaa tietomallia, jota voidaan hyödyntää visualisoinnin tarpeisiin. Totta kai tarkalla mallintamisella on muitakin hyötyjä, mutta esimerkiksi kalusteiden ja laitteiden tarkat geometriat ovat tärkeitä ainoastaan visualisoidessa.

Yleisissä tietomallivaatimuksissa on se lähtökohtainen ongelma tällä hetkellä, että ne on julkaistu vuonna 2012. Tietomallinnuksen yleistymisen ja siihen käytettävien ohjelmien kehittyminen vuosien varrella on ajanut määräykset osiltaan hieman vanhentuneiksi. BuildingSMART Finland onkin jo aloittanut päivitysneiden tietomallivaatimusten luomisen. (73.)

Tässä työssä oli alun perin tarkoituksena peilata vielä enemmän visualisointiohjelmien asettamia vaatimuksia arkkitehtimallille YTV:n avulla, mutta siirsinkin keskitymisen hieman yleisemmälle tasolle YTV:n päivitystarpeesta johtuen. Se mahdollisti asioiden käsittelyn laajemmalla alalla. Toisaalta, YTV mainitsee eri nimikkeistöjen hyödyntämisen tietomallintamisen tarpeita ylös kirjattaessa ja juuri Talo 2000 -nimikkeistö kattaa erittäin hyvin mallinnettavat osat rakennuksesta, jos otetaan huomioon sen kaikki alakohdat ja niissä viimeisimpinä lueteltavat erityiskohdat. Kun sitä hyödynnetään yhdessä YTV:tä täydentävän ARK-mallin tilaajaohjeen kanssa hankekohtaisesti eri mallinnustarpeita sovittaessa, voidaan olla lähes varmoja, että kaikki visualisoinnin tarpeet tulee huomioitua ilman sen tarkempaa peilausta Yleisiin tietomallivaatimuksiin.

Visualisointia varten voidaan hyödyntää myös monia muita ohjelmia kuin tässä työssä esitellyt Artlantis, Lumion ja Twinmotion. Eri ohjelmien laaja skaala ajaa tarpeita malleista aina tapauskohtaisesti hieman eri suuntiin. Koska yksikään esitellyistä ohjelmista ei tue suoraan IFC-formaattia, olisi työhön voitu ottaa tarkempaan esittelyyn esimerkiksi myös Blender, mutta kyseisestä ohjelmasta ja sen hyödyntämisestä arkkitehtuurista löytyy jo julkaistuja opinnäytetöitä ja toisaalta yksi ohjelma lisää tähän työhön olisi paisuttanut muutenkin jo laajaa aihetta lisää.

Ehkä merkittävin tietomallin visualisoinnin osa-alue, joka tässä työssä jätettiin esittelemättä, on lisätyn todellisuuden hyödyntäminen. Lisättyä todellisuutta tehdään esimerkiksi Unity-pelimoottorin avulla. Koska yksikään tämän työn ohjelmista ei hyödynnä lisättyä todellisuutta, rajasin sen tätä mainintaa lukuun ottamatta kokonaan pois. Kyseinen aihe on niin laaja, että se ansaitsisi mielestäni täysin oman käsittelyn opinnäytetyönä.

Tämän työn ei myöskään ole tarkoitus olla vertailu visualisointiohjelmistojen välillä, joten jätin sen osa-alueen vain yksittäiseksi luvuksi. Vertailu ohjelmien välille ja fotorealismien tavoittelu kullakin ohjelmalla on paljon kiinni käyttäjästä. Sen lisäksi renderöintiohjelmilla tuotettuja kuvia usein retusoidaan hyvin paljon, joten on syytä harkita, kuinka paljon kyseisillä ohjelmilla halutaan käyttää aikaa pienten nyanssien hienosäätöön kuva-asetuksia valittaessa.

Aihetta käsitteleviä lähteitä on suomen kielellä hyvin rajallinen määrä, joten tämän työn kaltainen koonti on varmasti paikallaan. Alati kehittyvällä osalla suunnittelualaa kuitenkin kehitys ajaa uusien päivitysversioiden ja tietomallivaatimusten vuoksi ohitse tästä työstä. Voi ollakin hyvä esimerkiksi kymmenen vuoden päästä tehdä samankaltainen katsaus tilanteeseen ja tutkia, miten visualisoinnin merkitys on muuttunut tietomallinnuksessa.

LÄHTEET

1. Corke, Greg 2018. Five tools for real-time rendering. AEC Magazine. Saatavissa: <https://www.aecmag.com/component/content/article/59-features/1681-five-tools-for-real-time-rendering>. Hakupäivä 4.3.2019.
2. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. 2012. BuildingSMART Finland. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf. Hakupäivä 4.3.2019.
3. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 8. Havainnollistaminen. 2012. BuildingSMART Finland. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_8_havainnollistaminen.pdf. Hakupäivä 4.3.2019.
4. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus. 2012. BuildingSMART Finland. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf. Hakupäivä 4.3.2019.
5. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. 2012. BuildingSMART Finland. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf. Hakupäivä 4.3.2019.
6. Talo 2000 -nimikkeistö – Yleisseloste. 2008. Haahtela-kehitys Oy. Helsinki: Rakennustieto Oy.
7. Lightning fast 3D Rendering software. Lumion. Saatavissa: <https://lumion.com/3d-rendering-software.html>. Hakupäivä 7.3.2019.
8. How do you import a model from your CAD software? Lumion. Saatavissa: <https://support.lumion.com/hc/en-us/articles/360003455174-How-do-you-import-a-model-from-your-CAD-software->. Hakupäivä 14.3.2019.
9. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä, BuildingSMART Finland. Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/wp->

- [content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_9_tate_analyysit.pdf](#). Hakupäivä 4.3.2019.
10. 10 Best Architectural Rendering Software Solutions. 2018. Easy render. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://www.easyrender.com/rendering-software/10-best-architectural-rendering-software-solutions>. Hakupäivä 5.3.2019.
 11. Help: Importing CAD Files. 2019. Autodesk. Ohjekirja. Saatavissa: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2019/ENU/?guid=GUID-E8705303-0610-4A82-9118-0C3A742706D2>. Hakupäivä 6.3.2019.
 12. Help: Export. 2019. Autodesk. Ohjekirja. Saatavissa: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2019/ENU/?guid=GUID-A5E61A08-9635-44D0-93CA-75C15282119B>. Hakupäivä 6.3.2019.
 13. Opiskelija- ja Opettajaversio ArchiCAD. M.A.D. Saatavissa: <https://www.mad.fi/edu/archicad>. Hakupäivä 6.3.2019.
 14. Educational licenses. Lumion. Saatavissa: <https://lumion.com/educational-licenses.html>. Hakupäivä 6.3.2019.
 15. Ominaisuudet Revit. 2019. Autodesk. Saatavissa: <https://www.autodesk.fi/products/revit/features>. Hakupäivä 6.3.2019.
 16. Twinmotion Dynamic Link for Autodesk Revit. Abvent. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/en/twinmotion-dynamic-link-revit/>. Hakupäivä 6.3.2019.
 17. Download Artantis 7. Abvent. Saatavissa: <https://artlantis.com/en/downloads-7/>. Hakupäivä 8.3.2019.
 18. Model import guidelines for Revit and Revit LT. Lumion. Saatavissa: <https://support.lumion.com/hc/en-us/articles/360007787973-Model-import-guidelines-for-Revit-and-Revit-LT>. Hakupäivä 7.3.2019.

19. ArchiCAD. M.A.D. Saatavissa: <https://www.mad.fi/tuotteet/archicad>. Hakupäivä 6.3.2019.
20. Tool Settings Dialog Boxes. Graphisoft Help Center. Saatavissa: <https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/77531/>. Hakupäivä 6.3.2019.
21. Compare Revit vs ARCHICAD. 2019. FinancesOnline. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://comparisons.financesonline.com/revit-vs-archicad>. Hakupäivä 6.3.2019.
22. Peruskirjasto. M.A.D. Saatavissa: <https://mad.fi/palvelut/gdl/peruskirjasto>. Hakupäivä 14.3.2019.
23. Interoperability. Graphisoft Help Center. Saatavissa: <https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/77244/>. Hakupäivä 6.3.2019.
24. Twinmotion Dynamic Link for ARCHICAD Instruction. Abvent. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/en/twinmotion-dynamic-link-for-archicad/>. Hakupäivä 6.3.2019.
25. Model import guidelines for ArchiCAD. Lumion. Saatavissa: <https://support.lumion.com/hc/en-us/articles/360007787573-Model-import-guidelines-for-ArchiCAD>. Hakupäivä 7.3.2019.
26. What is Real Time Rendering and Why it Matters. 2018. Easy Render. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://www.easyrender.com/3d-rendering/what-is-real-time-rendering-and-why-it-matters>. Hakupäivä 6.3.2019.
27. 3D Rendering – Then and now. 2018. Easy Render. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://www.easyrender.com/3d-rendering/3d-rendering-then-and-now>. Hakupäivä 6.3.2019.
28. About. Lumion. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://lumion.com/company.html>. Hakupäivä 7.3.2019.

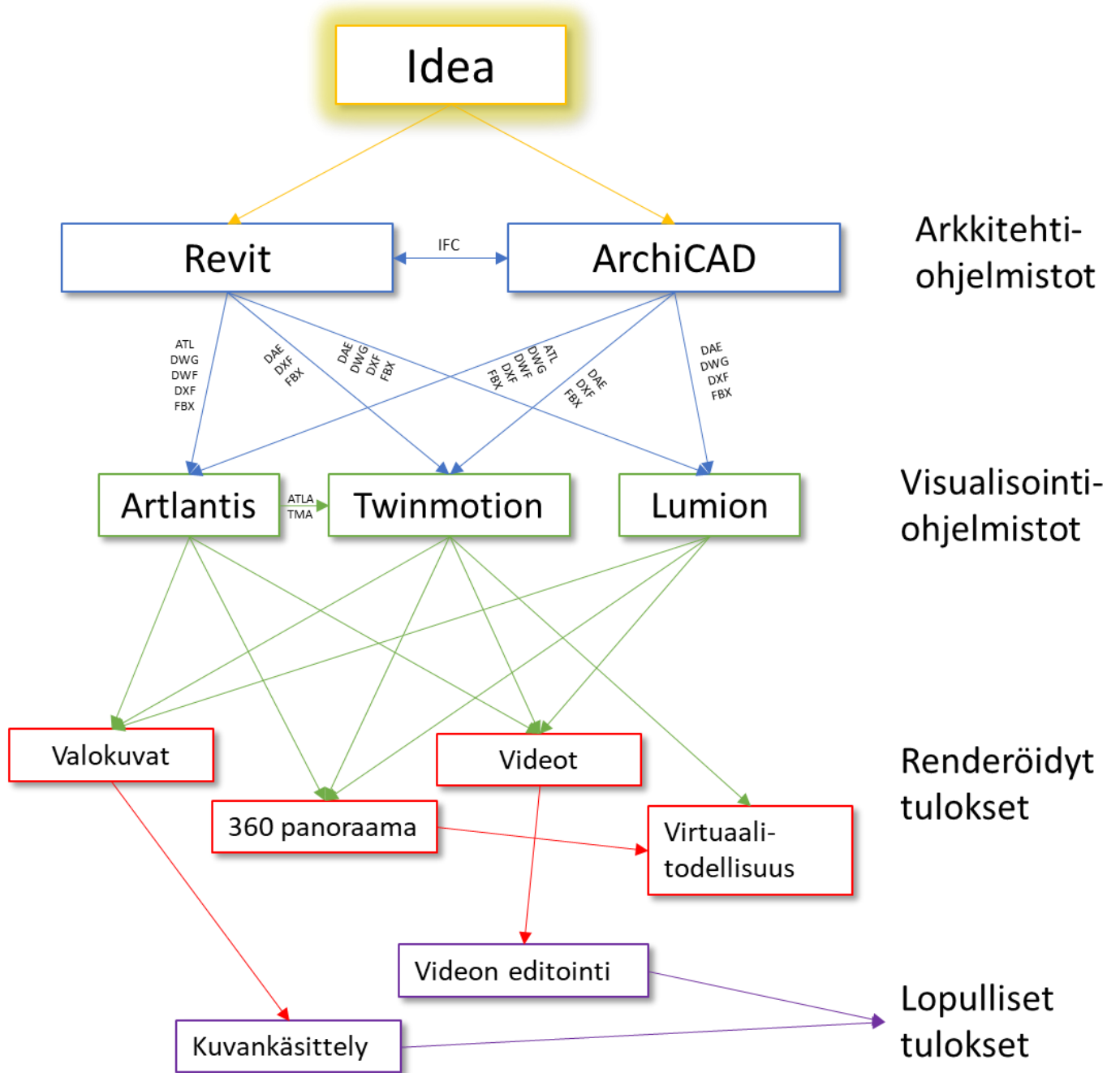
29. Go from a 3D model to a beautiful render in under 30 minutes. 2019. Lumion. Saatavissa: <https://lumion.com/blog.html?post=181840463390>. Hakupäivä 7.3.2019.
30. Specifications. Lumion. Saatavissa: <https://lumion.com/specifications.html>. Hakupäivä 7.3.2019.
31. Sensing architecture: new materials in Lumion 9 Pro. 2019. Lumion. Saatavissa: <https://lumion.com/blog.html?post=182982153100>. Hakupäivä 7.3.2019.
32. Guide: Working with OpenStreetMap in Lumion 9 Pro. Lumion. Saatavissa: <https://support.lumion.com/hc/en-us/articles/360011496914>. Hakupäivä 14.3.2019.
33. Twinmotion. Abvent. Verkkosivut. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/en/>. Hakupäivä 6.3.2019.
34. Twinmotion Help. Abvent. Ohjekirja. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/help/EN/index.html>. Hakupäivä 6.3.2019.
35. Tutorial: Create a PBR material in Twinmotion. Abvent. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/en/blog-tutorial-create-pbr-materials-twinmotion/>. Hakupäivä 6.3.2019.
36. Key features. Abvent. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/en/twinmotion-features/>. Hakupäivä 6.3.2019.
37. BIMobject targets design viz with Twinmotion app. 2018. AEC Magazine. Saatavissa: <https://www.aecmag.com/technology-mainmenu-35/1711-bimobject-targets-design-viz-with-twinmotion-app>. Hakupäivä 6.3.2019.
38. Artlantis. M.A.D. Saatavissa: <https://mad.fi/tuotteet/artlantis>. Hakupäivä 8.3.2019.


















39. Artlantis Studio User Manual. 2015. Abvent. Käyttöohjeet. Saatavissa: http://help.artlantis.com/v6/Help/PDF/Manuel_ArtlantisHelp_S_m_en.pdf. Hakupäivä 8.3.2019.
40. Artlantis Connectivity. Abvent. Saatavissa: <https://artlantis.com/en/connectivity/>. Hakupäivä 8.3.2019.
41. Banks, Jared 2013. ArchiCAD archive files: Let's talk about the .pla. Graphisoft. Saatavissa: <https://blog.graphisoft.com/tips-and-tricks/archicad-archive-files-lets-talk-about-the-pla>. Hakupäivä 8.3.2019.
42. Mikä on DWG? Autodesk. Saatavissa: <https://www.autodesk.fi/products/dwgs>. Hakupäivä 8.3.2019.
43. What is a DXF file? Fileinfo. Saatavissa: <https://fileinfo.com/extension/dxf>. Hakupäivä 8.3.2019.
44. 3D Image Files. Fileinfo. Saatavissa: https://fileinfo.com/filetypes/3d_image. Hakupäivä 8.3.2019.
45. Q&A with Twinmotion. 2018. AEC Magazine. Saatavissa: <https://www.aecmag.com/component/content/article/53-features/interview/1682-q-a-with-twinmotion>. Hakupäivä 8.3.2019.
46. A Q&A with Lumion. 2018. AEC Magazine. Saatavissa: <https://www.aecmag.com/component/content/article/53-features/interview/1651-a-q-a-with-lumion>. Hakupäivä 8.3.2019.
47. Oletko miettinyt miten rakennuskohteiden havainnekuvat syntyvät? Unreal. Saatavissa: <https://blog.unreal.com/2017/04/27/oletko-miettinyt-miten-rakennuskohteiden-havainnekuvat-syntyvat/>. Hakupäivä 13.3.2019.
48. Bryant, Ross 2013. Interview with Henry Goss on hyper-realistic 3D architectural renders. Dezeen. Saatavissa: <https://www.dezeen.com/2013/08/12/henry-goss-on-architectural-visualisations/>. Hakupäivä 13.3.2019.

49. 5 new Lumion 8 features for elevating render beauty to new heights. 2017. Lumion. Saatavissa: <https://lumion.com/blog.html?post=168717509070>
Hakupäivä 15.3.2019.
50. Miksi käyttää videoita kiinteistömarkkinoissa? Unreal. Saatavissa: <https://blog.unreal.com/2016/03/15/miksi-kayttaa-videoita-kiinteistomarkkinoissa/>. Hakupäivä 15.3.2019.
51. 3D-animaatiot ovat pistämätön keino herättää ideasi eloon. Smile Audiovisual. Saatavissa: <http://www.smileaudiovisual.fi/animaatio/3d-animaatio/>.
Hakupäivä 15.3.2019.
52. Making your architectural visualizations stand out by using the four video modes in Twinmotion 2018. Abvent. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/en/blog-make-architectural-visualizations-stand-out-with-twinmotion-2018/>. Hakupäivä 15.3.2019.
53. Lumion 9 Tutorial: Lesson 7 - Creating Movies. 2018. Lumion. Video. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=BXCvA34antA>. Hakupäivä 15.3.2019.
54. Lumion 9 Tutorial: Lesson 10 - Animating Objects. 2018. Lumion. Video. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=DABezBk3uk8>. Hakupäivä 15.3.2019.
55. Jann, Martin 2011. 360° in 3Ds Max with VRay. Pixelsonic. Saatavissa: <http://www.pixelsonic.com/2011/04/360%C2%B0-in-3ds-max-with-vray-2/>.
Hakupäivä 16.3.2019.
56. Mikä ihmeen 3D-tilaesittely? Unreal. Saatavissa: <https://blog.unreal.com/2016/04/01/mika-ihmeen-3d-tilaesittely/>. Hakupäivä 16.3.2019.
57. Frausto-Robledo, Anthony 2018. Abvent Releases Artlantis 7 – Intros New ‘Twinlinker’. Architosh. Saatavissa: <https://architosh.com/2018/05/abvent-releases-atlantis-7-intros-new-twinlinker/>. Hakupäivä 16.3.2019.

58. Arvanaghi, Babak – Skytt, Lasse 2016. Virtuaalitodellisuus – tulevaisuus on täällä tänään. Tieteen kuvalehti. Saatavissa: <https://tieku.fi/teknologia/vem-paimet/virtuaalitodellisuus>. Hakupäivä 16.3.2019.
59. Virtual Reality for architecture: a beginner's guide. 2017. AEC Magazine. Saatavissa: <https://www.aecmag.com/59-features/1166-virtual-reality-for-architecture-a-beginner-s-guide>. Hakupäivä 16.3.2019.
60. Virtual Reality for Architecture with Twinmotion 2019. Abvent. Saatavissa: <https://twinmotion.abvent.com/en/virtual-reality-twinmotion/>. Hakupäivä 16.3.2019.
61. Sharjah Construction Industry Innovation Challenge Program. Auselabs. Saatavissa: <https://auselabs.com/>. Hakupäivä 19.3.2019.
62. About EVE. 2016. Oulun Ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://eve.oamk.fi/cave/?ln=en>. Hakupäivä 19.3.2019.
63. About Revit and IFC. 2018. Autodesk. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-6708CFD6-0AD7-461F-ADE8-6527423EC895-htm.html>. Hakupäivä 27.3.2019.
64. Blender suomeksi – Johdanto. Floss manuals. Saatavissa: <http://write.floss-manuals.net/blender-suomeksi/johdanto/>. Hakupäivä 27.3.2019.
65. IfcBlender: An ifc importer for Blender. IfcOpenShell. Saatavissa: <http://ifcopenshell.org/ifcblender.html>. Hakupäivä 27.3.2019.
66. Varga, Zsolt 2018. Re: IFC4 Material Texture Images. Vastaus. Saatavissa: <https://forums.autodesk.com/t5/revit-api-forum/ifc4-material-texture-images/m-p/8100858#M32008>. Hakupäivä 27.3.2019.
67. Seppälä, Antti 2018. Havainnekuvat tarjoavat silmäkarkkia, mutta todellisuus on toista – vertaa arkkitehdin suunnitelmia ja sitä mitä saatiin. Yle. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10527605>. Hakupäivä 27.3.2019.

68. Käyttöönotto. Prodlib. Saatavissa: <https://www.prodlib.com/kayttoonotto/>.
Hakupäivä 27.3.2019
69. Howarth, Dan 2018. Architectural rendering are “troublesome and problematic” says Es Devlin. Dezeen. Saatavissa: <https://architizer.com/blog/practice/tools/how-we-render-the-changing-image-of-architecture/>. Hakupäivä 28.3.2019.
70. Edelson, Zachary. How We Render: The Changing Image Of Architecture. Architizer. Saatavissa: <https://architizer.com/blog/practice/tools/how-we-render-the-changing-image-of-architecture/>. Hakupäivä 28.3.2019.
71. Bryant, Ross 2013. Architectural renderings now “indistinguishable from photos” says leading visual artist. Dezeen. Saatavissa: <https://www.dezeen.com/2013/10/20/peter-guthrie-on-hyper-realistic-visualizations/>. Hakupäivä 28.3.2019.
72. Nilsson, Natalie 2011. BIM Render 3D rendering solutions for manufacturers is released. BIMobject. Saatavissa: <https://www.bimobject.com/en-us/news/articles/bim-render-3d-rendering-solutions-for-manufacturers-is-released-715608>. Hakupäivä 1.4.2019.
73. YTV-päivitys käynnistyy. 2019. BuildingSMART Finland. Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/ytv-paivitys-kaynnistyy/>. Hakupäivä 1.4.2019.
74. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Täydentävä liite Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Tilaajan ohje. Mallinnustarkkuus. 2014. BuildingSMART Finland. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YTV2012_Taydentava_liite_ARK_Tilaajan_ohje.pdf. Hakupäivä 16.4.2019.



Tiedosto- muoto	Nimi		Vienti (Export)	Tuonti (Import)
.3ds	3D Studio File			AR, RV, LU, TM
.atl	Artlantis Document		AC, AR, RV*	AR
.atla	Artlantis Archive Document		AR	AR, TM
.dae	Collada (Digital Asset Exchange file)		AC, RV*	TM, LU
.dwg	Drawing		AC, RV	AC, AR, LU, RV
.dwf	Design Web Format		AC, AR, RV	AR
.dxf	Drawing exchange format file		AC, RV	AR, RV, LU, TM
.fbx	Filmbox		AC, RV	AR, TM, LU
.ifc	Industry Foundation Classes		AC, RV	AC, RV
.ls9s	Lumion saved file		LU	LU
.obj	Object		AR	AR, LU
.pla	Archicad Archive		AC	AC
.pln	Archicad Project		AC	AC
.rvt	Revit project file		RV	RV, AC
.skp	SketchUp file		AR	AR, RV, LU, TM
.tm	Twinmotion project file		TM	TM
.tma	Twinmotion Document		AR	TM

* Tarvitsee lisäosan

Merkkien selitykset

Natiivimallit
CAD - tiedostot
3D Vektoripohjaiset



AC = ArchiCAD
AR = Artlantis
LU = Lumion
RV = Revit
TM = Twinmotion

ARTLANTIS:



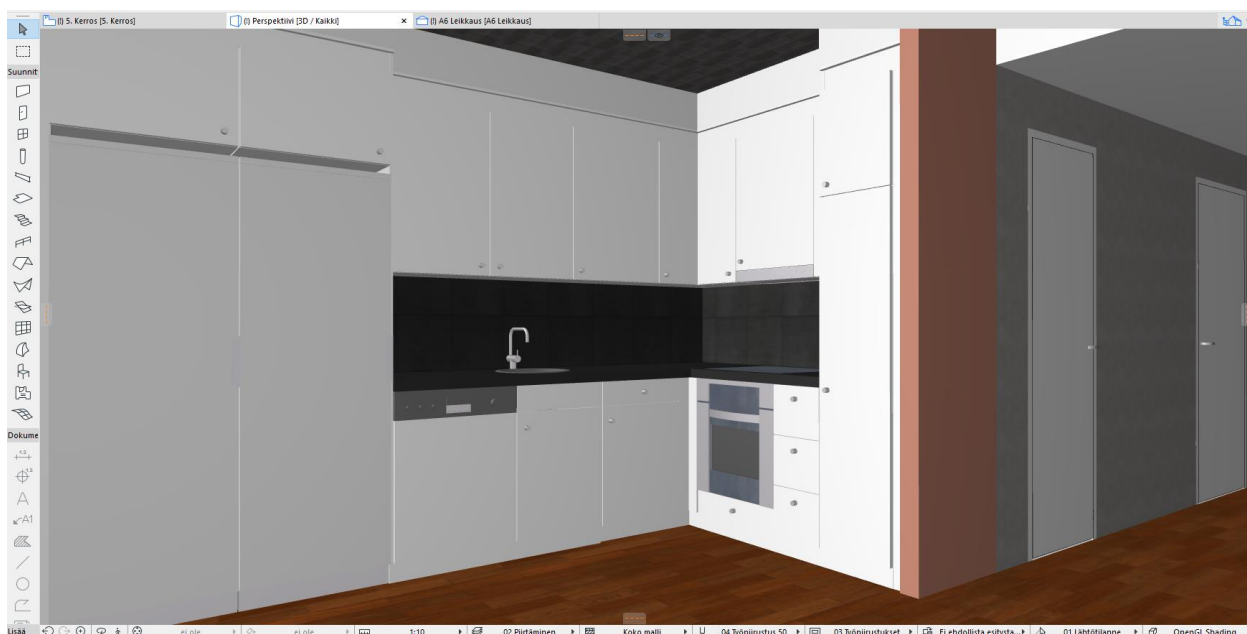
LUMION:



TWINMOTION:



RENDERÖIMÄTÖN ARCHICAD:



Twinmotion 2019

Osa	Nimi	Linkki	Kesto
1	Mallin tuonti Revit sovelluksesta ja materiaalien vaihto	https://youtu.be/zlkbBP2qFQg	9:35
2	Ympäristön lisäys ja muokkaus	https://youtu.be/ddMDZuIDJys	10:14
3	Ulkokalustus	https://youtu.be/LHHGWTvOxMc	6:11
4	Sisätilat ja valaistus	https://youtu.be/URk74AOmhHQ	5:43
5	Kuvien renderöinti	https://youtu.be/aQ4WyeBEtpE	3:29
6	Videon tekeminen	https://youtu.be/5omoduKD_Ek	5:09
7	Omien objektien lisääminen kirjastoon	https://youtu.be/UTfIjOjjD9E	3:53
8	Taustakuvan asettaminen sisäkuvaan	https://youtu.be/2mmMf9lvQYs	5:16
			<u>51:42</u>

Lumion 9

Osa	Nimi	Linkki	Kesto
1	Aloitus Revit & ArchiCAD	https://youtu.be/vfTpLiZ1mDA	4:59
2	Mallin tuonti ja materiaalien vaihto	https://youtu.be/21muyNX4I24	5:08
3	Street map ja landscape	https://youtu.be/OocKs5UXnws	4:39
4	Pihan kalustaminen	https://youtu.be/LK1NrecVZMQ	4:32
5	Pihavalaisimet	https://youtu.be/GdBOQUjHiBY	2:19
6	Kuvien renderöinti	https://youtu.be/6Fqlvx1MQsM	2:00
7	Mallin päivittäminen ja virheiden korjaus	https://youtu.be/YBLXmGR4kdU	4:30
8	Sisäkalustus	https://youtu.be/cyvj36qmT60	4:03
9	Sisävalaistus ja renderöinti	https://youtu.be/kK1nd_kKCFY	4:55
10	Videon luonti	https://youtu.be/qCnDj1P1Rh0	2:28
			<u>38:33</u>

Artlantis 7

Osa	Nimi	Linkki	Kesto
1	Aloitus	https://youtu.be/Hd1PgLFMSFY	5:27
2	Ulkokuva	https://youtu.be/7lyRTW8KkHE	8:26
3	Sisäkuva	https://youtu.be/llIR67bkylg	14:26
4	HDRI, Objektien hajottaminen, tekstuurit	https://youtu.be/DiTE61U_uE0	12:01
			<u>40:18</u>

TA=Tarveselvitys, HA=Hankesuunnittelu, EHD=Ehdotussuunnittelu, YS=Yleissuunnittelu, LUPA=Rakennuslupa, TOT=Toteutussuunnittelu, UR=Urakalaskenta, RA=Rakentaminen, VA=Vastaanotto, YL=Ylläpito

P=Pakollinen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (P1, P2, P3=suositeltavat tasot)

V=Valinnainen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (V1, V2, V3=suositeltavat tasot)

Tyhjä=Ei normaali mallinnustehtävä; mallinnustapa ja -laajuus sovitaan hankekohtaisesti

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	RA	VA	YL
12 Talo-osat										
121 Perustukset										
1211 Anturat (rakennemallin perusteella)										
1212 Perusmuurit				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1212 Peruspalkit										
1212 Ulkopuolinen pintarakenne										
1219 Erityiset perustukset										
122 Alapohjat										
1221 Alapohjalaatat		V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1222 Alapohjakanaalit				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1222 Alapohjan ritilät, kannet, luukut ja muut täydentävät rakennusosat						V1	V1	V1	V1	V1
123 Runko										
1231 Väestönsuojan lattiat			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan seinät			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan katto			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan sulkutila, hätäpoistumiskäytävä tai -aukko				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan suojaovet ja -luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan tikkaat, ilmanvaihtolaitteiden ja varusteiden suojahäkki				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1231 Väestönsuojan kriisiajan varusteet ja kuntakohtaiset varusteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1232 Kantavat seinät		V1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1233 Pilarit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1234 Palkit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1235 Väli pohjarakenne		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1236 Yläpohjarakenne		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Portaat ja lepotasot		V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Kaiteet ja käsijohteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1239 Erityiset runkorakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
124 Julkisivut										
1241 Ulkoseinät			P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1242 Ikkunat			P1	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunoiden lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunan vesipellit ja peitelistat										
1243 Ulko-ovet			V1	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3
1243 Ulko-ovien lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1244 Julkisivuvarusteet						P1	P1	P1	P1	P1
1245 Julkisivun lasirakenteet			V1	V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
125 Ulkotasot										
1251 Parvekkeen laatta- ja katosrakenne			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1251 Parvekkeen kaiteet ja käsijohteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1251 Parvekelasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1252 Katokset ja niiden rakenteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasot ja -portaat			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasojen kaiteet ja käsijohteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1253 Ulkotasojen lasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
126 Vesikatot										
1261 Vesikattorakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1261 Yläpohjan palo-osastointi				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Kulkurakenteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1262 Rästysrakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1262 Täydentävät rakenteet ja pellitykset										
1263 Vesikate aluskatteineen										
1263 Kattokaivot				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1264 Vesikattovarusteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1265 Lasikattorakenteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Lasikaton heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1265 Lasikaton seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Hoito- ja huoltotasot						P1	P1	P1	P1	P1
1266 Kattoikkunat ja luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1266 Kattoikkunoiden helat ja automatiikka						P2	P2	P3	P3	P3
1266 Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2

TA=Tarveselvitys, HA=Hankesuunnittelu, EHD=Ehdotussuunnittelu, YS=Yleissuunnittelu, LUPA=Rakennuslupa, TOT=Toteutussuunnittelu, UR=Urakkalaskenta, RA=Rakentaminen, VA=Vastaanotto, YL=Ylläpito

P=Pakollinen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (P1, P2, P3=suositeltavat tasot)

V=Valinnainen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (V1, V2, V3=suositeltavat tasot)

Tyhjä=Ei normaali mallinnustehtävä; mallinnustapa ja -laajuus sovitaan hankekohtaisesti

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	RA	VA	YL
13 Tilaosat										
1311 Kevyet väliseinät		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1312 Lasiväliseinät			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1315 Väliovet		V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1315 Väliovien lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1317 Tilaportaat ja lepotosot			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1317 Tilaportaiden kaiteet ja käsijohteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
132 Tilapinnat										
1321 Lattioiden pintarakenteet						V1	V1	V1	V1	V1
1322 Lattiapinnat										
1323 Sisäkattorakenteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1324 Sisäkattopinnot				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1325 Seinän pintarakenteet						V1	V1	V1	V1	V1
1326 Seinäpinnat										
133 Tilavarusteet										
1331 Vakiokiintokalusteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1332 Erityiskiintokalusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1333 Varusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1334 Vakiolaitteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1335 Tilaopasteet								V2	V2	V2
1336 Saniteettikalusteet				P1	P1	V2	V2	V2	V2	V2
1337 Saniteettivarusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
134 Muut tilaosat										
1341 Hoitotasot ja kulkurakenteet sisältäen hoitotasojen portaat ja askeimat				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1341 Hoitotasot talon rungosta erilliset runkorakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1341 Kaiteet ja käsijohteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1342 Tulisijat ja savuhormit				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
135 Kevyet tilaelementit										
1351 Kylpyhuone-elementit										
1352 Kylmähuone-elementit										
1353 Saunaelementit										
1354 Talotekniikan tilaelementit										
1355 Hormielementit										
1359 Erityiset tilaelementit										
9 Laajuustiedot										
91 Ohjelma-alat										
911 Rakennusosien ohjelma-alat										
9111 Alueen ohjelma-alat										
9112 Rakennuksen ohjelma-alat										
9113 Tilojen ohjelma-alat										
912 Tekniikkaosien ohjelma-alat										
92 Alueiden pinta-alat										
921 Tonttien alat	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
922 Korttelien alat										
923 Rakennusalue										
924 Liikennealue										
929 Erityiset alueiden pinta-alat										
93 Rakennuksen kokonaisalat										
931 Bruttoala	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
932 Kerrostasoalat	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
933 Huoneistojen alat	V2	P2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
934 Tilaryhmien alat	V2	P2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
935 Huonealat	V2	V2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
9351 Alle 1600 mm korkeat huonealat				V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
9361 Runkorakennusosien alat										
9362 Ei-kantavien rakennusosien alat										
94 Osastot										
9411 Palo-osastojen alat										
95 Tilvuudet										
95 Rakennukset tilavuus		V2	V2	V2	V2					