



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

REVIT-OPAS AFRY FINLAND OY: LLE

Revit-videokurssi ja tietomallintamisen yhtenäistäminen

TEKIJÄ: Jani Naumanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusarkkitehtuurin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Jani Naumanen			
Työn nimi Revit-opas Afry Finland Oy: lle, laatu järjestelmän kehittäminen ja mallintamisen yhtenäistäminen			
Päiväys	5.5.2020	Sivumäärä/Liitteet	54/3
Ohjaaja(t) lehtori Viljo Kuusela ja yliopettaja Janne Repo			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Afry Finland Oy			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Afry Finland Oy:n (myöhemmin Afry) käyttöön Revit-opas ja videokurssi, jonka avulla Autodesk Revit -ohjelman opettelu ja päivittäinen käyttö olisi mahdollisimman vaivatonta ja yhtenäistä työntekijöiden kesken. Afryn Kuopion toimistolla oli suuri tarve Revit-asiiantuntijoista, sillä monet rakennusalan projektit vaativat tietomallipohjaista suunnittelua. Tilajana toimi Afry Finland Oy. Afry on kansainvälinen konsultointi- ja suunnitteluyritys, joka toimii eritoten energia-, teollisuus- sekä infra-alalla. Videokurssi ja muu materiaali tuli ensin Afryn Kuopion toimistolle käyttöön ja sen jälkeen muiden Suomessa sijaitsevien Afryn toimistojen käyttöön.</p> <p>Työn keskeinen sisältö oli Revit-videokurssi, joka on tukena työntekijöiden kouluttamisessa ja Revit-osaamisen kehittämisessä. Tavoitteena oli se, että jokainen videokurssin läpi käynyt työntekijä hallitsee ohjelman perusteet ja pystyy käyttämään Revit-ohjelmaa jokapäiväisessä projektityöskentelyssä. Minimitavoitteena oli se, että työntekijä pystyisi muokkaamaan olemassa olevia malleja. Opinnäytetyöprosessi sisälsi videokurssin suunnittelemisen, videomateriaalin tuottamisen ja mallinnusohjeen laatimisen. Lisäksi opinnäytetyössä tutkittiin opetusmateriaalin ja videokurssin tehokkuutta haastattelututkimuksella. Haastattelututkimuksessa haastateltiin seitsemää työntekijää puolistrukturoidulla haastattelulla.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena valmistui Revit-videokurssi, joka sisältää noin kuusi tuntia videomateriaalia, harjoitustöitä ja esimerkkiprojekteja kuten myös yhtenäisen mallintamisen ohjeen. Tilajalle saatiin tuotettua kustannustehokas tapa kouluttaa työntekijöitä, ja varmistaa mallintamisen laatua.</p>			
Avainsanat Revit, BIM, tietomallintaminen, videokurssi			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Architecture			
Author(s) Jani Naumanen			
Title of Thesis Revit guide to Afry Finland Inc., developing the quality system and unifying modelling			
Date	5 May 2020	Pages/Appendices	54/3
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Senior Lecturer and Mr. Janne Repo, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Afry Finland Inc.			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to compile a Revit guide and a video course for Afry Finland Inc., which could help making the learning process and daily use of Autodesk Revit as effortless and unified among the employees as possible. Afry's Kuopio office had a need for professional Revit users as many construction projects require BIM based designing. The project was commissioned by Afry Finland Inc. Afry is an international consultant office which specializes in energy, industry and infra sectors. The video course and other produced material was first introduced to the Kuopio office and then later to other Afry's offices located around Finland.</p> <p>The key content was the Revit video course which has a supporting role in educating Afry's employees and developing internal Revit competence. The purpose was that every employee who has done the video course would be able to master the basics of Revit and use Revit in the daily working life. The purpose was that an employee would at least be able to modify existing models. This thesis included the designing of the video course, production of the video material and compiling the Revit guide. In addition to that, the effectiveness of the video course and other educational material was studied through interviews. Seven employees were interviewed by using a semi-structured interview.</p> <p>The result of this thesis was a Revit video course which includes about six hours of video material, training exercises, example projects and a guide for unified building information modelling. The client was provided with a cost-effective tool to educate its employees and ensure the quality of building information modelling.</p>			
Keywords Revit, BIM, building information modelling, video course			

ESIPUHE

Tahdon kiittää Afry Finland Oy:tä upeasta mahdollisuudesta toimia osana tiimiä ja oppia uutta työtä tekemällä. Lisäksi tahdon kiittää Afryn Mikael Mobergia, Jarkko Soinista ja Petri Pöllästä, jotka auttoivat opinnäytetyön tuloksena syntyneen materiaalin hiomisessa ja tuottamisessa. Tahdon myös kiittää jokaista haastattelututkimukseen osallistunutta.

Aune Naumasen muistolle.

Nurmijärvellä 5.5.2020

Jani Naumanen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	TIETOMALLINTAMINEN JA YLEISET TIETOMALLIVAATIMUKSET	9
2.1	Tietomallintaminen ja Afry	9
2.2	Tietomallintaminen yleisesti	9
2.3	Mallintamisen tarkkuustasot.....	11
2.4	Tietomallintamisen hyödyt.....	11
2.4.1	Rakennuttajan hyödyt	11
2.4.2	Suunnittelijan hyödyt.....	12
2.4.3	Rakentamisen hyödyt	14
2.4.4	Rakentamisen jälkeiset hyödyt	14
2.5	Tietomallintaminen ja suunnittelijat	15
2.6	Yleiset tietomallivaatimukset.....	15
2.7	Arkkitehtisuunnittelun tietomallivaatimukset	16
2.7.1	Tietomallivaatimukset tarveselvityksessä	16
2.7.2	Tietomallivaatimukset hankesuunnittelussa	17
2.7.3	Tietomallivaatimukset ehdotussuunnittelussa	18
2.7.4	Tietomallivaatimukset yleissuunnittelussa	19
2.7.5	Tietomallivaatimukset toteutussuunnittelussa.....	20
2.7.6	Tietomallivaatimukset rakentamisvaiheessa	20
2.7.7	Vastaanotto	21
2.7.8	Käyttöönotto ja ylläpito	21
3	MALLINTAMISEN LAATU	22
3.1	Mallintamisen laatu lyhyesti	22
3.2	Laatujärjestelmä	22
3.3	Tietomallin laadunvarmistusprosessi.....	22
3.3.1	Tietomallin laadunvarmistusprosessi eri osapuolten näkökulmista.....	23
3.3.2	Muutosten hallinta.....	23
3.3.3	Tietomallin laadunvarmistaminen	23
3.3.4	Yhdistetty malli	24
3.3.5	Vastuut	24
3.3.6	Laatujärjestelmä Afrylla	24

4	OPPIMISPROSESSI JA OPITUN TIEDON YLLÄPITÄMINEN.....	25
4.1	Opinnäytetyön pedagoginen osuus.....	25
4.2	Uuden tiedon omaksuminen	25
4.2.1	Aika, vaiva ja motivaatio.....	25
4.2.2	Ihmisen keskittymiskyky	26
4.2.3	Oppimisen jaksottaminen	26
4.2.4	Edeltävän tiedon vaikutus oppimiseen	26
4.2.5	Aivot ja oppiminen multimedian kautta.....	27
4.2.6	Mielen on oltava aktiivinen.....	27
4.3	Opitun tiedon ylläpitäminen	28
4.3.1	Informaation tunnistaminen ja hakeminen	29
4.3.2	Ensimmäisen ja viimeisen asian muistaminen.....	29
4.3.3	Ihminen unohtaa ajan myötä	29
4.3.4	Muistaminen on rakentava prosessi	30
4.3.5	Unohdettu informaatio avuksi	30
4.3.6	Ihmisen muistin vaikutus informaatioon.....	30
4.4	Miksi siis juuri videokurssi?	31
5	REVIT-OPPAAN JA VIDEOKURSSIN TEKEMINEN.....	32
5.1	Yleistä Revit-opetusmateriaalin tekoprosessista.....	32
5.2	Käytössä olevat resurssit	32
5.3	Revitin lyhyt historia.....	32
5.1	Revitin vahvuudet ja heikkoudet	33
5.2	Materiaalin suunnittelu	33
5.2.1	Aloituspohja ja mallintamisen tarkkuustaso	33
5.2.2	Tekstimuotoinen opas	35
5.2.3	Revit-videokurssi.....	36
5.2.4	Videokurssin kansiorakenne	37
5.3	Videomateriaalin tekeminen – esimerkkinä seinätyökalu	39
5.4	Opinnäytetyö osana rakennushanketta	41
6	HAASTATTELUTUTKIMUS VIDEOKURSSISTA	43
6.1	Puolistrukturoitu haastattelu kvalitatiivisen tutkimuksen työvälineenä	43
6.2	Aineiston kerääminen.....	44

6.3	Haastateltavien taustaa	44
6.4	Haastatteluiden analysointi	44
6.5	Tutkimuksen tulokset	45
6.5.1	Kuinka paljon on opittu?	45
6.5.2	Videokurssin tuoma hyöty	46
6.5.3	Videokurssin tehokkuus	46
7	TULOKSET JA POHDINTA	48
	LÄHTEET	50
	KUVALUETTELO	53
	LIITE 1: TEEMAHAASTATTELUN SUOMENKIELINEN RUNKO	54
	LIITE 2: TEEMAHAASTATTELUN ENGLANNINKIELINEN RUNKO	54
	LIITE 3: ESIMERKKI SISÄLLÖNANALYYSISTA.....	54
	LIITE 1: TEEMAHAASTATTELUN SUOMENKIELINEN RUNKO	55
	LIITE 2: TEEMAHAASTATTELUN ENGLANNINKIELINEN RUNKO	56
	LIITE 3: ESIMERKKI SISÄLLÖNANALYYSISTA.....	57

1 JOHDANTO

Työn tilaajana toimii Afry Finland Oy:n Kuopion toimisto. Olin Afrylla harjoittelijana kesällä 2018 ja nopeasti kävi ilmi, että toimiston Revit-osaaminen oli osittain heikkoa ja suurin osa arkkitehtityökentelystä tehtiin vanhanaikaisesti kahdessa ulottuvuudessa AutoCadilla. Tämä oli ongelma, sillä rakennusala on yhä nopeammin siirtymässä BIM-aikakaudelle, eikä Afry pystynyt jättäytymään tästä kelkasta. Henkilökunnan kouluttaminen on kuitenkin kallista ja koulutuksen jälkeen opittujen taitojen ylläpitäminen voi olla hankalaa. Tästä syystä päätettiin tuottaa toimistolle omat oppimateriaalit, jolla Afryn työntekijät pystyisivät ylläpitämään ja kehittämään omia taitojaan. Jotta mallintaminen olisi tulevaisuudessa yhtenäistä, päätettiin myös tuottaa toimistolle ohjeet yhtenäiseen mallintamiseen, sekä oppimista helpottava Revit-aloituspohja.

Tehtävänantona oli laatia Afry Finland Oy:n käyttöön soveltuvaa oppimateriaalia, jotta Autodesk Revit -ohjelman päivittäinen käyttäminen olisi mahdollisimman vaivatonta ja helppoa. Lopullisen materiaalin tiedostomuotoja mietittiin ja päädyimme siihen tulokseen, että itse oppimateriaali olisi videomuodossa ikään kuin videokurssina. Ohjeet olisivat pdf-tiedostoina ja mahdolliset esimerkkiprojektit, objektit ja aloituspohjat Revit-tiedostoina asiaankuuluvalla tavalla joko .rfa-, .rte- tai .rvt-tiedostoina.

Opinnäytetyössä syntyvän materiaalin tekemiseen sain käyttää itse valitsemiani menetelmiä. Päätin käyttää netistä ilmaiseksi saatavia nauhoitus- ja editointiohjelmia, sekä tavanomaista tekstinkäsittelyohjelmaa. Tämän lisäksi minulta sattui valmiiksi löytymään mikrofoni, joten oman ääneni nauhoittaminen oppimateriaaliin kävi suhteellisen helposti.

Tässä opinnäytetyön raporttiosuudessa kerron tarkemmin menetelmistäni ja siitä, miten opinnäytetyön tekemisen aikana kerääntynyt materiaali on tehty. Käydään läpi mitä ohjelmia on käytetty, mihin tarkoitukseen ja kuinka olen alkanut kokoamaan oppimateriaalin sisältöä. Pyrin selvittämään lukijalle, miksi kokoamani videokurssi on rakenteeltaan sellainen kuin on ja miksi uskon oppimisen olevan tehokasta tämänkaltaisen materiaalin kautta. Lopuksi vielä pyrin itsereflektioon, jossa käydään läpi opinnäytetyön aikana oppimaani ja sitä, kuinka opinnäytetyön on onnistunut tai olisi voinut olla erilainen. Kenties jopa parempi.

2 TIETOMALLINTAMINEN JA YLEISET TIETOMALLIVAATIMUKSET

2.1 Tietomallintaminen ja Afry

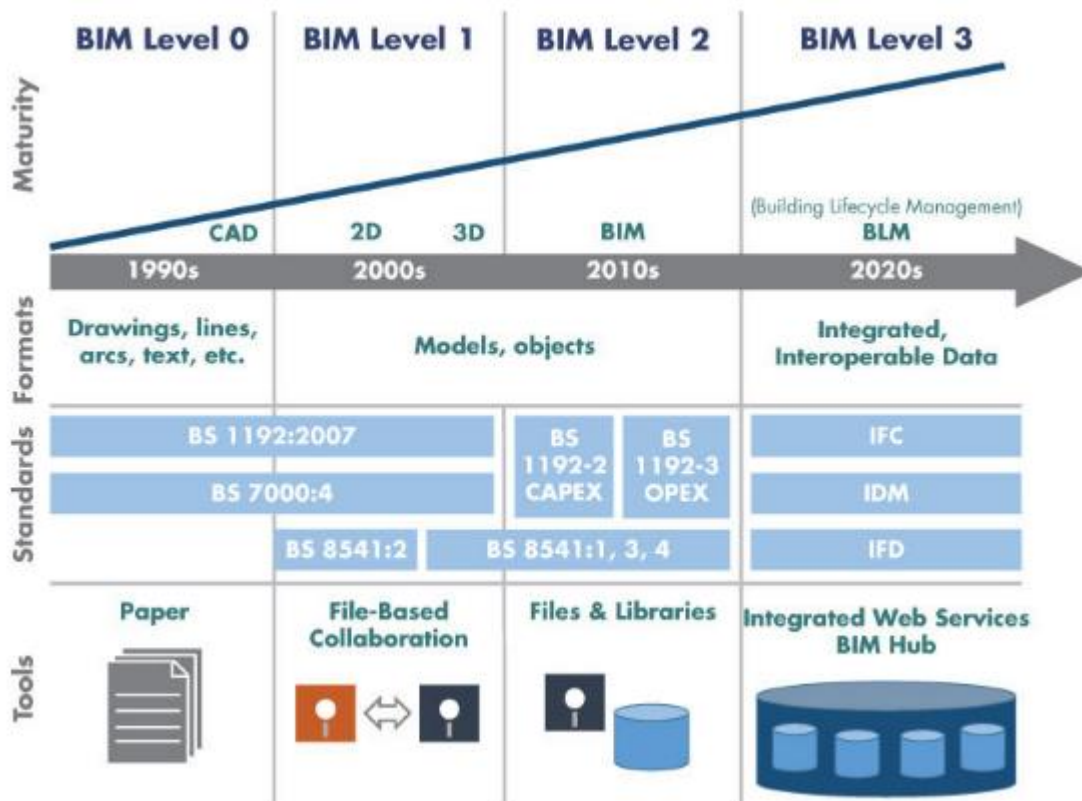
Vaikka Afrylla on vankkaa ammattiosaamista Tekla Structures -ohjelmiston käytössä, on arkkitehti-puolella rakennusten mallintaminen vielä aika pitkälti lasten kengissä. Työ tehdään lähes täysin 2D-pohjaisesti Kuopion toimistolla. Toki Afryn pääkonttorissa Vantaalla tilanne on lähestulkoon päinvas-tainen. Suurin osa työstä tehdään Autodesk Revit 2018 -versiolla ja vain pieni osa arkkitehtiosaston henkilökunnasta tekee työnsä 2D-pohjaisesti. Mallintaminen on kuitenkin hyvin epäjohdonmukaista ja moni onkin kehittänyt omia työtapojaan. Minkäänlaista laatujärjestelmää mallintamisen suhteen ei siis ole ja etenkin projektin perustamisrutiinit olisi hyvä saada kaikille yhteisiksi. (Moberg, 2019-04-02.)

2.2 Tietomallintaminen yleisesti

Jotta voisimme ymmärtää tietomallintamisen arvokkuutta rakennusalalle, on meidän ensin ymmär-rettävä mitä tietomallintaminen oikeastaan on ja mitä se pitää sisällään. Tietomallintaminen, eli BIM (Building Information Modeling), on rakennuksen koko elinkaaren aikaisten tietojen siirtämistä digi-taaliseen muotoon (Ril.easypage.fi). National Building Information Modeling Standard (NBIMS) komi-tee määrittelee tietomallintamisen seuraavasti: Tietomallintaminen on digitaalinen esitys rakennuk-sen fyysisistä ja toiminnallisista ominaisuuksista. Tietomalli on rakennuksen informaation jaettu tie-topankki, joka muodostaa luotettavan alustan päätöksenteolle rakennuksen koko elinkaaren ajaksi luonnostelusta purkuvaiheeseen (Nationalbimstandard.org). Tietomallintamisen ansiosta meillä voi olla yhden tai useamman rakennuksen kolmiulotteinen virtuaalimalli, joka sisältää jokaisen raken-nusvaiheen tiedot mahdollistaen entistä paremman informaation hallinnan ja analysoinnin. Tämä taas johtaa parempaan rakentamisen laatuun sekä kustannusten pienentymiseen.

Tietomallintaminen jaetaan neljään tasoon (kuva 1). Taso 0 on hyvin hallitsematonta suunnittelua ja alkeellista CADia (Computer Assisted Design) tarkoittaen sitä, että työt tehdään hyvin todennäköi-sesti 2D-pohjaisesti ja informaatiota jaetaan perinteisten paperipiirustusten välityksellä PDF-formaa-tissa. Tietomallintamisen ensimmäinen taso yhdistää 3D- ja 2D-työskentelyn. Kolmiulotteista suun-nittelua käytetään lähinnä luonnostelussa ja tarkempi suunnittelu tehdään tällä ensimmäisellä tasolla lähinnä kaksiulotteisesti. Informaatiota siirretään yhteisen digitaalisen tietopankin välityksellä. Tieto-mallintamisen toinen taso on jo hieman edistyksellisempi. Jokainen työntekijä työstää omaa 3D-mal-liansa ja informaatio siirtyy yhteisen tiedostoformaatin kautta, yleensä IFC. Tämä mahdollistaa minkä tahansa organisaation yhdistää heidän omat tietonsa toisen organisaation kanssa oman suun-nittelualan sisällä. Tällöin päätöksenteko ja reagoiminen muutoksiin on helpompaa ja nopeampaa. Kolmas ja viimeinen tietomallintamisen taso tarkoittaa täyttää yhteistyötä suunnittelualojen välillä käyttäen yhtä jaettua projektimallia, joka sijaitsee yhteisessä projektipankissa, yleensä jossain pilvi-

palvelussa. Kaikki projektin osapuolet pystyvät muokkaamaan tätä päämallia ja ottamaan siitä tarvitsemansa informaation. Hyöty on se, että tämä niin sanottu avoin BIM poistaa viimeisenkin riskin risiriitaisesta informaatiosta (Sacks, Eastman, Lee ja Teicholz 2018, luku 1.4).



Kuva 1. Tietomallintamisen tasot (Sacks 2018)

Sen lisäksi, että tietomallintaminen jaetaan eri tasoihin, jaetaan se myös ulottuvuuksiin. Kolmeulotteinen tietomallintaminen on meille tuttua. Se on prosessi, jossa tuotetaan rakennuksesta kolmeulotteinen virtuaalimalli. Tämä virtuaalimalli yhdistää mallipohjaisen ja tietokantaan sidotun suunnittelun tarkoittaen sitä, että graafinen data, kuten 3D-malli, on koko ajan linkitettyä ei-graafiseen dataan, kuten taulukoihin. Ne jakavat yhteisen dataympäristön. Neljännen ulottuvuuden tietomallintamiseen lisää vaihteistusta. Tietomallin komponentteihin siis lisätään dataa siitä, milloin mikäkin rakennuksen komponentti rakennetaan. Tämä neljäs ulottuvuus mahdollistaa esimerkiksi visualisoinnin projektin etenemisestä ja kehitymisestä ja se myös auttaa aikataulujen suunnittelussa. Viides ulottuvuus lisää tietomalliin muun informaation lisäksi kustannukset. Tämä mahdollistaa kustannuslaskennan suoraan virtuaalimallista. Tietomalli ilmoittaa, kun siihen on tehty muutoksia ja ottaa kyseiset muutokset huomioon myös kustannuksissa. Koska kaikki tieto on jatkuvasti linkitettyä kaikkeen niin hintaa laskevat taulukot päivittyvät sitä mukaan, kun muutoksia tehdään. Kuudes ja viimeinen ulottuvuus sisältää koko elinkaaren aikaisen informaation hinnasta vaihteistukseen ja 3D-mallista 2D-piirustuksiin. (Thenbs.com.) Toisin sanoen kuudes ulottuvuus saadaan ynnäämällä edelliset ulottuvuudet yhteen tietomalliin. Tällainen tietomalli mahdollistaa nopean tavan päästä käsiksi helposti ymmärrettävään informaatioon. Tämä myös helpottaa rakennuksen ylläpidon suunnittelua, kertoen milloin korjaukset

ovat taloudellisesti kannattamattomia ja milloin olemassa olevat rakenteet muuttuvat kannattamattomiksi tai ovat korjausta vailla.

Tietomallintamisen tavoitteena on tukea suunnittelun laatua, sekä tehostaa yhteistyötä eri alojen välillä. Tietomallintaminen on eritoten hyödyllistä dynaamisen informaation luomiseksi, jolloin data ei kulje vain alhaalta ylös tai ylhäältä alas, vaan data on kaikkien saatavilla. Jotta mallintaminen onnistuisi, on hankkeelle asetettava hankekohtaiset painopisteet ja tavoitteet (YTV 2012 osa 3, 4.). Hankkeen tietomallin tavoitteet sovitaan siis hankekohtaisesti. Joissain projekteissa saattaa riittää, että mallinnetaan vain rakennuksen ulkokuoret. Joissain projekteissa joudutaan menemään syvemmälle tietomallintamisen maailmaan.

2.3 Mallintamisen tarkkuustasot

Tietomallin tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti sen mukaan mihin käyttöön malli tulee. Tarkkuustasot jaetaan YTV 2012:n mukaan kolmeen tasoon:

Taso 1, käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosat on nimetty kuvaavasti.

Taso 2, käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi määritelty ja oikean niminen ja tuoteosat mallinnettu niin, että kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista.

Taso 3, käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulutus ja hankinnat; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, hankintaa varten oleelliset tiedot ovat attribuutti tms. kenttinä rakennusosissa ja ne voidaan listata (esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat, db-vaatimukset jne.) (YTV 2012 osa 3, 7.)

Jokaisella tarkkuustasolla on määritelty, kuinka tarkasti rakennusosat mallinnetaan. Nämä tarkkuusvaatimukset voi tarkistaa YTV 2012 täydentävästä liitteestä.

2.4 Tietomallintamisen hyödyt

Rafael Sacks (2018) ottaa kirjassaan BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling For Owners, Designers, Engineers, Contractors and Facility Managers kantaa siihen minkälaista hyötyä kukin rakennushankkeen osapuoli saa tietomallintamisesta.

2.4.1 Rakennuttajan hyödyt

Tietomallintaminen on suuressa osassa arkkitehtien luonnossuunnittelussa. Ennen kuin rakennushankkeeseen ryhtyvää ottaa yhteyttä arkkitehtiin on tarpeellista selvittää, onko tietyn kokoinen ja tiettyyn laatuluokkaan kuuluva rakennus mahdollista rakentaa tietyllä budjetilla ja tietyssä aikataulussa. Vastaako rakennus rakennuttajan likviditeettiä eli maksukykyä. Tämä on syytä selvittää ajoissa, sillä jos liian isot kustannukset selviävät vasta kun rakennusta on rakennettu jo iso osa, on se hyvin haaskaavaa ja luontoa rasittavaa. Tästä syystä on hyvä tehdä karkea luonnos rakennuksen

tietomallista, johon voidaan linkittää kustannustietoa. Tästä voidaan arvioida rakennuksen aiheuttamat kustannukset, jolloin jokaisella osapuolella on jo luonnosvaiheessa selvillä, minkälaiseen hankkeeseen kukin on ryhtymässä.

Tietomallintaminen myös lisää rakennuksen tehokkuutta sekä laatua. Ennen kuin aletaan mallintamaan yksityiskohtaista tietomallia, on hyvä tehdä karkea luonnosmalli tai tilamalli. Tällainen malli voidaan tehdä joko massoilla tai käyttämällä oikeita elementtejä. Karkealla luonnosmallilla voidaan arvioida, tuleeko rakennus saavuttamaan sille asetetut tila- ja laatutavoitteet. Tällaisesta mallista voidaan myös tuottaa energia-analyyssejä, jolloin rakennukselle asetetut energiatavoitteet ovat helpommin saavutettavissa ja hallittavissa.

Tietomallintaminen parantaa yhteistyötä rakennuttajan ja suunnittelijoiden välillä. Suunnittelijat sekä rakennuttaja voivat käyttää tietomallia suunnittelun alusta lähtien parantaen jokaisen osapuolen ymmärrystä projektista, sen vaatimuksista ja kustannuksista. Tällöin myös informaatio on saatavilla jokaiselle projektin jokaisella hetkellä, jolloin vältytään turhalta papereiden pyörittämiseltä ja sen aiheuttamilta viivästyksiltä. (Sacks, Eastman, Lee ja Teicholz 2018, luku 1.7.1.)

2.4.2 Suunnittelijan hyödyt

Tietomallintaminen mahdollistaa entistä aikaisemman ja tarkemman visualisoinnin (kuva 2). Sen sijaan, että projektin osapuolet joutuisivat työskentelemään 2D-kuvien perusteella, tietomalliohjelmat antavat automaattisesti 3D-näkymiä ulos. Tämä auttaa ymmärtämään rakennuksen todellista ulkonäköä, rakennuksessa käytettäviä materiaaleja ja sen viemää tilaa. Aikaisessa vaiheessa tehty visualisointi myös antaa kilpailullisen edun muihin toimistoihin nähden.



Kuva 2. Tietomallin pohjalta tehtyä visualisointia (Naumanen 2019)

Tietomalliohjelmat pystyvät yleisesti ottaen antamaan virtuaalimallin objekteille parametrisiä sääntöjä, jotka varmistavat sen, että objektit sijoittuvat malliin oikein. Tästä syystä matalan tason muu-

tokset geometriassa, kuten seinän siirtäminen, ei aiheuta törmäyksiä objektien välillä. Hyvin toteutettuna tämä vähentää tarvetta erilliselle pienten muutosten koordinaatiolle ja ehkäisee virheitä sekä törmäyksiä tietomallissa.

Myös tulosteet ovat tietomallintamisen ansiosta helposti saatavissa rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa. Tietomalli mahdollistaa myös sen, että 2D-piirustuksia saadaan mistä tahansa näkymästä tai rakennuksen osasta johtuen siitä, että objektit ovat mallissa yleisesti ottaen kolmeulotteista geometriaa, josta voidaan ottaa leikkauksia ja projektioita. Koska tietomallintamisessa kaikki tieto on jatkuvasti yhteydessä toisiinsa, niin tietomallista saatavat 2D-piirustukset päivittyvät itsestään, kun tietomalliin tehdään muutoksia esimerkiksi 3D-näkymässä. Tämä vähentää mahdollisten virheiden määrää piirustuksissa. Tämä vähentää myös huomattavasti piirustusten tuottamiseen tarvittavan työn määrää, sillä kun rakennukseen tehdyt muutokset on tehty, voidaan tietomallista ottaa ulos välittömästi päivitetty piirustukset.

Tietomallintamisen ansiosta yhteistyö eri suunnittelualojen välillä on helpompaa ja mahdollista tehdä aikaisemmin. Vaikka suunnittelualat käyttävät yleisesti ottaen omaan tarkoitukseensa tehtyjä ohjelmia, tukevat lähes kaikki tietomallinsohjelmistot yhteistä tiedostomuotoa. Täten voidaan koordinoita useamman suunnittelualan tuottamaa 3D-mallia yhdessä koontimallissa. Tämä taas vähentää suunnittelutyöhön kuluvaan aikaan ja tekee suunnitelmien yhteensovittamisesta entistä helpompaa. Koska suunnitelmat voidaan sovittaa yhteen koontimallissa, niin myös mahdolliset virheet ja parannusmahdollisuudet huomataan entistä helpommin ja nopeammin. Tämä tekee suunnittelusta kustannustehokkaampaa.

Tietomalli auttaa varmistamaan, että suunnitelmat yltyvät haluttuun laatuun. 3D-visualisoinnin takia pystymme jo lähes yhdellä vilkaisulla toteamaan täyttääkö rakennus halutut esteettiset vaatimukset. Kuten jo rakennuttajan hyödyt -osiossa puhuttiin, tietomallintaminen mahdollistaa entistä aikaisemman kustannusarvioinnin, joten voidaan tarkistaa täyttääkö rakennus taloudelliset vaatimukset. Usein teknisten rakennusten, kuten laitosten, sairaaloiden ja muiden vastaavien suunnittelun lähtökohdat on määritelty kvantitatiivisesti. Tietomallista saatavat taulukot ja luettelot mahdollistavat nopean tarkastelun siitä, täyttääkö rakennus sille asetetut rakennusosien määrät. 3D-malli auttaa tarkastamaan kvalitatiiviset vaatimukset, kuten onko jokin tila tarpeeksi lähellä toista tilaa.

Viimeinen suunnittelijoihin kohdistuva hyöty on energiatehokkuuden ja ylläpidon parantaminen. Tietomallista saatava informaatio on mahdollista linkittää erilaisiin energia-analyysityökaluihin. Joskus tietomalliohjelmien sisältäkin löytyy energia-analyysityökaluja tai energia-analyyseja varten tehtyjä lisäosia. Tämän ansiosta voidaan tuottaa arvioita mahdollisesta energiatehokkuudesta jo suunnittelun aikaisessa vaiheessa, kun taas kaksikulotteisessa ympäristössä energia-analyyseja voidaan tuottaa suunnitteluprosessin lopussa, jos ollenkaan johtuen siitä geometrian datan määrästä, jota energia-analyysit tarvitsevat. (Sacks, Eastman, Lee ja Teicholz 2018, luku 1.7.2.)

2.4.3 Rakentamisen hyödyt

Tietomallia voidaan käyttää rakentamisen pohjana, jos tietomalli on tehty tarpeeksi yksityiskoh- taiseksi. Tietomalli pystyy sisältämään kaiken tarvittavan informaation mitä rakentamiseen tarvitaan. Koska rakennusosat on jo tietomallissa määritelty, niiden automaattinen valmistaminen käyttäen numeerista dataa helpottuu. Tällainen automaatio on standardi esimerkiksi terästuotannossa ja täl- laista automaatiota voidaan myös käyttää esimerkiksi paikallavaluelementtien tai lasiosien valmistuk- sessa. Tietomallin tarkkuus mahdollistaa myös rakennusosien valmistamisen työmaan ulkopuolella sen sijaan, että rakennusosa tulisi valmistaa mittatilaustyönä työmaalla. Tämä johtaa siihen, että työmaalla ei tarvita yhtä paljon työmiehiä rakennusosien asentamiseen. Tämä nopeuttaa asenta- mista ja vapauttaa tilaa työmaalta säästäten taas kerran kustannuksia.

Tietomallin ansiosta myös työmaalla osataan reagoida mahdollisiin muutoksiin entistä nopeammin. Esimerkiksi mobiililaitteisiin on saatavilla applikaatioita, joiden avulla tietomalleja voidaan katsoa hel- posti ja nopeasti työmaalla. Euroopan johtava mobiilitietomalliapplikaatio on Dalux BIM viewer. Näin työmaalla saadaan informaatio tietomalliin tehdyistä muutoksista lähes välittömästi. Tietomallintami- nen auttaa myös huomaamaan virheitä tai laiminlyöntejä ennen rakentamisen aloittamista. Koska yksi ja sama malli on kaikkien 2D-piirustusten lähteenä, voidaan poistaa perinteisestä epäjohtonmu- kaisesta 2D-piirtämisestä johtuvat virheet sekä ristiriidat. Tämän lisäksi jokaisen suunnittelualan te- kemät mallit voidaan yhdistää, jolloin on helppo tarkistaa tietomallit mahdollisten törmäysten ja vir- heiden varalta. Näin rakentamisvaiheen aikaiset ongelmat huomataan ennen varsinaista rakenta- mista. Tietomallintamisen ansiosta myös koordinointi sekä kommunikaatio suunnittelijoiden ja ura- koitsijoiden välillä helpottuu. Tämä nopeuttaa rakennusvaihetta ja minimoi todennäköisyydet ikäviin lakikiistoihin.

4D tietomallintamisessa lisätään tietoa jokaiseen elementtiin projektin vaiheistuksesta. Näin on mah- dollista simuloida työmaan kulkua rakentamisen aikana, jolloin projektin aikataulutusta sujuu helpom- min ja tarkemmin. Tällainen graafinen visualisointi rakentamisesta voi paljastaa piileviä ongelmia työmaalla esimerkiksi turvallisuuteen liittyen ja kenties avaa ikkunoita uusille parannusmahdollisuu- sille. Koska hyvin tehdystä tietomallista voidaan ottaa ulos taulukoita, voidaan tietomallia käyttää apuna myös hankintojen tekemisessä. Tietomallista on mahdollista saada määrät jokaiselle 3D-ob- jektille, sekä hyvin usein myös 2D-objekteille. Tällöin rakennusmateriaalien hankinnat ovat tarkem- pia, vähentäen ylijäämää ja säästäten kustannuksia. (Sacks, Eastman, Lee ja Teicholz 2018, luku 1.7.3.)

2.4.4 Rakentamisen jälkeiset hyödyt

Käyttöönotto ja huolto-oppaan luovutus sujuu helpommin tietomallintamisen ansiosta. Rakentamis- prosessin aikana pääurakoitsija kerää tietoja rakennuksen materiaaleista ynnä muusta vastaavasta ja tuottaa kerätystä tiedosta huolto-oppaan. Tämä tieto voidaan linkittää tietomallin objekteihin, jol- loin iso osa tarvittavasta datasta on käytössä jo rakentamisen aikana. Tämä helpottaa kiinteistön ylläpitämistä huomattavasti. Tietomallin avulla voidaan myös tarkistaa, että kiinteistön järjestelmät

toimivat kuten on suunniteltu. Tietomallin avulla voidaan myös arvioida tulevaisuuden korjausvaatimuksia. Tietomallin tarkoitus on siis koota rakennuksen koko elinkaaren aikainen informaatio ja helpottaa kiinteistönhallintaa. (Sacks, Eastman, Lee ja Teicholz 2018, luku 1.7.4.)

2.5 Tietomallintaminen ja suunnittelijat

Siinä missä perinteinen kahdessa ulottuvuudessa tapahtuva tietokoneavusteinen suunnittelu lähinnä automatisoi joitain käsin piirtämisen osa-alueita, tietomallintaminen antaa suunnittelijan työhön kokonaan uusia työtapoja ja näkökulmia. Se automatisoi suunnitelmien yhteensovittamista, detaljointia ja taulukointia. Se mahdollistaa erilaisia simulaatioita ja analyyseja. Tietomallintamista voidaankin pitää ikään kuin paradigman muutoksena, sillä tietomallintaminen on muuttanut suunnittelijoiden lähestymistapaa suunnittelutyöhön (Sacks, Eastman, Lee ja Teicholz 2018, luku 5). Voimavaroja voidaan suunnata entistä tehokkaammin sinne, missä se koetaan hyödyllisimmäksi, oli kyse sitten luonnossuunnittelusta tai energia-analyyseista.

2.6 Yleiset tietomallivaatimukset

Vuonna 2007 Senaatti-kiinteistöt julkaisi tietomallivaatimukset, joita päivitettiin COBIM-hankkeen muodossa vuosina 2011 ja 2012. COBIM-hanke käynnistettiin, koska tietomallien käyttämisen tarve kasvoi rakennusalalla huimaa vauhtia. Rakennushankkeen osapuolilla oli yhä suurempi tarve pystyä määrittelemään mallinnuksen tavoitteita ja vaatimuksia entistä tarkemmin. Hankkeen tavoitteena oli luoda kansalliset ohjeet tietomallintamiselle ja tuloksena syntyi Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisusarja. Näiden ohjeiden taustatietoina toimi tilaajaorganisaatioiden aikaisemmat ohjeet ja käyttäjien kokemukset. Julkaisusarja pitää sisällään 14 osaa, joista uusia päivitystyön tuloksia ovat osat 10 - 14. YTV2012 osat:

- Osa 1. Yleinen osuus
- Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4. Talotekninen suunnittelu
- Osa 5. Rakennesuunnittelu
- Osa 6. Laadunvarmistus
- Osa 7. Määrälaskenta
- Osa 8. Havainnollistaminen
- Osa 9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
- Osa 10. Energia-analyytit
- Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
- Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
- Osa 14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa.

Tämän lisäksi YTV2012 pitää sisällään neljä täydentävää liitettä:

- YTV2012 Täydentävä liite ARK tilaajan ohje
- YTV2012 Täydentävä liite RAK tilaajan ohje

- YTV2012 Täydentävä liite Talotekniikan määrälaskentaohje
- YTV 2012 Täydentävä liite Talotekniikan mallinnusvaatimuksia.

Näiden kansallisten tietomallintamisohteiden jatkokehittämisessä keskeinen tavoite on huomioida muun muassa energiankulutustavoitteet ja ympäristövaikutukset rakennusprosessin jokaisessa vaiheessa. Jatkokehittämisessä toinen tavoite on saada ohjeet palvelemaan tietomallin tilaamista ja tuottamista yleisesti. Toisin sanoen halutaan saada aikaan koko rakennusalalle yhteinen ohje, joka soveltuu laajaan käyttöön. (Rakennustieto.fi.)

2.7 Arkkitehtisuunnittelun tietomallivaatimukset

Yleisten tietomallivaatimusten osassa 3. Arkkitehtisuunnittelu, paneudutaan siihen, mitä tietomallinnusvaatimuksia ja tavoitteita on asetettu arkkitehdeille. Ohjeessa käydään läpi hyvin pitkälti rakennushankkeen kaikki vaiheet tarveselvityksestä käyttöönottoon ja ylläpitoon sekä tutkitaan sitä, mikä on arkkitehdin tekemän tietomallin osuus ja vähimmäisvaatimukset missäkin hankkeen vaiheessa. Ohjeessa myös käydään läpi mallinnusperiaatteita, määritellään kerrokset ja lohkot, koordinaatit, mittayksiköt ja mallintamisen tarkkuustasot. Talonrakennushanke jaetaan yleisesti seuraaviin vaiheisiin (Talonrakennushankkeen kulku. RT 10-11224, 1):

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- ehdotussuunnittelu
- yleissuunnittelu
- toteutussuunnittelu
- rakentaminen
- käyttöönotto
- takuu aika.

2.7.1 Tietomallivaatimukset tarveselvityksessä

Jokainen rakennushanke alkaa varsinaisesti tarveselvityksestä. Tässä vaiheessa tarkoituksena on perustella tilahankinnan tarpeellisuus, sekä määritellä ainakin alustavasti tarvittavat tilat ja niiden vaatimukset. Voidaan tutkia vaihtoehtoisia ratkaisuja ja vertailla eri tilakokonaisuuksien edullisuutta tai mahdollisuuksia ja riskejä. Tässä vaiheessa hanketta tietomalli usein poikkeaa siitä kolmiulotteisesta virtuaalimallista, johon olemme tottuneet. Tällaisen kolmiulotteisen mallin sijaan tehdään usein ensimmäiseksi niin sanottu vaatimusmalli (kuva 3), joka toimii ikään kuin varsinaisen tietomallin perustuksina. Vaatimusmallille minimivaatimus on tilaohjelma, joka on esitetty taulukkomuodossa. Tilaohjelman tulee sisältää tilojen pinta-ala vaatimukset ja mahdolliset erityisvaatimukset, jos sellaisia on. Myös tilojen muotoihin liittyvät vaatimukset on esitettävä tilaohjelmassa kuten myös tilaajan budjetti ja tavoitteet. Tällaisesta sähköisestä tilaohjelmasta saadaan lähtötiedot hankkeen suunnittelulle ja kustannuslaskennalle. (YTV 2012 osa 3, 11.)

VAATIMUSMALLI
<p>Lähtötiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tilaajan vaatimukset ja budjetti • tavoitteet.
<p>Mallin sisältö ja vaatimukset katso kohta 6.</p>
<p>Mallista saatavat hyöty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • suunnittelun lähtötiedot • kustannuslaskennan lähtötiedot.

Kuva 3. YTV 2012 vaatimusmalli (YTV 2012, osa 3)

2.7.2 Tietomallivaatimukset hankesuunnittelussa

Hankesuunnitteluvaiheessa arvioidaan hankkeen erilaiset mahdolliset toteuttamisvaihtoehdot ja -mahdollisuudet. Näistä tiedoista koostetaan hankeselvitys. Itse hankesuunnittelu perustuu tarveselvitykseen sekä hankeselvitykseen. Tässä vaiheessa käydään läpi neuvottelut, valitaan projektille suunnittelijat sekä tehdään suunnittelusopimukset. Tässä rakennushankkeen vaiheessa mallinnetaan lähtötietomalli tai inventointimalli (kuva 4). Lähtötilanne mallinnetaan YTV2012 osan 2. Lähtötilanteen mallinnus mukaisesti. YTV2012 osa 2. määrittelee tietomallin vaatimukseksi rakennushankkeen tässä vaiheessa tilamallitasoisen inventointimallin. Uudisrakennuskohteissa mallinnetaan tontti, kun taas korjausrakentamiskohteissa mallinnetaan tontin lisäksi olemassa olevat rakennukset tai rakennusosat. Rakennusosat mallinnetaan karkealla tarkkuustasolla käyttäen rakennusosan mallintamiseen tarkoitettua työkalua. Tärkeää on se, että rakennusosan sijainti ja geometria pystyy siirtymään ongelmitta muiden suunnittelijoiden tai osapuolten ohjelmistoihin. Mallissa on oltava ainakin tilat ja seinät tilojen ympärillä. Arkkitehdin tekemän tilamallin avulla voidaan tutkia erilaisten suunnitelmien mahdollisia kustannuksia ja ympäristövaikutuksia. (YTV 2012 osa 3, 11.)

LÄHTÖTIETOMALLI	
Lähtötiedot:	
<ul style="list-style-type: none"> • olemassa olevat rakennukset ja rakenteet • 2D kuvat ARK, RAK • 3D kuvat ARK, RAK • mittaustulokset • tontin vaaitus. 	
Mallin sisältö ja vaatimukset katso kappale 6.	
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Jos malli on jo olemassa, on tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä.
Mallista saatava hyöty:	
<ul style="list-style-type: none"> • rakennusosa- ja tilaluettelot • laajuustietoja • suunnittelun lähtötilanne olemassa olevista rakennusosista, tiloista ja rakenteista • tontin korkomaailma • tontin mallin hyödyntäminen asemapiirroksen laadinnassa • visualisointiaineisto • rakennusten inventointitieto. 	

Kuva 4. YTV 2012 lähtötietomalli (YTV 2012, osa 3)

2.7.3 Tietomallivaatimukset ehdotussuunnittelussa

Ehdotussuunnitteluvaiheessa vertaillaan syntyneitä suunnitelmavaihtoehtoja ja pyritään täyttämään hankkeelle asetetut tavoitteet. Tässä vaiheessa myös tutkitaan vaihtoehtoja tilojen ryhmittelystä ja rakennuksen massoittelusta, puhutaan siis tilamallista (kuva 5). Arkkitehti voi mallintaa vaihtoehtoisia tilamalleja käytetyn ohjelmiston tilatyökalua hyväksi käyttäen. Tilamallien lisäksi tehdään tilaryhmämalleja. Kuten tilamallitkin, tilaryhmämallit sisältävät lähinnä tilat ja seinät niiden ympärillä. Näillä tilaryhmämalleilla voidaan tehdä karkeita energiasimulointeja. Jokainen pinta-alaltaan yli 0,5 m² oleva tila on mallinnettava. Tätä pienempiä tiloja ei mallinnetta laisinkaan. Tilamallin tai tilaryhmämallin minimivaatimuksena on se, että tiloihin on määritelty tilan tunniste sekä käyttötarkoitus. Näiden tietojen on myös siirryttävä IFC-tiedonsiirrossa. Vaaditut tiloista saatavat tiedot ovat

- tilan tunniste
- tilan sijainti
- tilan käyttötarkoitus
- tilan nimi
- käyttäjä
- huoneala
- huoneistoala.

Tilamallista tai tilaryhmämallista on kyettävä tulostamaan tilojen laajuus- ja muut tiedot taulukkomuodossa. Tällainen taulukkomuotoinen tilaerittely helpottaa eri vaihtoehtojen vertailua sekä tilapohjaista kustannuslaskentaa. (YTV 2012 osa 3, 12.)

TILAMALLI
<p>Lähtötiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tilaaja • alustava tilaohjelma • energialuokkatavoitteet • RAK • ulkovaipan rakenteiden U-arvot.
<p>Mallin sisältö ja vaatimukset katso kappale 6.</p>
<p>Huomioitavaa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä • jos mallista ei olla tekemässä simulointeja, ei ikkunoita tarvitse mallintaa.
<p>Mallista saatava hyöty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rakennusosien määräluettelot • tilaluetteloita suunnittelua varten • laajuustietoja • tilaryhmien jaottelu ja hyötysuhteet • simulointiaineisto, energialuokkatavoitteet • visualisointiaineisto • massoittelu, sijainti tontilla.

Kuva 5. YTV 2012 tilamalli (YTV 2012, osa 3)

2.7.4 Tietomallivaatimukset yleissuunnittelussa

Yleissuunnitteluvaiheessa hyväksytty ehdotussuunnitelma muutetaan, tai pikemminkin kehitetään, toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitteluvaiheen tuotoksena on pääpiirustukset. Tietomalli kehittyy niin sanotuksi rakennusosamalliksi (kuva 6). Rakennusosamalli on mittatarkka kolmiulotteinen malli rakennuksesta. Mallintamisen tarkkuustaso on yleisesti ottaen 1, mutta joidenkin rakennusosien kohdalla tarkkuustaso voidaan nostaa tasolle 2, jos se on hankkeen kannalta kannattavaa (YTV 2012 osa 3, 16). Rakennusosamallissa mallinnetaan jokainen kerros omana kokonaisuutenaan tarkoittaen sitä, että jokaisen kerroksen tilat ja tiloja ympärivät seinät mallinnetaan erillisinä objekteina kunkin kerroksen osalta. Koska yleissuunnitteluvaiheen tuotoksina tehdään pääpiirustukset, on tietomallin tarkkuustason vastattava paikallisten viranomaisten vaatimuksia. Mallissa tulee olla vähintään karkeat rakennetyypimäärittelyt.

RAKENNUSOSAMALLI	
Lähtötiedot:	
Tilaaaja	
<ul style="list-style-type: none"> • tilaohjelma • energialuokkatavoitteet 	
RAK	
<ul style="list-style-type: none"> • ulkovaipan rakenteiden U-arvot • rakennetyypit 	
TATE	
<ul style="list-style-type: none"> • simulointitulokset • alustavat tilavaatimukset laitteistoille 	
Mallin sisältö ja vaatimukset katso kohta 6.	
Huomioitavaa	
<ul style="list-style-type: none"> • rakennusosamallista voidaan ensin tehdä alustava versio, jota tarkennetaan suunnittelun edetessä • tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä. 	
Mallista saatava hyöty:	Tulosteet:
<ul style="list-style-type: none"> • rakennusosien määräluettelot (ovi- ja ikkunaluettelot) • tilaluettelot • laajuustietoja • tilaryhmien jaottelu ja hyötysuhteet • tilojen käyttötarkoitukset • simulointiaineisto, energialuokkatavoitteet, visualisointiaineisto • havainnollistavat kuvat 	<ul style="list-style-type: none"> • pääpiirustukset, työpiirustukset • pohjat • leikkaukset (kaavio) • julkisivut (kaavio) • tarpeelliset detaljikuvat.

Kuva 6. YTV 2012 rakennusosamalli (YTV 2012, osa 3)

2.7.5 Tietomallivaatimukset toteutus suunnittelussa

Toteutus suunnitteluvaiheessa viedään yleissuunnittelussa tuotettuja suunnitelmia edelleen pidemmälle ja kehitetään niitä hankkeen edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi, joiden avulla urakat voidaan kilpailuttaa. Tietomallia kehitellään ja tarkkuustasoa voidaan nostaa hankkeen mukaan joidenkin rakennusosien kohdalla tasoon 3. Tämä ei kuitenkaan aina ole järkevää, tai edes mahdollista varsinkaan, jos urakoitsijaa ei ole vielä valittu (YTV 2012 osa 3, 17). Rakenneosat esitetään tehdyssä tietomallissa rakennusselostuksen mukaisin tyyppitiedoin. Rakennusosat mallinnetaan käyttäen kuitenkin rakennusosalle tarkoitettua työkalua ja rakennusosat tyyppitetään siten, että tyyppitiedot kantautuvat IFC-tiedonsiirron mukana. Ikkunoihin ja oviin lisätään heloitustunnukset parametri- tai attribuuttikenttiin. Ikkunoissa ja ovissa on myös asennusvarat mallinnettuna.

2.7.6 Tietomallivaatimukset rakentamisvaiheessa

Tietomallia hyödynnetään rakennustyömaalla käyttäen erilaisia mallinkatseluohjelmia, kuten esimerkiksi Dalux BIM viewer. Tällä tavoin voidaan helposti tarkkailla rakennustyön ja mallin vastaavuutta

ja puuttua ajoissa työmaalla havaittuihin ongelmiin. Tietomallia voidaan hyödyntää myös työmaan ulkopuolella yleisesti työn ohjaukseen ja aikataulujen hallitsemiseen. Rakentamisaikaisen muutokset suunnitelmissa tulee päivittää tehtyyn tietomalliin. Mallintamisen tarkkuustaso on yleisesti ottaen taso 2. Rakennusvaiheen tuloksena on vastaanottopäätös. (YTV 2012 osa 3, 21.)

2.7.7 Vastaanotto

Kun rakennus on valmistunut, on arkkitehdin päivitettävä tehtyyn tietomalliin kaikki rakentamisen aikana tapahtuneet muutokset. Tällöin tietomalli vastaa lopputulosta. Puhutaan as-built-mallista, tai toetumamallista (YTV 2012 osa 3, 21). Toteumamallia voidaan käyttää kiinteistönhallintaan ja tulevaisuuden mahdollisten muutosten pohjana.

2.7.8 Käyttöönotto ja ylläpito

Tehtyä tietomallia voidaan hyödyntää huoltokirjan osana tai kiinteistönhuollon työkaluna. Myös mallille tehtyjä simulaatioita voidaan verrata toteutuneisiin. Mallista saa myös kaiken muun kiinteistönhallintaa koskevan tiedon määräluetteloista havainnollistaviin piirustuksiin. On kuitenkin huomiotava, että varsinainen tietomalli saattaa olla turhankin monimutkainen niihin vaatimuksiin nähden, joita kiinteistön ylläpito vaatii. Tästä syystä onkin jopa suotavaa tehdä erillinen kevyempi malli, johon sisällytetty vain kiinteistönhallintaa ja ylläpitoa palvelevat tiedot. (YTV 2012 osa 3, 21.)

3 MALLINTAMISEN LAATU

3.1 Mallintamisen laatu lyhyesti

Mallintamisen laadulla tarkoitetaan tässä yhteydessä tietomallintamisen yhdenmukaisuutta. Sitä, että rakennusosat on mallinnettu asianmukaisilla työkaluilla, geometria on osattu mallinnettu oikein ja mallin sijainti on oikeassa koordinaatistossa. Mallintamisen laatu edellyttää sitä, että kussakin rakennushankkeen vaiheessa rakennusosat on mallinnettu oikealla tarkkuustasolla. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisusarja antaa erinomaisen pohjan tietomallintamisen laadulle. YTV 2012 asettaa tietomallintamiselle tavoitteet ja antaa ohjeet sille, kuinka tavoitteisiin voidaan päästä. On kuitenkin muistettava, että YTV2012 ei ole suinkaan mikään velvoittava dokumentti, vaan lähinnä suosituksia, joilla pyritään takaamaan haluttu laatutaso. Jotkin YTV2012:ssa mainitut asiat ovat etenkin teollisuusalalla vaikeita tai jopa mahdottomia noudattaa. Siksi kyseistä julkaisusarjaa noudatetaan hankkeittain ja hankesopimuksessa tulisi aina määritellä tarkkaan miltä osin yleisiä tietomallivaatimuksia noudatetaan. Muita mallintamisen laatuun vaikuttavia tekijöitä on yrityksen sisäiset laatujärjestelmät, jotka ohjaavat työntekijöiden toimintaa organisaation sisällä, kuten myös muut sisäiset laadunvarmistusprosessit.

3.2 Laatujärjestelmä

Laatujärjestelmä on olennainen osa mitä tahansa yritystoimintaa ja se kuvaa yleisesti ottaen organisaatioiden laatu toiminnan kokonaisuutta. Laatujärjestelmällä varmistetaan, että jokainen osapuoli ymmärtää jokaisen osapuolen odotukset ja vaatimukset. Laatujärjestelmä sisältää kaikki organisaation käytössä olevat menettelytavat johtamisesta vastuun jakamiseen ja itse prosessiin. Tavoitteena on se, että yritys tai organisaatio olisi mahdollisimman johdonmukainen ja tätä kautta laatu pysyisi mahdollisimman korkealla. Laatujärjestelmiä ohjaa lait sekä säädökset, kuten myös standardit. Standardisointi yhtenäistää toimintatapoja ja helpottaa sekä maansisäistä, että kansainvälistä yhteistyötä. Laatujärjestelmää käsitellään ISO 9000 -standardisarjassa. Tutkimusten mukaan innovatiivisimmat yritykset käyttävät standardia ISO 9001 (Sfs.fi). Tässä standardissa tavoite on kasvattaa luottamusta organisaatioiden palveluihin ja tuotteisiin (Sfs.fi).

3.3 Tietomallin laadunvarmistusprosessi

Jotta suunnittelutoimisto tai muu tietomallien parissa työskentelevä organisaatio voisi pitää kiinni laatu järjestelmästä ja vastata asiakkaan tai muun ulkoisen osapuolen odotuksia, on heidän kyettävä varmistamaan tietomallin laatu. Laadunvarmistaminen on prosessi, joka alkaa rakennushankkeen ensimetreillä. Tietomallin laadunvarmistusta käydään läpi Yleiset tietomallivaatimukset osassa 6. laadunvarmistus. Yleisesti ottaen, kun puhutaan tietomallien laadunvarmistamisesta, puhutaan IFC-mallien tarkistamisesta. IFC-mallien avulla mallien tarkastaminen tai analysointi helpottaa mahdollisten ongelmakohtien löytämistä. IFC-koontimalli mahdollistaa suunnitteluprosessin näkemisen ja havainnollistaa suunnittelun kulkua jokaiselle hankkeen osapuolelle. Tämä on tärkeää, koska loppujen lopuksi juuri tällainen läpinäkyvyys parantaa asiakastytyväisyyttä ja hankkeen lopputulosta.

3.3.1 Tietomallin laadunvarmistusprosessi eri osapuolten näkökulmista

Tilaaajalle tärkeää on se, että tilaaja pystyy seuraamaan rakennushankkeen etenemistä ja sitä, vastaavtko suunnitelmat tilaajan toiveita. Tämä voidaan tehdä koontimallin pintapuolisella visuaalisella tarkastelulla, joka antaa tilaajalle kokonaiskuvan rakennushankkeesta. Jotta laatua voitaisiin ylläpitää, on suunnittelijan otettava tietomallintaminen osaksi normaalia työarkeaan. Suunnittelija on itse vastuussa tietomallin laadusta, koska hän on se, joka tuottaa tietomallin sisällön. Suunnittelijan on pidettävä huoli siitä, että tehdyt suunnitelmat vastaavat asiakkaan odotuksia. Suunnittelijan on pidettävä myös huoli siitä, että tuotettu tietomalli sisältää tarvittavan informaation ja että kyseinen informaatio on siirrettävissä käyttämällä viimeisimpiä buildingSMART sertifioituja IFC-tiedonsiirtomuuleita. Suunnittelijan on myös raportoitava kaikki hankkeessa vastaan tulevat virheet, joita hän sattuu havaitsemaan.

Suunnitteluryhmä on vastuussa siitä, että suunnitteluryhmän tuottama tieto on jaossa jokaiselle osapuolelle. Jotta tietomallin laatu voidaan varmistaa, on informaation liikuttava esteettömästi eri suunnittelualojen välillä. Suunnitteluryhmän kesken sovitaan yhteinen koordinaatisto, jossa toimitaan. Suunnitteluryhmän on hyvä järjestää suunnittelijakokouksia, joissa selvitetään jokaisen suunnittelu-alan ensisijaiset tarpeet ja toiveet, sekä valmiina olevien suunnitelmien tilanne ja huomiota vaativat kohdat. (YTV 2012 osa 6, 4 - 5.)

3.3.2 Muutosten hallinta

Yleisesti ottaen jokainen suunnittelija tiedottaa niistä muutoksista, joita on hankkeessa tehnyt. Hyvä käytäntö on niin sanotusti tallettaa sovittuna päivänä hankkeen viimeisin malli IFC-muodossa yhteiseen projektipankkiin, josta jokainen suunnittelija voi hakea viikon alussa viimeisimmän mallin ja katsoa mahdolliset muutokset viemällä IFC-tiedoston omaan ohjelmistoonsa (YTV osa 6, 6.). On olemassa myös ohjelmia, kuten Solibri, jotka automaattisesti näyttävät viimeisimmät malleihin tehdyt muutokset. Tällä tavoin ei tule epäselvyyksiä tai väärinkäsityksiä tehdyistä muutoksista. Muutosten hallinnassa tiedonsiirtoformaatti on erityisen tärkeässä asemassa. IFC-mallien avulla voidaan lähettää monipuolisempaa ja laadukkaampaa dataa kuin paperisilla dokumenteilla. IFC-malleja käyttämällä suunnittelualojen välinen yhteistyö ja suunnitteluprosessi tehostuu.

3.3.3 Tietomallin laadunvarmistaminen

Laadunvarmistuksessa käytetään käytännössä kahta menetelmää, jotka voidaan jakaa tarkastamiseen ja analyysiin. Tarkastamisessa tietomallin data tarkastetaan ikään kuin raakana, eli sellaisenaan. Tähän tarvitaan kuitenkin joku referenssitieto, johon dataa voidaan verrata ja todeta datan oikeellisuus. Esimerkiksi pinta-alan oikeellisuutta ei voida tarkastaa, ellei verrata sitä tilaohjelmaan. IFC-malleja käytetään yleensä törmäystarkasteluun. Törmäystarkastelussa kahden tai useamman suunnittelualan tekemät mallit kootaan yhteen ja katsotaan, tuleeko suunnitelmissa törmäyksiä tai muita ristiriitaisuuksia. Myös yksittäisen mallin laatua voi tarkastella luomalla säännöstöjä, joihin

suunnittelijan käyttämä ohjelmisto, esimerkiksi Solibri, vertaa mallia ja tarkistaa täyttääkö malli vaaditut säännöt. Tällä tavoin voidaan tarkastaa esimerkiksi esteettömyyttä.

Visuaalinen tarkastus tehdään katsomalla tietomallin geometriaa ja vertaamalla sitä siihen, mikä on suunnittelijoiden käsitys oikeasta. Tämä tapa on tehokas ja nopea, mutta vaatii myös ammattitaitoa ja huolellisuutta. Analyysi tuottaa tietomallista pidemmälle vietyä informaatiota. Näin tietoa on helpompi ymmärtää, tulkita ja täten arvioida informaation laatua tai paikkansa pitävyyttä. Analyysissä usein löydetään poikkeamia, joiden syyt on selvitettävä. Analyysi harvoin tuottaa yksioikoisia vastauksia, vaan sen sijaan paljastaa ongelmia, joiden suuruusluokkaa ja syytä suunnittelijoiden on itse arvioitava.

3.3.4 Yhdistetty malli

Eri suunnittelualojen on pystyttävä tarkastamaan omia mallejaan ja vertaamaan niitä muiden suunnittelijoiden malleihin yhden ohjelmiston sisällä. Tästä syystä jo organisaation laatujärjestelmässä tulisi ottaa huomioon suunnittelijoiden ohjelmistot ja niiden keskinäinen yhteensopivuus. Eri suunnittelualojen suunnitelmien yhdistäminen auttaa suuresti suunnittelun etenemisessä, sekä suunnitelmien esittelyssä tilaajalle. Mallit yhdistetään keskenään IFC-muodossa.

3.3.5 Vastuut

Kuten aikaisemmin jo kävi ilmi, suunnittelija on itse vastuussa tuottamansa tietomallinsa laadusta, koska hän on se, joka kirjoittaa tietomalliin tarvittavat tiedot. Näin ollen myös suunnittelija vastaa siitä, että tietomalli tehdään sopimusten mukaisesti ja varmistaa sen, että mahdolliset puutteet ja virheet on raportoitu. Suunnitteluryhmän on nimettävä laadunvarmistuksen vastuhenkilö, esimerkiksi pääsuunnittelija tai ulkopuolinen konsultti. Jokaisen hankkeeseen osallistuvan suunnittelutoimiston on myös nimettävä toimiston sisäinen laadunvarmistuksen vastuhenkilö. Tietomallin laadunvarmistus raportoidaan vähintään käyttämällä YTV2012 osan 6. laadunvarmistus liitettä 1. Hankkeessa sovitaan virallisesti tarkastuspisteitä, joissa liitteen mukainen tarkastus tehdään. Tarkastuksesta laaditaan raportti, jossa kuvataan mahdolliset puutteet ja korjaustarpeet. Raportin tulee olla sisällöltään selkokielen ja se on jäsenelty siten, että suunnittelijoiden on helppo löytää korjattavat virheet tai muut tietomallin puutteet.

3.3.6 Laatujärjestelmä Afrylla

Valitettavasti tällä hetkellä Afrylla ei ole minkäänlaista laatujärjestelmää mitä tulee tietomallintamiseen ja Revitin käyttämiseen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on hieman edesauttaa Afryn Revit-kulttuuria yhtenäistymään ja luoda ikään kuin mallinnuskuria, jotta voimme taata tietomallintamisen laadun ja päästä asiakkaan odotuksiin. Ainakin toivon, että tekemälläni Revit-videokurssilla ja yhtenäisen mallintamisen ohjeella on positiivinen vaikutus Afryn mallinnusosaamiseen ja tietomallintamisen laatuun.

4 OPPIMISPROSESSI JA OPITUN TIEDON YLLÄPITÄMINEN

4.1 Opinnäytetyön pedagoginen osuus

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa Afry Finland Oy:lle koulutusmateriaalia, jonka avulla työntekijöiden kouluttaminen olisi mahdollisimman helppoa ja kustannustehokasta. Opinnäytetyön pääpaino on Revit-videokurssissa ja Afryn työntekijöiden opettamisessa. Tarkoitus on, että jokainen videokurssin läpi käynyt osaisi vähintään muokata jo olemassa olevia malleja. Tällainen tehtävä herättää monta kysymystä, joista tärkein on varmasti se, että mikä on paras tapa opettaa. Miten opetus järjestetään? Oppijia on varmasti monta erilaista, joten on tärkeää miettiä kuinka ihmiset omaksuvat uutta tietoa. Seuraavissa luvuissa käyn läpi sitä, miksi päädyin juuri videomuotoiseen opetustapaan.

4.2 Uuden tiedon omaksuminen

Uuden tiedon omaksuminen, tai oppiminen, on entuudestaan tuntemattoman informaation absorbointia ja muistiin tallentamista. Onnistuneen oppimisen merkki on se, että uusi informaatio voidaan myöhemmin noutaa ongelmitta (Stateuniversity.com). Tällaiseen uuden tiedon omaksumiseen vaikuttaa vahvasti se, missä muodossa tieto on. Joillekin kartat ja kaaviot voivat olla helpommin opittavissa, kun taas toiset muistavat paremmin taulukkomuotoisen esityksen.

John Hattie ja Gregory Yates (2014) tarkastelevat teoksessaan *Visible Learning and the Science of How We Learn*, kuinka ihminen oppii uutta informaatiota. Heidän mukaansa (Hattie ja Yates 2009, 113 - 115) oppimiselle on kuusi niin sanottua perustotuutta, jotka ovat

1. oppiminen vaatii aikaa, vaivaa ja motivaatiota
2. keskittymiskyky on ihmisellä lyhyt
3. oppimisen jaksottaminen on tehokkaampaa kuin pitkät istunnot
4. edeltävä tieto on voimakasta
5. aivot vastaavat hyvin multimediaan
6. mielen on oltava aktiivinen oppiakseen.

4.2.1 Aika, vaiva ja motivaatio

Ihmisen oppiminen on hidas prosessi. Kirjassaan *Outliers: The Story of Success* kanadalainen journalisti Malcolm Gladwell (2008) toi populaarikulttuuriin psykologi Anders Ericssonin ajatuksen siitä, että jonkin taidon mestarillinen hallinta vaatisi noin 10 tuhatta tuntia aktiivista harjoittelua. Toki tavanomainen ihminen voi oppia esimerkiksi Shōgin, Japanissa kehittyneen lautapelin, säännöt tunnissa tai jopa minuuteissa, mutta voi viedä ihmiseltä vuosikymmeniä päästä kyseisen pelin mestariksi. Ihminen vaikuttaakin oppivan hyvin spesifejä ja eristettyjä tiedonmurusia nopeastikin, mutta vaikutelma voi olla petollinen. Jos opitut tiedonjyvät eivät ole ihmiselle merkityksellisiä tai ajankohtaisia, ovat nämä uudet opitut asiat hyvin todennäköisesti unohdettu nopeasti.

Motivaatiosta puhutaan oppimistutkijoiden keskuudessa yhä enemmän, sillä viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet motivaatiolla olevan keskeinen rooli ihmisen kyvyssä oppia (Hattie ja Yates 2014, 113). Motivaatio voidaan jakaa sisäiseen sekä ulkoiseen motivaatioon. Ulkoinen

motivaatio tarkoittaa oppijan motivaation tulevan itsensä ulkopuolelta, esimerkiksi oppija haluaa korkeita arvosanoja saadakseen arvostusta muilta. Sen sijaan sisäinen motivaatio tarkoittaa kiinnostusta tehtävän suorittamiseen ilman ulkoista palkkiota. Usein ulkoisesti motivoitunut oppija on alttiimpi lopettamaan oppimisen kesken, jos ulkoinen palkkio tuntuu jäävän tavoittamattomiin. Siksi sisäisesti motivoitunut oppija on useimmiten oppimisen kannalta suotuisampi (Tievie oulu.fi). On siis selvää, että uuden asian oppiminen vie aikaa sekä vaatii vaivaa ja motivaatiota.

4.2.2 Ihmisen keskittymiskyky

Keskittymiskyvyllä tarkoitetaan sitä aikaväliä, jonka ihminen kykenee viettämään ennen kuin hänen keskittymisensä herpaantuu. Monet asiantuntijat ovat samaa mieltä siitä, että ihmisen kyky keskittyä ja ylläpitää keskittyntä olotilaa on kriittinen osa omien tavoitteiden saavuttamisessa (Psychologytoday.com). Tavanomaisen ihmisen keskittymiskyky on noin 15–20 minuuttia, jonka jälkeen mieli alkaa yhä herkemmin vaeltelemaan omissa maailmoissaan. Kaikista motivoituneimmat oppijat voivat kohdistaa keskittymisensä takaisin aiheeseen, mutta hekin tarvitsevat säännöllisiä lyhyitä taukoja välttääkseen ylikuormitusta. Toisin sanoen, jos haluat opettaa jollekin jotakin, on tärkeää yrittää tehdä se mahdollisimman lyhyessä ajassa.

4.2.3 Oppimisen jaksottaminen

Edellä mainitusta syystä oppimisen ahtaaminen pitkään, yhtäjaksoiseen aikajänteeseen on tehottomampaa kuin saman ajan pilkkominen useampaan päivien tai jopa viikkojen ajalle jaksotettuihin oppimistunteihin. Spacing effect, tai oppimisen jaksottaminen, tuotiin ensi kertaa esille saksalaisen psykologin Hermann Ebbinghausin toimesta. Jaksottamisen vaikutus näyttää, että ihminen varastoi informaatiota enemmän pitkäkestoiseen muistiin lyhyillä ja jaksotetuilla oppimistunnoilla, kuin pitkällä ja yksijaksoisella (Ncbi.nlm.nih.gov).

4.2.4 Edeltävän tiedon vaikutus oppimiseen

Yhdysvaltalainen oppimispsykologian asiantuntija, David Ausubel, väitti, että kaikista tärkein ja suurin oppimiseen vaikuttava tekijä on se, mitä oppija jo tietää (Instructionaldesign.org). On paljon helpompaa lähteä rakentamaan vanhan tiedon päälle, kuin lähteä ylös niin sanotusti tyhjästä. Kun uutta tietoa ei voida millään tavalla liittää mihinkään vanhaan tietoon, se helposti unohdetaan. Sitä pidetään merkityksettömänä. Toisaalta jos vanha tieto pohjautuu väärään oletukseen tai virheelliseen informaatioon, voi se luoda mentaalisen esteen tai häiriön. Ihmisen on vaikeaa ottaa vastaan tietoa, joka on ristiriidassa aikaisemmin opitun kanssa. Joskus meidän onkin unohdettava, jotta voisimme oppia uutta. Meidän on löydettävä uudelle informaatiolle jokin merkitys. Tällainen merkityksellisyys kumpuaa nimenomaan aiemmin opitusta tiedosta. Aikaisempaa tietoa voidaan pitää ikään kuin naulakkona, johon ripustamme uutta tietoa vanhan jatkumoksi. Hyvät opettajat aloittavatkin kurssinsa rakentamalla tätä naulakkoa esimerkiksi jonkinlaisella tiivistelmällä kurssin sisällöstä ja sisällön merkittävimmistä aiheista. Tällaista kutsutaan esijärjestinperiaatteeksi (advance organisers).

Tämä esijärjestinperiaate aktivoi vanhaa tietoamme ja antaa meille mahdollisuuden omaksua uutta tietoa tehokkaasti.

4.2.5 Aivot ja oppiminen multimedian kautta

Me kaikki olemme todennäköisesti kuulleet sanottavan, että joku on visuaalinen oppija, kun taas joku toinen oppii kuuntelemalla ja joku toinen tekemällä. Neil Fleming kehitti ajatuksen VARK-mallista, jonka mukaan oppiminen jaetaan neljään kategoriaan (Vark-learn.com):

1. Visuaalinen oppiminen
2. Auditivinen oppiminen
3. Kinesteettinen oppiminen
4. Sosiaalinen oppiminen.

Flemingin mukaan visuaaliset oppijat suosivat oppimista näkemänsä kautta, esimerkiksi kuvien, karttojen ja kaavioiden kautta. Auditiviset oppijat oppivat kuuntelemalla ja niin edespäin. Monet virheellisesti uskovatkin, että ihmisillä yleisesti ottaen on aina jokin oppimistyyli, joka kuuluu johonkin näistä neljästä kategoriasta. Jotkut oppijat oppivat lukemalla ja jotkut kuulemalla. Totuus kuitenkin on se, että jokainen meistä oppii visuaalisesti, auditivisesti, kinesteettisesti sekä sosiaalisesti. Laboratoriotutkimukset osoittavatkin, että ihmiset oppivat hyvin, kun vastaanotamme uutta tietoa monesta eri lähteestä ja monen eri median kautta. Oppijoiden eron määrittääkin suurimmaksi osaksi heidän vanha tietonsa sekä kyky hahmottaa merkityksiä uuden ja vanhan tiedon välillä, eikä suinkaan oppimistyyli.

Oppiminen on tehokasta, kun sanat ja kuvat yhdistyvät mielissämme yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä käy selkeästi ilmi etenkin silloin, kun sanoille ja kuville saadaan jokin merkitys, joka voidaan linkittää vanhaan olemassa olevaan tietoon. Kun uudet kuvat ja sanat saadaan rakennettua vanhan tiedon jatkumoksi, on oppiminen kuin kuva-arvoituksen pisteiden yhdistämistä. Jokainen edelliseen tietoon yhdistetty sana ja symboli avaa opittavaa asiaa yhä enemmän, kunnes lopulta ihmiselle muodostuu vankka kokonaiskuva.

4.2.6 Mielen on oltava aktiivinen

Oppimista ei tapahdu, jos tuijotamme tekstiä tai muuta mediaa passiivisesti. Oppiminen tapahtuu, kun mieli vastaa merkitykselliseen kokemukseen merkityksellä tavalla. Mielen on aktiivisesti tehtävä jotain uudella tiedolla, jotta siitä tulisi merkityksellistä ja näin ollen jotain, jonka ihminen myös voi muistaa. Passiivisuus aktiivisesti haittaa oppimista tuomalla erinäisiä oppimisen esteitä, kuten

1. Oppija ei huomaa epäonnistuneensa kokonaiskuvan ymmärtämisessä
2. Oppija kääntää huomion johonkin muuhun
3. Oppija nukahtaa, tai aivot siirtyvät lepotilaan.

(Hattie ja Yates 2014, 115.)

4.3 Opitun tiedon ylläpitäminen

Ihmismuisti on hyvin monimutkainen kokonaisuus. Prosessi, joka sisältää informaation kirjoittamista, purkamista, tallentamista ja hakemista. Informaatio säilyy ihmismuistissa monella eri tavalla, mutta muistia ylläpidetään lähinnä aktiivisen opettelun, toiston ja opitun tiedon palauttamisen avulla. Ihmismuisti jaetaan yleisesti ottaen sensoriseen muistiin, työmuistiin, säilömuistiin. (Muistiliitto.fi.)

Säilömuisti pitää sisällään informaatiota, kuten ihmisen tiedostamia jokapäiväisiä faktoja, fyysisiä taitoja ja asioiden merkityksiä. Säilömuisti onkin erityisen tärkeä opitun tiedon ylläpitämisessä, sillä säilömuistiin tallennetut tiedot muodostavat aitoa ymmärrystä kokonaiskuvasta. Informaatio säilyy säilömuistissa päivistä kuukausiin tai joissain tapauksissa jopa koko eliniän. Säilömuistilla on kolme eri komponenttia: taitomuisti, semanttinen muisti tai tietomuisti ja tapahtumamuisti. Taitomuisti on vastuussa siitä, miten suoritamme fyysisiä tehtäviä, kuten kävelemistä. Tietomuisti auttaa meitä rakentamaan todenmukaista kuvaa meitä ympäröivästä maailmasta koostamalla loogisen maailmankuvan elämämme aikana koostetusta informaatiosta. Tapahtumamuisti tallentaa johonkin tiettyyn aikaan ja paikkaan sidottuja, meille merkityksellisiä tapahtumia. (Muistiliitto.fi.)

Työmuisti pitää sisällään viimeisimmät hetket sekunneista noin minuuttiin (Muistiliitto.fi). Amerikkalainen psykologi George A. Miller teki tutkimuksia työmuistista vuonna 1956. Hänen tutkimuksensa osoittivat ihmisen työmuistin kykenevän muistavan noin seitsemän erillistä asiaa (Britannica.com). Kuitenkin nykyään useimmat tutkijat pitävät tätä lukua paljon pienempänä. Minna Huotilainen kertoo työmuistin olevan aivojen heikoin osa kirjassaan Näin aivot oppivat. Nykytietojen mukaan työmuistia ei myöskään ole mahdollista kasvattaa, tai ainakaan tällaista työmuistin kasvattamista ei ole kukaan kyennyt kiistattomasti todistamaan. Työmuistia kannattaa kuitenkin niin sanotusti ulkoistaa esimerkiksi muistiinpanoihin. Heikon työmuistin taakkaa on helppo keventää ja ihmiset tekevätkin sitä lähes aina muun muassa kalenterimerkinnöin ja puhelimiin syötetyillä tiedoilla (Huotilainen 2019, 36). Koko ajan kehittyvä teknologia auttaakin meitä paikkaamaan oman kehomme vajavaisuuksia varsinkin mitä tulee työmuistiin.

Sensorinen muisti antaa meille kyvyn pitää kiinni juuri nyt meille saapuvasta informaatiosta. Esimerkiksi kun näet jonkun esineen vain vilaukselta ja pystyt silti muistamaan miltä esine näyttää ja mitä olet nähnyt. Tätä on sensorinen muisti. Amerikkalainen psykologi George Sperling oli ensimmäisiä ihmisiä, joka tutki tämän kaltaista muistia. Hänen tutkimuksensa osoittivat sensorisen muistin pystyvän pitävän kiinni noin 12 asiasta, mutta kyky hakea tätä informaatiota rapistuu hyvin nopeasti. Tiedämme, että on olemassa kolmea erityyppistä sensorista muistia: ikoni-, kaiku- ja kosketusmuistia. Kukin sensorisen muistin osa-alue vastaa nimensä mukaan oman aistialueen tapahtumista. Ikonimuisti tallentaa mitä olemme juuri nähneet, kaikumuisti tallentaa mitä olemme juuri kuulleet ja kosketusmuisti tallentaa tietenkin mitä olemme juuri fyysisesti tunteneet. (Muistiliitto.fi.)

John Hattie ja Gregory Yates (2009) listaavat kuusi muistin ylläpitämisen liittyvää periaatetta:

1. Tiedon tunnistaminen on helppoa, hakeminen vaikeaa.
2. Ensimmäisenä ja viimeisenä hankittu informaatio on usein helpompi muistaa.
3. Ihminen unohtaa ajan myötä informaatiota eri tahtia.

4. Muistaminen on rakentava prosessi.
5. Unohdettu informaatio voi yhä olla avuksi.
6. Ihmisen muisti tulee puuttumaan informaation laatuun.

4.3.1 Informaation tunnistaminen ja hakeminen

Informaation tunnistamisella tarkoitetaan, että tieto on henkilölle entuudestaan tuttua. On todella helppoa tunnistaa jo aiemmin opittu tieto, esimerkiksi kun kävelet kotiseudulla ja tiedät tarkalleen missä olet ja tunnistat tuttuja maamerkkejä. Sen sijaan tiedon hakeminen tarkoittaa tiedon tuottamista ja rakentamista. On helppoa kävellä tuttua reittiä ja tunnistaa ohi lipuvat korttelit, mutta on vaikea muistaa, kuinka monta korttelia olet ohittanut. (Hattie ja Yates 2014, 116.)

4.3.2 Ensimmäisen ja viimeisen asian muistaminen

Ihmisen aivot ovat ikään kuin lineaarinen prosessori ja täten tapahtumajärjestyksellä on suuri merkitys siihen mitä ihminen muistaa. Kaikki tieto ei ole yhtä tärkeää. Ihminen pyrkii jatkuvasti priorisoimaan tärkeää tietoa ja pääsemään eroon tai ohittamaan epäolennaiset asiat. Ensimmäisenä vastaanotetulla informaatiolla on kuitenkin tietynlainen ensisijaisuus aivoissa. Usein oppijalla onkin helpompi muistaa luennon alku, sekä loppu kun taas keskiosat ovat unohdettavissa. Kenties luennot olisikin paras aloittaa tiivistelmällä siitä, mitä luennolla tulisi oppia ja luennon lopuksi tiivistelmä siitä, mitä asioita on käyty läpi. Usein viimeisintä tietoa pidetään sellaisena, joka jää parhaiten ihmisen tietoisuuteen, mutta tällaisia asioita on kuitenkin vaikea yleistää, sillä laboratoriotutkimukset osoittavat ihmisten jakautuvan tasaisesti niihin, jotka muistavat alun ja niihin, jotka muistavat lopun. (Hattie ja Yates 2014, 116.)

4.3.3 Ihminen unohtaa ajan myötä

Jokainen meistä on joskus unohtanut jotain. On mahdotonta ylläpitää kaikkea opittua tietoa, sillä iso osa vastaanotetusta tiedosta on oppijan näkökulmasta merkityksetöntä. Ihmisen on kuitenkin mahdollista opetella merkityksetöntä tietoa paljonkin. Erilaisia taulukoita, lukujonoja ja niin edespäin. Tällaisen tiedon ylläpitäminen on kuitenkin ihmiselle hyvin vaikeaa. Jopa 80 prosenttia tällaisesta merkityksettömästä tiedosta unohtuu ensimmäisen vuorokauden aikana. Tahti, jolla tieto häviää, riippuu hyvin pitkälti siitä, millä tavalla tieto on alun perin opittu. Esimerkiksi pyörällä ajaminen on taito, joka usein pysyy ihmisen mukana läpi ihmiselämän. Myös sanavarasto pysyy ihmisillä usein hyvin korkeana kuolemaan saakka. Sen sijaan yksityiskohtaisia asioita sisältävä informaatio on vaarassa hävitä iän myötä. Muistilla on tapana myös hävittää eristettyjä tiedonmurusia hyvinkin nopeasti. (Hattie ja Yates 2014, 116.)

4.3.4 Muistaminen on rakentava prosessi

Muistaminen perustuu aivoihin tallennettujen tiedonmurusten hakemiseen, kokoamiseen ja tiedon rakentamiseen. Aivomme kyky tallentaa tietoa on kuitenkin verrattain heikkoa ja vaihtelevaa. Pysytymme havaitsemaan vain pienen osan ympäristöstämme kerrallaan ja aivomme rakentavat loput sen perusteella, mikä käy meille järkeen (Sciencedaily.com). Tästä syystä saman kokemuksen läpi käyneet ihmiset saattavat muistaa asiat eri tavoin. Koska jokainen muisto täytyy rakentaa monesta eri palasesta, voi mieleemme helposti tehdä meille tepposet. Ihmisen antamat silminnäkölausunnot pitäisikin aina ottaa varauksella. Usein ihmismielen rakentamaan muistikuvaan vaikuttaa useat tekijät, kuten edeltävät kokemukset, ennakkoluulot ja omat mahdollisesti virheelliset olettamukset. (Hattie ja Yates 2014, 117.)

4.3.5 Unohdettu informaatio avuksi

Monet tutkimukset ovat osoittaneet, että vanhan tiedon uudelleenopettelu tapahtuu nopeasti jopa silloinkin, kun vanhan tiedon hakeminen tuntuu mahdottomalta. Tämän tiedämme siitä, että kun vanhaa asiaa aletaan uudelleenopettelemaan niin huomaamme säästävämme aikaa verrattuna edelliseen oppimiskertaan. Kielet ovat tästä hyvä esimerkki. Saatamme ensin opetella jotain vierasta kieltä vuosia vain unohtaaksemme sen myöhemmin, mutta vieraillessamme jossain maassa, jossa tätä kieltä puhutaan, vieraan kielen puhuminen alkaakin sujumaan vuosien sijaan viikoissa. (Hattie ja Yates 2014, 117.)

4.3.6 Ihmisen muistin vaikutus informaatioon

Ihmisen tapa tallentaa informaatiota vaikuttaa usein tallennetun informaation laatuun etenkin, jos muodostetaan lyhyellä aikavälillä toisiaan muistuttavaa muistisisältöä. Esimerkiksi jos opettelet ensin 20 sanaa espanjaksi ja sen jälkeen yhtä monta sanaa ranskaksi, niin kykyysi muistaa espanjankielisiä sanoja on rajoitettu ranskankielisten sanojen opettelemisen toimesta. Tätä kutsutaan retroaktiiviseksi interferenssiksi. Tämän lisäksi myös aikaisemmat muistisisällöt voivat vaikuttaa tallennettuun informaatioon. Esimerkiksi jos ihmiseltä kysytään luennon jälkeen yllättäen, että mitä esineitä ihminen muistaa luentosalista, niin todennäköisesti hän luettelee tyypillisesti luentosalista löytyviä esineitä. Tätä kutsutaan proaktiiviseksi interferenssiksi. (Hattie ja Yates 2014, 115.)

Aikaisemmat muistisisällöt voivat huomaamatta haitata ihmisen oppimista. Vaikka aikaisempi opittu tieto onkin usein hyödyksi oppimiselle, niin on myös mahdollista, että aikaisemmasta tiedosta syntyy proaktiivinen interferenssi. Tämä on erityisen todennäköistä, jos aikaisemmin opittu tieto on vaja-vaista tai rakentuu väärinymmärryksen varaan.

4.4 Miksi siis juuri videokurssi?

Aikaisemmissa luvuissa olemme muodostaneet kattavan käsityksen siitä, miten ihminen omaksuu uutta tietoa ja miten opittua tietoa ylläpidetään. Moni oppimiseen vaikuttavista tekijöistä on kuitenkin täysin kiinni oppijassa itsessään, eikä opettaja itse kykene suoraan vaikuttamaan oppijan ajankäyttöön, mielen aktiivisuuteen tai motivaatioon. Tästä syystä oman opinnäytetyön suuntaa ohjasi etenkin tavanomaisen ihmisen lyhyehkö keskittymiskyky ja oppimisen jaksottamisen tuoma hyöty. Koska ihmisen keskittymiskyky on korkeintaan noin 15–20 minuuttia oli järkevää koota kokonaisuus, joka rakentui useammasta noin 10 minuutin palasesta. Koska oppijan ajankäyttöön minulla ei ollut vaikutusvaltaa, oli järkevää järjestää opetus siten, että se on saatavilla juuri silloin kuin oppija sitä itse tarvitsee. Herman Ebbinghausin tutkimukset myös ovat osoittaneet, että opettamisen jaksottaminen lyhyisiin opetusistuntoihin tuo parempia tuloksia informaation tallentamiseen verrattaessa pitkiin yhtäjaksoisiin opetusistuntoihin. Oli myös otettava huomioon, että toimeksiantajan toiveena oli, että järjestämäni opetusta voitaisiin käyttää eri toimistoissa ympäri Suomen.

Oli hyvin selvää, että lähiopetus ei tullut kysymykseenkään. Olisi mahdotonta sovittaa oma aikani muiden työntekijöiden aikatauluihin tai matkustaa ympäri Suomea opettamassa Revit-ohjelmaa varsinkin, kun opetus olisi pitänyt jaksottaa useampiin pätkiin. Kaikista loogisin ratkaisu olikin siis järjestää videokurssi. Tämä mahdollistaa sen, että opetus on rakennettu ihmisen keskittymiskyvyn asettamien rajoitusten mukaisesti pieniin pätkiin. Videomuoto myös takaa sen, että opetus on saatavilla juuri silloin, kun oppijalla on motivaatiota oppia missä tahansa päin Suomea. Tämä tarkoittaisi myös sitä, että oppijan on helppo jaksottaa oma oppiminen useammalle päivälle välttäen mahdollista ylikuormittumista. Koska oppiminen on tehokkainta monen eri median kautta, kirjoitin myös tekstimuotoisen oppaan, sekä sisällytin kurssimateriaaliin erilaisia Revit-malleja. Tämä kokonaisuus on, ainakin teoriassa, erittäin tehokas tapa oppia.

5 REVIT-OPPAAN JA VIDEOKURSSIN TEKEMINEN

5.1 Yleistä Revit-opetusmateriaalin tekoprosessista

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarjota Afrylle ammattitaitoista ja kustannustehokasta Revit-koulutusta niille työntekijöille, jotka aktiivisesti käyttävät Autodesk Revit -ohjelmaa työelämässään. Tekoprosessissa joutui opettelemaan uusia taitoja, kuten videoeditointia. Koska Revit-videokurssi ja sen tueksi tuotettu materiaali on Afryn omaisuutta, en pysty sitä tämän opinnäytetyön raporttiosan oheen liittämään. Käyn kuitenkin seuraavissa luvuissa läpi sen, miten videokurssi ja sen oheismateriaali käytännössä tehtiin.

5.2 Käytössä olevat resurssit

Itse Revit-oppaan tai videokurssin tekemiseen ei annettu toimeksiantajan puolelta mitään rahoitusta. Tärkeää oli siis tehdä mahdollisimman laadukasta materiaalia opiskelijabudjetilla. Oppaan ja videokurssin tekemiseen vaadittiin tekstinkäsittelyohjelmia, videoeditoria, mikrofonia, jotain tapaa kuvata tietokoneen näytöllä tapahtuvaa toimintaa sekä tietenkin itse Autodesk Revit 2018 -ohjelmisto. Tekstinkäsittelyohjelmiana käytettiin Microsoftin Wordia, jonka lisenssin Savonia-ammattikorkeakoulu tarjoaa jokaiselle opiskelijalleen. Ääntä videoille äänitettiin Razer Mano'war -merkkisellä kuulokemikrofoniyhdistelmällä, jonka satuin omistamaan entuudestaan. Itse videot nauhoitettiin OBS Studio -ohjelmistolla, joka on ilmainen kaikille ja ladattavissa internetistä. Myös nauhoitettujen videoiden editointi saatiin tehtyä ilmaisohjelmistolla, nimittäin Blender nimisellä ohjelmalla, joka on ensisijaisesti 3D-mallinnusohjelma, mutta pitää sisällään myös hyvin monimuotoisen videoeditorin.

5.3 Revitin lyhyt historia

Koska opinnäytetyö koskee lähinnä yksinomaan Autodesk Revit -ohjelmaa, on hyvä tutustua hieman siihen, minkälainen ohjelma on kyseessä ja mistä kaikki on saanut alkunsa. Vuonna 1997 Leonid Raiz ja Irwin Jungreis perustivat yrityksen nimeltä Charles River Software, joka sittemmin vuonna 2000 nimettiin uudestaan Revit Technology Corporationiksi. Raizin ja Jungreisin tarkoituksena oli tuoda parametrinen mallintaminen osaksi rakennusteollisuutta ja Irwin Jungreisin kirjoittaman foorumiaviestin mukaan (Jungreis 2004-11-17) ensimmäiset rivit koodia kirjoitettiin vuonna 1998 C++ -ohjelmointikielellä. Revit oli alusta asti tarkoitettu tukemaan arkkitehtien ja muiden rakennusalan ammattilaisten työtä mahdollistamalla parametriseen 3D-malliin perustuvan dokumentoinnin. Toki markkinoilla oli myös kovia kilpailijoita, kuten ArchiCAD ja Reflex, mutta Revit erottui edukseen tarjoamalla helpon ja graafisen family editorin sen sijaan, että käyttäjä joutuisi kirjoittamaan koodia kuten kilpailevissa ohjelmissa. Toinen Revitin etu oli se, että malli säilytti kaikki objektien väliset relaatiot tarkoittaen sitä, että kun jotain oliota siirrettiin yhdessä näkymässä, se siirtyi myös toisessa näkymässä. Myös leikkausnäkyvät päivittyivät tehtyjen muokkausten mukaan.

Revit 1.0 lanseerattiin 5.4.2000 ja ohjelma päivittyi tiuhaan tahtiin. Vuonna 2002 Revit oli päivittynyt jo 4.1-versioon. Vuonna 2002 Autodesk, joka oli parhaiten tunnettu AutoCAD-tuotteestaan, osoitti

kiinnostustaan Revit-ohjelmaa kohtaan ostamalla Revit Technology Corporationin 133 miljoonalla dollarilla, joka vastaa noin 190 miljoonaa dollaria tänä päivänä. Kauppa oli molemmin puolin kannattava ja se mahdollisti paremman tuotekehityksen. Vuonna 2005 Revit Structures lanseerattiin ja nopeasti sen jälkeen Revit MEP. Vuonna 2006 Revit Building nimettiin Revit Architectureksi ja näin syntyi tuote, jonka me kaikki tunnemme.

5.1 Revitin vahvuudet ja heikkoudet

Vaikka Revit onkin hyvin tehokas työkalu arkkitehdin jokapäiväisessä työskentelyssä, ei mikään ohjelma ole vailla heikkouksia. Käydään kuitenkin ensin läpi Revitin vahvuuksia. Työkaluna Revit on intuitiivinen ja se tarjoaa kontekstittietoisia valikkoja riippuen siitä mitä objekteja tai olioita käyttäjä on valinnut. Piirtämistyökalut ovat erinomaisia ja niiden tarkkuustasoa voidaan vaihdella sen käyttäjän itsensä asettamien määritelmien mukaan. Ylipäänsäkin Revit antaa todella paljon valtaa itse käyttäjälle parametriseen mallintamiseen ansiosta. Kaikesta tästä huolimatta monet suunnittelijat päätyvät mallintamaan käyttämällä muita työkaluja ja sitten siirtämällä tuotokset Revittiin. Revitin vahvuudeksi voidaan myös laskea kattavat objektkirjastot, joita valmistajat täydentävät jatkuvasti. Ohjelman peruskäyttö on helppo oppia, vaikkakin ohjelman mestarillinen hallinta voi viedä vuosia. Data on aina linkitettyä, jolloin myös taulukot on helppo saada ulos Revitistä. Revit tukee monenlaisia tiedostomuotoja kuten muun muassa DWG, DXF, DGN, SAT ja IFC. Heikkoutena voidaan pitää Revitin kehnoa muistin optimisointia, jolloin yli 300 MB:n projektit alkavat hidastelemaan. Toki tähän voidaan vaikuttaa lisäämällä muistia. Revitin tuki monimutkaisille kaareville pinnoille on myös kehno ja ohjelmistolla on joitakin rajoituksia parametrien säännöstyössä. (Sacks, Eastman, Lee ja Teicholz 2018, luku 2.5.6.)

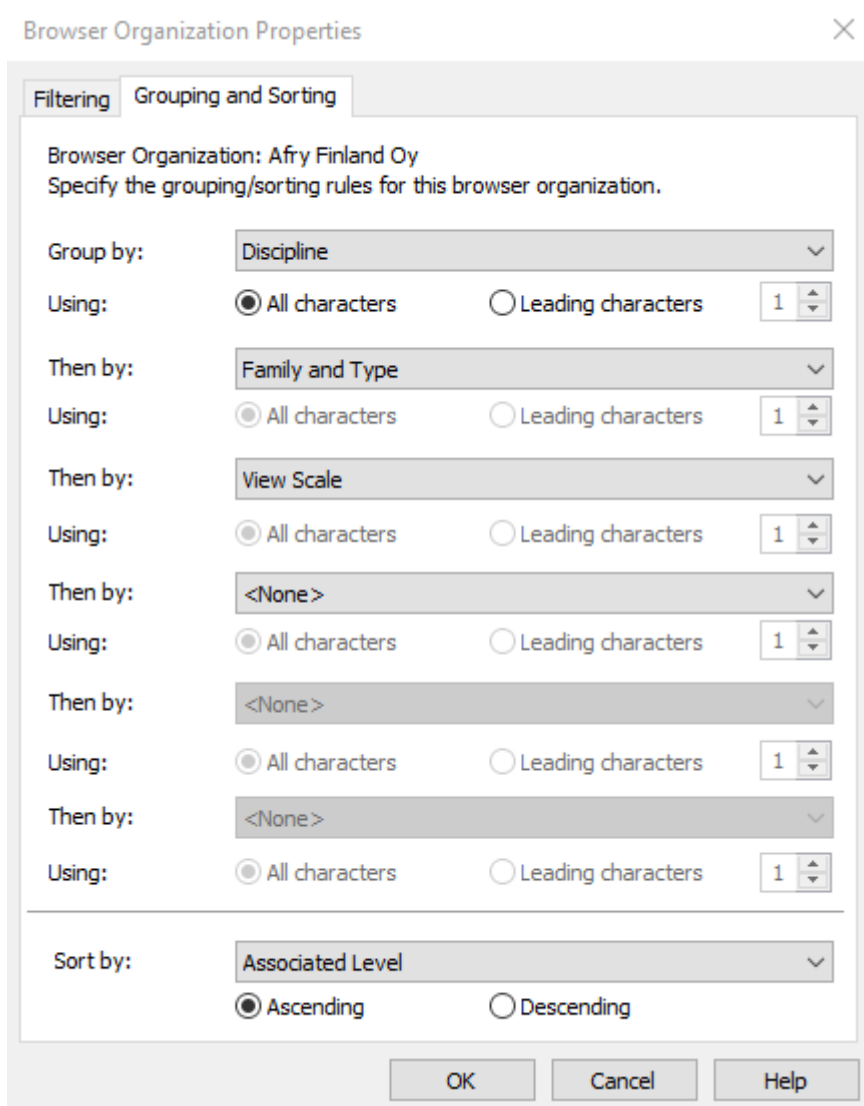
5.2 Materiaalin suunnittelu

Aikaisemmin käytiin läpi sitä, miksi halusin tehdä nimenomaan videomuotoisen kurssin. Oli selvää, että ainakin osa opinnäytetyöstäni tulisi olemaan videomuodossa, mutta suunnittelun ja aiheen tutkimisen edetessä huomasin nopeasti, että opinnäytetyön pääpaino tulisi olemaan nimenomaan näissä tuottamissani videoissa ja muu materiaali tulisi pikemminkin tämän videokurssin tueksi. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi sitä, miten videokurssi ja siihen liittyvän muun materiaalin suunnittelu eteni.

5.2.1 Aloituspohja ja mallintamisen tarkkuustaso

Yksi tärkeimmistä mallintamisen laatua yhtenäistävistä tekijöistä on yhteinen aloituspohja. Aloituspohja on ikään kuin lähtöviiva uusille projekteille ja se voi sisältää valmiiksi määritellyt näkymät, tasot, viivatyypit, materiaalit ynnä muut vastaavat asetukset. Kun kaikki käyttävät valmiiksi määrättyjä pohjia, on mallintaminen selkeästi yhtenäisempää ja työntekijöiden on helpompaa hypätä projektiin mukaan, kun aloituspohja on tuttu. Tästä syystä tein videokurssia varten myös oman aloituspohjan, joka perustuu hyvin vahvasti Future Groupin avoimessa jakelussa olevaan Revit-rakenteet-aloituspohjaan, joka on tehty suomalaisen lokalisoinnin asetuksilla. Tämän aloituspohjan ei ollut tarkoitus

korvata jo käytössä olevaa aloituspohjaa, vaan tarjota Revit-videokurssin opiskelijalle selkeä ja yksinkertainen lähtöasetelma, jonka avulla oppiminen olisi helpompaa. Aloituspohjaa muokattiin lähinnä vain muokkaamalla Revitin projektihakemistoa tai valikkorakennetta Afryn käyttöön sopivamaksi (kuva 7). Tärkeää oli, että Revitin käyttäjä löytäisi pohjanäkymät heti ja osaisi navigoida niiden välillä. Siksi oli tärkeää kategorisoida Revittiin luodut näkymät disiplinaan ja mittakaavan mukaan. Tämän lisäksi näkymät lajiteltiin näkymän nimen mukaan siten, että näkymät ovat nimestä riippumatta näkymään assosioituneen korkeuden mukaisessa järjestyksessä. Näin tasot pysyisivät loogisessa korkeusjärjestyksessä, vaikka joku päättäisi nimetä näkymät epäloogisesti.



Kuva 7. Revit-projektihakemiston asetukset (Naumanen 2020)

Videokurssin tavoitteena on, että jokainen kurssin katsonut työntekijä osaisi mallintaa YTV2012:n määrittelemällä tarkkuustasolla 2. Toisin sanoen sijainti ja geometria täytyy mallintaa vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi täytyy osata määrittellä sekä nimetä. Tämän lisäksi tuoteosat on mallinnettu siten, että kappalemäärät ja muu tarpeellinen määrätieto saadaan taulukoitua tuotetyypeittäin suoraan mallista. Videokurssin tavoite päästä mallintamisen tarkkuustasoon kaksi vaikuttaa myös omalta osaltaan aloituspohjan tekemiseen. Koska tavoiteltu tarkkuustaso vaatii objektityyppien nimeämisen, on suurin osa rakennetyypeistä jo nimetty valmiiksi. Myös luettelopohjat on

tehty aloituspohjaan jo valmiiksi, jotta haluttujen rakenneosien listaaminen olisi vaivatonta ja sujuvaa.

Afryn yleisenä toiveena oli, että aloituspohjaan itseensä ei lisättäisi kovinkaan paljoa ylimääräistä tavaraa, esimerkiksi pöytiä tai WC-istuimia, koska aloituspohjan tiedostokoko haluttiin pitää pienenä. Lisäsin aloituspohjaan kuitenkin tavanomaisimmat ovi- ja ikkunatyypit, sekä videokurssilla käyttämäni pilarit, palkit ja ristikot. Lopputuloksena oli mielestäni selkeä ja yksinkertainen aloituspohja, jonka avulla Revitin oppiminen ja opetusvideoiden seuraaminen saatiin helpommaksi.

5.2.2 Tekstimuotoinen opas

Kun aloitin opinnäytetyön tekemistä niin Afryn arkkitehtipuolella ei ollut minkäänlaista laatujärjestelmää, jolla voitaisiin taata laadukasta mallintamista. Kun useampi ihminen työstää samaa mallia samaan aikaan niin vääjäämättä syntyy väärinymmärryksiä ja näiden väärinymmärryksistä johtuvien virheiden riski kasvaa etenkin, kun samoja asioita tehdään monella eri tavalla. Tästä syystä lähdin kehittämään ohjetta, joka antaisi ikään kuin pelisäännöt yhdessä työskentelemiseen. Tavoitteenani oli luoda tietynlaista mallinnuskuria. Jokaisen on ymmärrettävä samalla tavalla, miten kerros määritellään, millä tarkkuustasolla mallinnetaan ja miten mallit tallennetaan. Tämän tekstimuotoisen oppaan nimeksi tuli Yhtenäisen mallintamisen ohje (kuva 8). Yhtenäisen mallintamisen ohje perustuu suurelta osin YTV2012 asettamiin ohjeisiin ja vaatimuksiin.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
1.1	Tietomallintaminen	3
1.2	Tietomallintamisen tavoitteet.....	4
2	MALLINNUSPERIAATTEET	4
2.1	Mittayksiköt ja aloituspohja	4
2.2	Koordinaatit	5
2.3	Projektin korot/kerrokset, hankkeen maastot sekä erilliset rakennukset	6
2.4	Mallintamisen tarkkuustasot	8
2.5	Rakennetyypit ja rakennusosien nimeäminen.....	9
2.6	Mallien tallentaminen ja julkaiseminen	10
2.7	Tietomalliselostus	10
3	TIETOMALLINTAMINEN KORJAUSRAKENTAMISESSA	11
4	TIETOMALLINNUSVAATIMUKSET HANNKEEN ERI VAIHEISSA.....	12
4.1	Tarveselvitys	13
4.1.1	Vaatusmalli	13
4.2	Hankesuunnittelu ja suunnittelun valmistelu	13
4.2.1	Lähtötilanteen mallinnus	14
4.2.2	Tontin malli	14
4.2.3	Hankesuunnittelumallin sisältö	15
4.3	Ehdotussuunnittelu	15
4.3.1	Tilamalli.....	15
4.3.2	Tiloista vaadittavat tiedot.....	16
4.3.3	Tiloista siirtyvä tieto	16
4.4	Yleissuunnittelu	17
4.4.1	Rakennusosamalli.....	17
4.4.2	Rakennusosamallista saatavat tiedot.....	18
4.5	Toteutussuunnittelu	18
4.5.1	Rakennusosamalli toteutussuunnitteluvaiheessa	18
4.5.2	Rakennusosien mallintaminen	18
4.6	Mallin käyttäminen rakentamisessa	19
4.7	Toteumamalli	19
4.8	Ylläpitomalli	20
5	ARKKITEHTIMALLIN SISÄLTÖVAATIMUKSET	20
6	LAINATUT LÄHTEET	21

Kuva 8. Yhtenäisen mallintamisen ohjeen sisältö (Naumanen 2020)

5.2.3 Revit-videokurssi

Revit-videokurssin kohdeyleisönä oli Afryn työntekijät, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta kyseisen ohjelmiston käyttämisestä. Päätin, että tuottamani videoiden tulisi olla pituudeltaan noin 10 minuutin pätkiä. Tällä varmistettaisiin, että ihminen jaksaisi keskittyä videon alusta videon loppuun asti. Kymmenen minuuttia on kuitenkin opettamiseen aika lyhyt aika, joten jokaisen videon sisältö tuli pohtia tarkkaan.

Jokainen video tulisi sisältämään yhden ydinkonseptin, oli kyse sitten työkalusta tai mallinnustavasta. Minulle, ja varmasti myös videokurssin katsojille, oli ehdottoman tärkeää, että videokurssi aloitettaisiin aivan täysin ruohonjuuritasolta. Jokainenhan osaa kaksoisklikata ohjelman auki tietokoneella, mutta entä sen jälkeen? Ihminen, joka ei ole Revit-ohjelmaa ennen edes avannut olisi aivan hukassa. Siksi ohjelman sisällä navigoimisen tulisi olla yksi ensimmäisiä videokurssin aiheita. Afryn Kuopion toimistolla työskentelevä arkkitehti, Petri Pöllänen, toivoi kurssin sisältävän myös jonkin pienen esimerkkikohteen, joka mallinnettaisiin videokurssilla. Täydelliseksi kohteeksi valikoitui eräs Fingridille suunniteltu GIS-asema. Lopullinen suunnitelma oli siis tehdä kokoelma lyhyitä, alle kymmenen minuuttia kestäviä videoita. Jokaiselle Revit-käyttäjän välttämättömälle työkalulle ja ominaisuudelle tehtäisiin oma video ja sen lisäksi vielä oma videosarja, jossa mallinnettaisiin GIS-asema alusta loppuun.

5.2.4 Videokurssin kansiorakenne

Videokurssi jaettiin useampaan kansioon, joka sisälsi kunkin aihealueen videot. Videokurssin kansiorakenne oli tärkeä osa videokurssin suunnittelua, sillä oppimisen tehostamiseksi itse kansiorakenteen tuli olla looginen ja johdonmukainen. En halunnut sellaista tilannetta, jossa esimerkiksi seinätyökalun aukottaminen käytäisiin läpi ennen kuin oppijalla on harmainta aavistustakaan, kuinka itse seinätyökalua käytetään. Revitin työkalut ja ominaisuudet oli siis jaettava jonkinlaisiin kategorioihin. Käytin tässä jaottelussa Revit-ohjelmiston omia välilehtiä apunani. Revit-videokurssin lopullinen kansiorakenne näytti tältä:

1. Revit-kurssin johdanto ja ydinkonseptit
 - 1.1. Tervetuloa
 - 1.2. Kurssimateriaali
 - 1.3. Johdanto tietomallintamiseen
 - 1.4. Elementtien hierarkia
 - 1.5. Revitin aloitus
2. Revitin käyttöliittymä ja navigointi Revitissä
 - 2.1. Työkalurivien ymmärtäminen
 - 2.2. Kontekstityökalut
 - 2.3. Properties-valikko
 - 2.4. Projektihakemisto ja näkymissä navigointi
 - 2.5. Näkymän sisällä navigointi
 - 2.6. Elementtien valitseminen
3. Projektin aloittaminen
 - 3.1. Projektin aloittaminen aloituspohjalla
 - 3.2. Tasojen lisääminen projektiin
 - 3.3. Moduulilinjojen lisääminen
 - 3.4. Pilareiden kanssa työskentely
4. Mallintamistyökalut

- 4.1. Seinätyökalun perusteet
- 4.2. Seinä ja location line
- 4.3. Seinätyökalun peruseriaatteet
- 4.4. Seinän modifiointityökalut
- 4.5. Seinätyypin luominen ja seinäliittymät
- 4.6. Ovien ja ikkunoiden lisääminen
- 4.7. Johdatus lattiatyökaluun
- 4.8. Johdatus kattotyökaluun
- 4.9. Katon ja lattian shape editing -työkalu
- 4.10. Aukotustyökalut
- 4.11. Porrastyökalu
- 4.12. Huonetyökalu
- 4.13. Rakennevälilehti
5. Grafiikka-asetukset
 - 5.1. Yleiset grafiikka-asetukset
 - 5.2. Näkymäpohjat
 - 5.3. Elementtien piilottaminen
6. Insert-välilehti ja export-työkalu
 - 6.1. Load family -työkalu
 - 6.2. Link Cad -työkalu ja maaston luominen linkin avulla
 - 6.3. Link Revit -työkalu
 - 6.4. Revit-linkkien jaetut koordinaatit
 - 6.5. Linkkien ja tuotujen tiedostojen hallitseminen
 - 6.6. Revitistä dwg-tiedostoksi
 - 6.7. Ifc-tiedosto ja koordinaatit
7. Annotaatio, taulukot ja tulostaminen
 - 7.1. Mittojen merkitseminen
 - 7.2. Tekstien lisääminen
 - 7.3. Call out -työkalu ja detaljien piirtäminen
 - 7.4. Tagien lisääminen
 - 7.5. Taulukot
 - 7.6. Paperinäkömien tekeminen ja tulostaminen
 - 7.7. Kurssin lopetus ja loppumietteet
8. GIS-aseman mallintaminen (extra)
 - 8.1. Projektin aloittaminen
 - 8.2. Seinien ja lattioiden mallintaminen
 - 8.3. Ikkunoiden ja ovien mallintaminen
 - 8.4. Portaat ja luiska
 - 8.5. Yläpohja ja vesikatot
 - 8.6. Pilareiden mallintaminen
 - 8.7. Annotaatiot
 - 8.8. Ristikoiden lisääminen

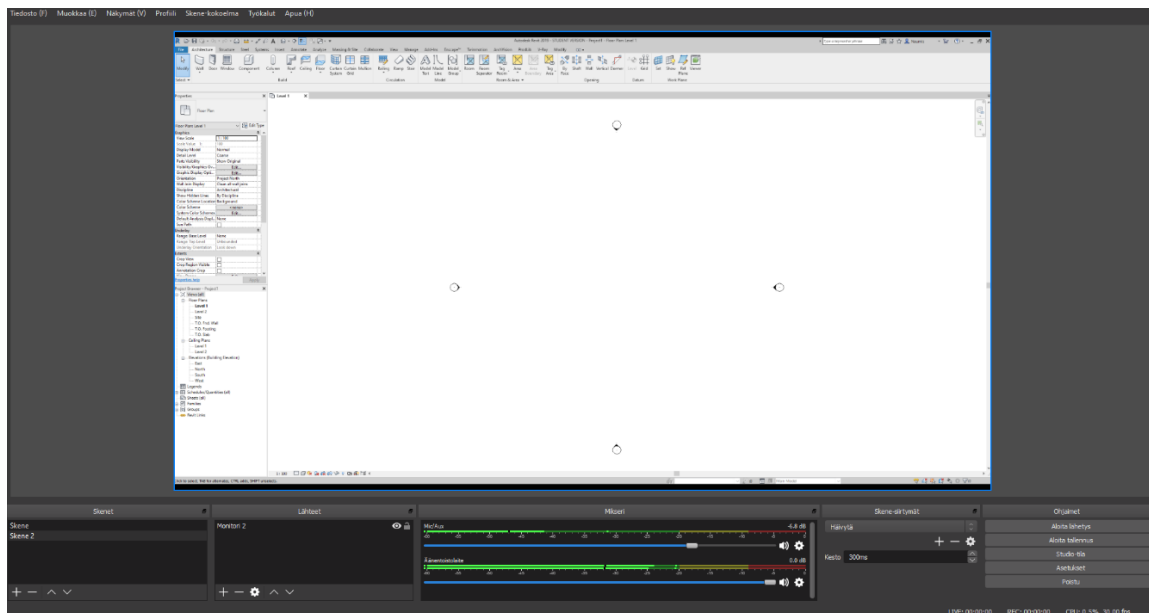
- 8.9. Maaston mallintaminen
- 9. Kurssimateriaali
 - 9.1. Esimerkkiprojektit
 - 9.2. Family templates
 - 9.3. FIN_materiaalit
 - 9.4. Libraries
 - 9.5. Templates
 - 9.6. Aloituspohjat
 - 9.7. YTV2012

5.3 Videomateriaalin tekeminen – esimerkkinä seinätyökalu

Materiaali tuotettiin käymällä Autodesk Revit 2018 -ohjelmistoa läpi samalla nauhoittaen ääntäni ja tietokoneen näytön kuvaa. Ääntäni nauhoitettiin Razer Mano'war kuulokemikrofonijärjestelmällä ja tietokoneeni näytön kuvaa nauhoitettiin OBS Studio -ohjelmalla. Jokaisen videon tekemisen prosessia alkoi siitä, että etsin kaiken oleellisen tiedon videossa läpi käytävästä työkalusta. Katsoin Autodeskin omilta sivuilta kaiken mahdollisen materiaalin ja kirjoitin itselleni ranskalaisin viivoin kaikki seiniin liittyvät erilaiset työkalut ja niiden eri käyttötarkoitukset. Tämän lisäksi katsoin myös Youtubesta erilaisia käyttäjien tekemiä opetusvideoita ja yritin poimia niistä asioita, jotka oli tehty mielestäni hyvin tai huonosti. Muiden tekemien opetusvideoiden katsomisen jälkeen minulla oli aika hyvä käsitys siitä minkälaisen videon minä itse tekisin. Koska seinätyökalu on kenties mallintajan tärkein työkalu ja se sisältää paljon erilaisia ominaisuuksia, halusin pilkkoa tämän työkalun osiin, jotta voisin tehdä jokaisesta osasta oman videon.

Mielestäni loogisinta olisi aloittaa jonkinlaisesta johdatuksesta. Kuten jo aikaisemmin opinnäytetyössä tuli jo esille, edeltävä informaatio vaikuttaa oppimiseen. Oli siis mielestäni tärkeää aloittaa opettaminen siitä, mistä seinätyökalu löytyy, mitä sillä voidaan tehdä ja mitkä ovat niitä asioita, joita mallintajan olisi hyvä oppia. Tämän jälkeen halusin pikkuhiljaa syventyä seinän piirtämiseen ja oleellinen osa seinän piirtämisestä on niin sanottu location line, sillä tämä sijaintilinja määrittää kummalle puolelle seinän sisäpinta tulee piirtäessä kuten myös sen, miten seinä piirretään suhteessa sen keskilinjaan. Kokemuksen syvällä rintaäänellä voinkin sanoa seinien mallintamisen olevan jokseenkin turhauttavaa, jos ei ymmärrä seinän sijaintilinjaa. Kun sijaintilinja on mallintajan hallussa, oli mielestäni loogista opettaa loput seinien mallintamiseen liittyvät peruseräpäätökset, kuten seinien dimensiot, automaattinen liittyminen, snäppääminen ja venyttäminen. Tämän jälkeen oli hyvin luontevaa lähteä opettamaan seinän muokkaamiseen liittyviä työkaluja, kuten seinän kopiointi, peilaaminen, kohdistaminen, siirros ja trimmaaminen. Kun kaikki tämä oli hallussa, oli järkevää tehdä vielä erillinen video uusien seinätyyppien luomisesta ja eri seinätyyppien liittymistä. Tällä tavalla sain jaettua suhteellisen moniulotteisen ja oleellisen työkalun helposti pureskeltaviin videoihin, joissa käytiin läpi askel kerrallaan kaikki seinään liittyvät työkalut, joita mallintaja tarvitsee päivittäin.

Kirjoitin lähes aina jokaisesta aiheesta pienen lunttilapun itselleni ennen jokaista nauhoitusta, jotta puheeni ja esittämäni harjoitukset pysyisivät koherenttina ja ymmärrettävinä kokonaisuuksina. Lunttilapuista huolimatta minulla oli usein vaikeuksia muistaa mitä minun olisi pitänyt videolla sanoa, sillä monimutkaisista asioista puhuminen ja samaan aikaan mallintaminen on yllättävän vaikea tehtävä. Siksi kuvasin useimmat videot monessa lyhyemmässä osassa, jotka sitten kokosin yhdeksi videoksi Blender-ohjelmiston videoeditorilla.



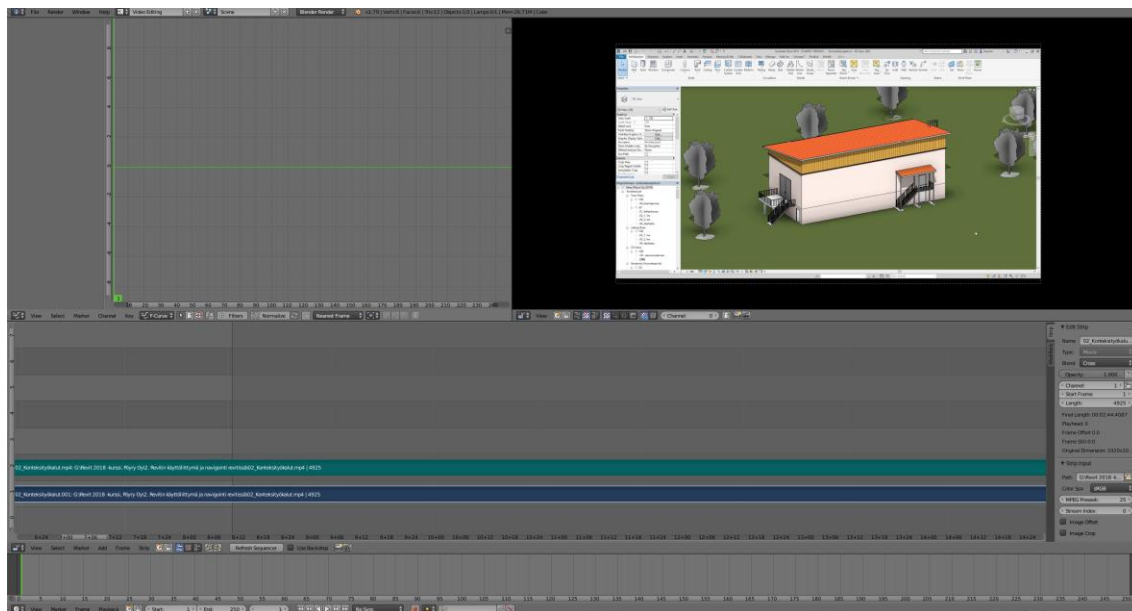
Kuva 9. OBS Studion käyttöliittymä (Naumanen 2020)

Kun lunttilappu oli valmis ja olin tyytyväinen nauhoitettavan videon rakenteeseen, aloitin kuvan ja äänen nauhoittamisen OBS Studiolla (kuva 9). OBS Studiossa minun oli ensin säädettävä miltä näytöltä kuva nauhoitetaan, mikä nappula aloittaa nauhoittamisen ja minne nauhoitettu video tallennetaan. Tärkeää oli myös säätää videon resoluutio, äänilähde sekä ruudunpäivitys. Päätin nauhoittaa videoni 1920x1080 resoluutiolla, 30 kuvaa sekunnissa. Tiedostomuotona oli mp4. Tämä mahdollisti tarkan videon, jonka tiedostokoko pysyi silti hallinnassa. Nauhoitettava näyttö asetettiin OBS Studion lähteet-valikosta painamalla pientä plusmerkkiä ja ilmestyvästä valikosta valitsemalla "Monitori". Näin luodaan uusi kuvanlähde, jolle voidaan antaa oma nimi. Itse en pitänyt nimeämistä tärkeänä, joten säilytin nimen "Monitori 1". Tämän jälkeen ilmestyy uusi ikkuna, josta valitaan haluttu näyttö, jota ohjelma alkaa nauhoittamaan. Ulostuloasetuksista säädin tallennuksen polun nauhoittamaan haluamaani kansioon. Kun videot oli nauhoitettu, pystyin aloittamaan editoinnin Blenderillä (kuva 10).

Videoiden editointi sujui ilman suuria ongelmia. Käytännössä editointi oli videoiden pätkimistä oikeista kohdista ja joidenkin efektien, kuten häivytyksen, laittamista. Kun video oli editoitu Blenderissä haluamallani tavalla, jouduttiin se vielä renderoimaan. Renderoidessa oli erityisen tärkeää pitää tuotetun videon ruudunpäivitys samana, sillä jos editoidun videon ruudunpäivitys olisi jotain muuta kuin mitä se alun perin oli, olisi kuva ja ääni renderoinnin jälkeen eri tahdissa. Jotta Blenderistä ulos renderoitu video olisi halutussa mp4-formaatissa, jouduttiin asettamaan seuraavat asetukset:

- output format, FFmpeg video

- container, MPEG-4
- video codec, H.264
- Audio codec, AAC.



Kuva 10. Blenderiin sisäänrakennetun videoeditorin käyttöliittymä (Naumanen 2020)

Videoiden renderoimisen jälkeen kokosin kurssimateriaalin muistitikulle ja toimitin ne Afryn Kuopion toimistolle toukokuussa 2019. Toimistolla kaikki materiaali kopioitiin Kuopion toimiston omille verkkolevyille. Oli kuitenkin selvää, että videokurssille tulisi löytää jokin kätevämpi paikka, sillä jokaisella Afryn työntekijällä ei ollut pääsyä Kuopion toimiston verkkolevyille. Vaihtoehtona oli luoda jokin koko Afryn yhteinen verkkolevy, johon jokainen pääsisi. Uuden verkkolevyn luominen olisi kuitenkin pitänyt mennä IT-tuen kautta, joten lopulta kaikki kurssimateriaali päätettiin laittaa pilveen Afryn Share-Point-palveluun. Tämä oli ratkaisuna hyvä ja helppo, sillä kuka tahansa linkkiä klikkaava Afryn työntekijä pääsee suoraan katsomaan kurssin sisältöä.

5.4 Opinnäytetyö osana rakennushanketta

Rakennushanke alkaa siitä, kun rakennuttaja, kiinteistökehittäjä tai kiinteistösijoittaja päättää hankkia uutta tilaa rakentamalla. Rakennushanke päättyy vastaavasti silloin, kun rakennushankkeen alulepanija ottaa rakennetun tilan käyttöön. Opinnäytetyön pääasiallinen tavoite on kouluttaa Afryn työntekijöitä käyttämään Revit-ohjelmistoa jokapäiväisessä työnteossa. Kuten tämän raporttiosuuden alkupuolella kävi ilmi, YTV2012 määrittelee tietomallintamisen vaatimukset kunkin rakennushankkeen vaiheessa. Tarveselvityksessä syntyy vaatimusmalli, joka voi olla taulukkomuotoista lähtötietoa tulevalle tietomallille. Hankesuunnittelussa syntyy inventointimalli tai lähtötietomalli. Tämä pitää sisällään karkeasti mallinnettuja rakennusosia ja luonnoksia. Ehdotussuunnittelussa mallinnetaan tilaryhmämalli, eli Revit-malli, joka sisältää lähinnä tilat ja näitä tiloja ympäröivät seinät. Yleisuunnitteluvaiheen tuotoksena on rakennusosamalli, joka on mitoiltaan tarkka, kolmiulotteisesti mallinnettu rakennus. Mallinnustaso on suurimmiltaan osin 1, mutta tässä vaiheessa osa rakennusosista tulee jo mallintaa tarkkuustasolla 2. Toteutussuunnittelussa rakennusosamallin tarkkuustasoa voi-

daan nostaa joidenkin rakennusosien osalta jo tasolle 3. Tarkoituksena on tuottaa piirustuksia ja mitoitettuja suunnitelmia. Rakentamisen aikana tarkoitus on päivittää työmaalla tapahtuneet muutokset tietomalliin. Tietomallia apuna käyttäen voidaan myös laatia aikatauluja. Jotkut rakennusosat on tässä vaiheessa päivitettävä tarkkuustasolle 3. Vastaanotossa tai käyttöönotossa suunnittelija tuottaa vielä toteumamallin, joka on tarkka jäljitelmä siitä, miten rakennus on todellisuudessa rakennettu. Jokaisen rakennushankkeen vaiheen arkkitehtimallin sisältövaatimukset pystyy näkemään YTV2012:n osasta 3, Arkkitehtisuunnittelu (kuva 11).

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	PA	VA	YL
12 Talotilat										
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, kannot, luukut ja muut täydentävät rakennusosat						V1	V1	V1	V1	V1
123 Runko										
1231 Väestönsuojan lattia			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan seinä			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	P2
1233 Pilarit		V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1234 Palkit		V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1235 Välipohjarakenne	V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1236 Yläpohjarakenne	V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Portaat ja lepotasot	V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Kaiteet ja käsijohteet			V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1239 Erityiset runkorakenteet			V1	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

Kuva 11. YTV2012 mallintamisen tarkkuustasovaatimukset (YTV 2012, osa 3)

Revit-videokurssi on suunniteltu opettamaan Afryn työntekijöitä mallintamaan tarkkuustasolla 2. Teoriassa siis, jos työntekijä opettelee koko videokurssin täydellisesti ja osaa soveltaa oppimaansa tietoa, olisi hänellä edellytykset käyttää oppimaansa jopa rakentamisaikavaiheeseen asti, sillä vasta silloin tulee eteen pakollisesti tarkkuustasolla 3 mallinnettavia rakennusosia. On kuitenkin muistettava, että suurin osa videokurssin käyttäjäryhmästä on täysin vasta-alkajia Revitin suhteen, joten ei voida olettaa heidän kykenevän kattavan videokurssin jälkeenkään mallintavan vaaditulla taidolla ja tarkkuudella. Videokurssin läpi opiskelleet osaavat kuitenkin mallintaa mittatarkkoja ja kolmiulotteisia malleja, jolloin heidän taitotonsa ylittää vähintään yleissuunnittelutasolle. Voidaan kuitenkin sanoa videokurssista olevan hyötyä toteutussuunnitteluun asti.

6 HAASTATTELUTUTKIMUS VIDEOKURSSISTA

Olin hyvin kiinnostunut siitä, miten tekemäni videokurssin katsojat olivat kokeneet oppimisen videokurssin kautta, joten päätin tehdä tutkimuksen pitämällä puolistrukturoidun haastattelun joillekin videokurssia käyttäneille työntekijöille. Puolistrukturoidussa haastattelussa jokaiselle osallistujalle esitetään samat, tai lähes samat kysymykset samassa järjestyksessä. Puolistrukturoitu haastattelu sopii sellaisiin tilanteisiin, joissa halutaan vastaus tiettyihin asioihin (Fsd.tuni.fi). Minua kiinnosti erityisesti se, kuinka paljon videokurssin katsojat kokivat oppineensa kurssin aikana ja minkälaisena oppimismuotona ihmiset pitivät videomuotoista kurssia.

6.1 Puolistrukturoitu haastattelu kvalitatiivisen tutkimuksen työvälineenä

Tutkimuksen menetelmäsuuntaukset jaetaan useimmiten kvalitatiiviseen, eli laadulliseen, ja kvantitatiiviseen, eli määrälliseen, kategoriaan. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään erityisesti ymmärtämään tutkittavaa asiaa ja selittämään tutkittavan asian taustoja. Toisin sanoen laadullisessa tutkimuksessa keskeisessä asemassa ovat ihmisten ajatukset, näkökulmat ja kokemukset. Määrällinen tutkimusmenetelmä käyttää sen sijaan tilastoitavia ja laskennallisia tutkimusmenetelmiä.

Tämä tutkimus tehtiin kvalitatiivisena tutkimuksena, koska tehtävänä oli nimenomaan ymmärtää videokurssin läpi käyneiden ihmisten kokemuksia ja tunteita siitä, minkälainen videokurssi oli heidän mielestään ollut ja kuinka he kokivat kurssin oppimisen näkökulmasta. Haastattelut jaetaan yleisesti ottaen strukturoituihin ja strukturoimattomiin haastatteluihin riippuen siitä, kuinka sitovia ja valmiiksi pureskeltuja kysymykset ovat. Tyypillinen esimerkki strukturoidusta haastattelusta olisi yleisesti käytetty lomakehaastattelu, jossa vastausvaihtoehdot ovat valmiiksi annettuja. Tällaisten haastatteluiden hyvä puoli on se, että haastattelijalla on todella vähän valtaa vaikuttaa haastateltavan vastauksiin omilla mielipiteillään. Esimerkki strukturoitumattomasta haastattelusta olisi avoin haastattelu, jossa kysymykset voidaan esittää kaikille eri järjestyksessä ja vastaukset saavat olla vapaamuotoisia. Strukturoimattomassa haastattelussa haastattelu muodostuu haastateltavan ehdoilla ja se muistuttaa enemmänkin arkista keskustelua.

Tähän välimaastoon osuu puolistrukturoitu haastattelu, joille tyypillistä on se, että jokin haastattelussa nouseva näkökulma on lyöty lukkoon. Tunnetuimpia puolistrukturoitujen haastatteluiden muotoja lieneekin teemahaastattelu, jossa on ennalta määrätyt teemat sekä aihepiirit, mutta itse kysymykset voivat olla hieman erilaisia ja kysymysjärjestys voi myös vaihdella. (Ruusuvoori ja Tiittula 2005, 11). Päätin kerätä aineistoni käyttäen puolistrukturoitua haastattelua käyttäen, koska koin sen olevan mielekkäin tapa saada kattavaa dataa videokurssin läpikäyneiden kokemuksista ja mielipiteistä. Tässä haastattelumuodossa haastateltavien oma ääni pääsee niin sanotusti kuuluviin, joka on mielestäni tärkeä seikka aineistoa kerättäessä.

6.2 Aineiston kerääminen

Keräsin aineistoni puolistrukturoidulla haastattelulla. Haastattelin seitsemää Afryn työntekijää, jotka olivat katsoneet videokurssin läpi ja käyttäneet videokurssia apunaan työelämässään. Olisin voinut haastatella useampaakin Afryn työntekijää, mutta koin, että aineisto ei enää tuota tutkimusongelmani kannalta merkittävää uutta tietoa. Haastattelut alkoivat olemaan itseään toistavia, joka oli merkki aineistoni saturaatiosta tai kylläntymisestä (Fsd.tuni.fi). Jotta haastattelun aineisto olisi hyvää, suunnittelin haastattelurungon, jota käytin apuna haastattelussa. Haastattelurunkoon olin kirjoittanut valmiiksi ne teemat ja kysymykset, joita halusin käydä läpi haastattelussa. Itse haastattelut toteutin yksilöhaastatteluina. Alun perin suunnittelin pitäväni suurimman osan haastatteluista ihan kasvokkain Afryn omissa tiloissa, mutta koronaviruksen aiheuttaman etätyömääräyksen pakottamana jouduin pitämään jokaisen haastattelun Skypen välityksellä. Se osoittautui hyvin käteväksi, koska ohjelman sisäänrakennetun nauhoitusfunktion ansiosta minun ei tarvinnut hankkia erillistä nauhuria. Ennen jokaista haastattelua pyysin lupaa haastattelun äänittämiseen ja haastattelun käyttämistä aineistokeruumenetelmänä. Kerroin myös mihin käyttöön haastattelut tulevat ja kerroin poistavani äänitteet, kun olen saanut haastattelujen litteroinnin tehtyä. Yksityisyydensuojan varmistamiseksi en myöskään erittele nimiä tässä opinnäytetyössä. Näin pidän huolta siitä, että tekemäni haastattelun eettinen puoli olisi myös kohdillaan. Haastattelun sisällön analysointiin käytin sisälönanalyysimenetelmää.

6.3 Haastateltavien taustaa

Jokainen haastateltu oli Afryn työntekijä. Viisi haastateltua työskentelee Afryn Vantaan toimistolla ja kaksi työskentelee Kuopion toimistolla. Haastatelluista kolme työntekijää olivat harjoittelijoita, yksi projektipäällikkö ja loput projektiarkkitehteja. Haastateltujen ikä vaihteli suuresti. Osa oli jo viidennikymmenen ikävuoden paremmalla puolella, kun taas toiset olivat alle 30-vuotiaita. Loput siltä väliltä. Tämä luonnollisesti tarkoitti myös sitä, että työkokemus vastaajien kesken vaihteli hyvin paljon. Yksi haastateltavista oli vastikään Etelä-Amerikasta Suomeen muuttanut, espanjaa äidinkielenään puhuva arkkitehti. Tästä syystä myös haastattelu ja sen runko piti miettiä sekä suomen kielellä, että englanniksi.

6.4 Haastatteluiden analysointi

Useimmiten kun haastattelua käytetään aineiston tuottamisena, on tuloksena iso kasa tekstiä, jota voi lähestyä monilla eri tavoilla. Tästä syystä aineistoon tutustuminen mahdollisimman varhain on tärkeää (Ruusuvoori, Nikander ja Hyvärinen 2010, 8). Aineiston analysointia varten ei ole yksityiskohtaisia sääntöjä, mutta analyysiprosessin etenemiseksi on olemassa ohjeita. Usein puhutaan kolmivaiheisesta prosessista, joka sisältää aineiston redusoinnin, klusteroinnin ja abstrahoinnin. Aineiston redusointi tarkoittaa alkuperäisen haastattelun tai muun aineiston pelkistämistä, klusterointi tarkoittaa aineiston ryhmittelyä yhteisiin teemoihin ja abstrahointi tarkoittaa teoreettisten käsitteiden luomista aineiston pohjalta (Lauttananen, Marttinen 2014).

Tein analyysin taulukkomuotoisesti Microsoft Excel-ohjelmassa. Aloitin rajaamalla vastauksista kaiken tutkimusongelmani näkökulmasta epäolennaisen pois. Tämän jälkeen kirjoitin jäljelle jääneestä vastauksesta pelkistetyn version. Pelkistettyjä versioita oli sen jälkeen helpompi alkaa klusteroimaan alaluokkiin tarkastelemalla pelkistettyjen vastausten teemoja ja samankaltaisuuksia. Klusteroinnin jälkeen tavoitteena oli abstrahoida, eli löytää alaluokista joitain yhtäläisyyksiä ja muodostaa näiden yhtäläisyyksien avulla yläluokka tai yksi yhdistävä luokka. Kun tällainen yhdistävä luokka oli löydetty, pystyimme tekemään johtopäätöksiä ja vastaamaan tutkimusongelmani kysymyksiin.

6.5 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksessa pyrittiin löytämään vastaus erityisesti siihen, että kuinka paljon videokurssin katsoja kokee oppineensa, minkälainen videokurssi on oppimismuotona ja kuinka paljon tällaisesta videokurssista katsoja kokee olevan hyötyä. Puolistrukturoitu tutkimus antoi mielestäni hyvän käsityksen siitä, miten videokurssin katsoneet itse kokivat asiat.

6.5.1 Kuinka paljon on opittu?

Jokainen videokurssin katsonut kertoi haastattelussa oppineensa jotakin. Oppimisen määrä riippui siitä, minkälaiset pohjatiedot katsojalla entuudestaan oli. Jos videokurssin katsojalla ei ollut minäkäänlaista aikaisempaa kokemusta Revit-ohjelmasta, koettiin oma taitotaso videokurssin jälkeen paremmaksi, mutta edelleen alhaiseksi. Sen sijaan, jos pohjatietoa oli paljon, tämän videokurssin ei koettu tarjoavan kovinkaan paljon hyötyä, sillä se tähtäsi kouluttamaan nimenomaan vasta-alkajia. Parhaat tulokset saivat sellaiset henkilöt, joilla oli suppea käsitys Revit-ohjelmasta, mutta eivät kuitenkaan olleet täysin kokemattomia. Oppiminen oli tällöin tehokasta ja nopeaa. Tämä myötäilee aikaisemmin opinnäytetyössä läpi käytyä väitettä siitä, että aikaisemmin opitulla informaatiolla on suuri vaikutus siihen, kuinka tehokasta ja nopeaa oppiminen on.

Kyl mä luulen et niinku sanoin niin ehkä enemmänkin sellaista unohtuneiden asioiden mieleenpalauttamista mut on siellä ollu sellasii jotaki knoppeja mitkä on uusii juttuja, että vaikee lähtee nyt erittelee mutta hyvää hyödyllistä matskuu kaiken kaikkiaan ja kyl mä oon tykänny ja oppinu paljo.

(Haastateltava 1)

Uuden oppiminen oli vähäistä niillä, joilla oli jo hyvät pohjatiedot kyseisen ohjelmiston käytölle. Tämä oli odotettavissa, sillä kyse ei ole enää uuden oppimisesta, vaan vanhan kertaamisesta. Tällaisille henkilöille videokurssi toimi enemmänkin muistamisen ylläpitämisen työkaluna.

No mulla oli sellaset aika hepposet pohjatiedot jo, mut ei niissä sun videoissa ihan hirveesti uutta tullut jos vertaa niihin muihin videokursseihin jota mä katoin aikaisemmin et just perusjuttuja muistaa paremmin.

(Haastateltava 4)

Kaiken kaikkiaan oppimista oli tapahtunut haastatteluun osallistuneella ja jokainen kertoi hallitsevansa vähintään perusteet. Toisin sanoen jokainen kurssin katsonut pystyy muokkaamaan olemassa olevia malleja. Tämä oli vähimmäisvaatimus, jonka halusin opinnäytetyöllä saavuttaa. Viisi seitsemästä kertoi pystyvänsä tekemään Revit-malleja itsenäisesti. Tämä on tulos, josta olen erittäin tyytyväinen.

6.5.2 Videokurssin tuoma hyöty

Tekemällä induktiivista sisällönanalyysia pystyin tulemaan siihen johtopäätökseen, että jokainen videokurssin katsonut on saanut kurssista jotain hyötyä (liite). Koetun hyödyn määrä oli luonnollisesti riippuvainen opitun informaation määrästä. Vähiten hyötyä kokivat sellaiset henkilöt, joilla oli jo muuhin haastateltaviin verrattuna kattava kokemus Revit-ohjelmasta, koska tällöin uuden oppimista tapahtui vain vähän. Sen sijaan muut kokivat videokurssin olevan hyödyllinen tai tosi hyödyllinen.

Ihan varmasti. Joo mä olen ihan aidosti sitä mieltä. Joka kerta kun mä oon sitä kattonu niin... Siel on joku asia avautunu sillee niinku et se selitetty tosi ymmärrettävästi että ei tuu sellanen olo et puhutaan niinku... Niin siis se on ymmärrettävästi selitetty. (Haastateltava 5)

Hyötyä koettiin erityisesti silloin, kun Revit-ohjelmasta oli muodostunut päivittäinen työkalu. Videokurssin hyötyä pohdittiin haastattelussa myös koko yrityksen näkökulmasta. Monet vastaajat ottivat esille nimenomaan taloudellisen hyödyn.

No kyl mä nään että se on selkeesti niinku... Vois varmaan sanoo et edullinen tai kustannustehokas tapa jakaa sitä informaatiota että tommonen setti... Se on aika kattava ja ihmiset voi itsenäisesti tutustua siihen ja eikä välttämättä keskeytä tai häiritse muiden tekemisiä. Se on varmaan se suurin etu. (Haastateltava 1)

Haastattelututkimuksessa tuli siis ilmi, että tekemäni videokurssi koettiin hyödylliseksi sekä yksilölle, että yritykselle. Tällainen edullinen tapa opettaa työntekijöitä on työnantajalle hyvin arvokas ja työntekijälle erinomainen ponnahduslauta viedä osaamistaan ja sitä kautta uraansa uusiin sfääreihin etenkin, kun Revitin käyttö yleistyy rakennusalalla.

6.5.3 Videokurssin tehokkuus

Olen itse aina ollut niitä ihmisiä, jotka oppivat paremmin juuri silloin kun se oppiminen itselleen sopii. Olen jo alakoulussa havainnut sen, että oppiminen tuntuu olevan vaikeinta silloin kun olisi muuta tekemistä. Muistan miettineeni kuinka hienoa olisi, jos seuraavan historian tunnin saisi siirrettyä vaikka ilta kymmeneksi. Ainakin saisi unenpäästä helpommin kiinni. Ja kuten aikaisemmin opinnäytetyössä on todettu, myös tieteellinen näyttö tukee ajatusta siitä, että oppiminen on tehokkainta jakotettuna ja oppijan omiin aikatauluihin sovitettuina. Videokurssi tuntuukin olevan erityisen hyvä

oppimismuoto juuri sen takia, että oppija saa jaksotettua opettamisen juuri itselleen sopivaksi. Olinkin hyvin kiinnostunut kuulemaan kuinka tehokkaaksi oppimismuodoksi haastateltavat kokivat videomuotoisen kurssin.

Monelle haastattelijalle tämä ei ollut suinkaan ensimmäinen videokurssi, jonka he olivat käyneet. Videokurssit tuntuvatkin olevan hyvin yleisiä nykypäivänä. Jokainen haastattelija kuvaili videokurssin olevan miellyttävä ja tehokas tapa oppia. Miellyttäviä tekijöitä olivat nimenomaan videokurssin joustavuus ja itsenäisyys. Videokurssia pystyy katsomaan silloin kun haluaa ja tarvittaessa videota pystyy kelaamaan aina taaksepäin. Useimmat kokivat kuitenkin huonoksi puoleksi sen, että videokursseilla ei ollut mahdollista kysyä opettajalta, jos jokin asia jäi epäselväksi.

No kyl mä sanoisin et toi on aika hyvä. Sen voi tehdä just omiin aikatauluihin sopivaks ja toki onhan noita kaiken maailman kursseja mä oon iteki käyny joskus tollasen Archicadin perussetin. Oon käyny yhden Revit-koulutuksenki. Se oli sellanen päivän lähiopetussetti. Se on tietyllä tavalla aika pakkotahtista et sun pitää pysyy mukana siinä. Toi on tietysti sillee kiva ku tota voi tehdä niinku iha omaan tahtiinsa, kelailla ja katella nii tykkään kyllä oppimismuotona. Toki siin on se et siinä ei voi opettajalta kysyä sitte.

(Haastateltava 1)

Eräs haastateltava toi esille myös sen, että hän oppi videokurssista paljon, vaikka hän ei juurikaan ymmärtänyt suomea.

Even in finnish because you were doing step by step... It was really easy to follow the instruction.

(Haastateltava 7)

Vastaajat pitivät siis videomuotoista oppimistapaa tehokkaana, mutta eivät täydellisenä. Oppimisen tehokkuutta paransi videokurssin joustavuus ja helppo yhteensovittaminen omiin aikatauluihin. Joka tapauksessa videomuotoisen Revit-kurssin suosio ylitti odotukseni, sillä oletukseni oli ihmisten pitävän visusti kiinni perinteisestä lähiopetuksesta. On kuitenkin selvää, että ihmiset ovat valmiita kokeilemaan muitakin opetustapoja, mutta opettajan läsnäolo on oppijalle sen verran tärkeä, ettei lähiopetuksesta ainakaan voi kokonaan luopua.

7 TULOKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Afrylle videomuotoinen Revit-kurssi, sillä kysyntä tietomallinnukselle kasvaa vuosi vuodelta, eivätkä perinteiset 2D-pohjaiset suunnitteluohjelmat enää täytä suunnittelijan tai asiakkaan tarpeita rakennussuunnittelussa. Tekemäni videokurssi ja sen sisältö on Afryn omistusta, eikä sitä saa julkisesti jakaa. Tavoitteenani oli se, että jokainen Afryn työntekijä kykenisi mallintamaan rakennuksia Revit-ohjelmalla itsenäisesti, tai vähintään muokata olemassa olevia malleja. Tavoitteenani oli myös luoda Afrylle mallinnuskuria ja luoda pohjaa arkkitehtiasotomme sisäiselle laatujärjestelmälle. Toivottavaa olisi, että jokainen Afryn työntekijä kykenisi mallintamaan YTV2012:n määrittelemällä tarkkuustasolla 2.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi Revit-videokurssi, joka koostuu 54 videosta, joiden kesto on yhteensä noin kuusi tuntia. Tämän lisäksi kurssiin kuuluu 21-sivuinen Yhtenäisen mallintamisen ohje, sekä useampi Revit-harjoitus projekti. Osa opinnäytetyötäni oli haastattelututkimus, jolla pyrittiin selvittämään sitä, miten Afryn työntekijät kokivat oppimisen videokurssin kautta. Haastattelututkimus tehtiin puolistrukturoidulla haastattelulla ja se antoi hyvin lisäselvyyttä siihen, missä opinnäytetyö oli onnistunut ja missä on parannettavaa. Tekemäni haastattelututkimus osoitti, että opinnäytetyön tuloksena syntynyt opetusmateriaali on päässyt asettamaani tavoitteisiin, eli suurin osa haastateltavista pystyy kurssin katsomisen jälkeen työskentelemään itsenäisesti ja jokainen pystyy vähintään muokkaamaan olemassa olevia malleja. Haastattelututkimus osoitti myös sen, että vaikka tekemäni videokurssi oli suunnattu aloittelijoille, oli siitä myös hyötyä niille, jotka joilla oli entuudestaan kattavat tiedot kyseisestä ohjelmistosta. Koen myös, että olen pystynyt tekemään arkkitehtiasotomme Revit-työskentelystä yhtenäisempää, tai laadukkaampaa.

Vaikka suurin osa haastateltavista sanoi tekemäni videokurssin olleen loistava, sain osalta myös rakentavaa kritiikkiä. Osa oli sitä mieltä, että videokurssi olisi voinut syventyä enemmän yleisiin ongelmiin, joita aloitteleva mallintaja ei välttämättä osaa itse ratkaista. Eräs haastateltava toivoi myös, että kurssi olisi käynyt helpommat perustyökäluet nopeammin läpi ja syventyä enemmän niihin kaikista monimutkaisimpiin ominaisuuksiin. Myös työmenetelmissä havaitsin parannettavaa etenkin itse videoiden kuvaamisessa. Kävi ilmi, että mallintaminen ja Revitin työkaluista kertominen samaan aikaan on yllättävän vaikeaa. Tämä johti usein ajatuksen katkeamiseen ja niin sanottujen ennalta mietittyjen vuorosanojen unohteluun. Puhe saattoi olla joillain videoilla jokseenkin takkuavaa ja joskus oli mietittävä kiusallisen pitkään mitä minun pitikään sanoa. Tällaiset tauot puheessa tietenkin lisäävät heti tarvittavaa videoeditointityötä. Jos minulle joskus tulevaisuudessa tarjoutuu mahdollisuus tehdä lisää tällaisia opetusvideoita, niin aion tehdä videot siten, että nauhoitan ensin kuvan ja sitten vasta äänen sen sijaan, että nauhoitan molemmat samaan aikaan. Tämä antaa minun keskittyä sekä puhumiseen, että mallintamiseen sataprosenttisesti. Tämä taas parantaisi videoiden sujuvuutta ja tätä myöden laatua huomattavasti.

Haasteita kohtasin opinnäytetyön aikana useita. Jouduin opettelemaan uusia taitoja, kuten videoiden editointi. Suurin haaste opinnäytetyön aikana oli kuitenkin ajan tasapainottaminen koulun ja työn

välillä. Tässä epäonnistuin surkeasti ja työ ottikin vallan, ja venytti opinnäytetyön, ja tätä myöten omaa, valmistumista vuodella. Opinnäytetyön teossa oli kuitenkin myös paljon positiivista. Koen, että yksi parhaista, ellei paras, tapa oppia on opettaa itse. Taitoni ja ymmärrykseni Revit-ohjelmistosta ovat kasvaneet viimeisen vuoden aikana huomattavasti. Koen, että opinnäytetyön oli kaiken kaikkiaan onnistunut, koska sillä päästiin asettamiini tavoitteisiin. Kenties tämä opinnäytetyö syytti pienen kipinän sisimmässäni. Ken tietää, tulisiko minusta vielä urani varrella jonkunlainen kouluttaja tai opettaja?

LÄHTEET

Britannica.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://www.britannica.com/>
Polku: britannica.com. Geroge A. Miller.

Fsd.tuni.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/>
Polku: fsd.tuni.fi. Menetelmäopetus. 6.3.3 strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu.

HATTIE, John, YATES, Gregory. 2014. Visible Learning and the Science of How We Learn. New York: Routledge.

HUOTILAINEN, Minna. 2019. Näin aivot oppivat. Jyväskylä: PS-kustannus.

Instructionaldesign.org. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://www.instructionaldesign.org/>
Polku: instructionaldesign.org. Subsumption-theory.

LAUTTANEN, Heidi, MARTTINEN, Niina 2014. HOITORINGIN HOITAJIEN KOKEMUKSIA OMAHOITAJUUDESTA. Diakonia-ammattikorkeakoulu. Hoitotyön koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83186/Lauttanen_Heidi_Marttinen_Niina.pdf?sequence=1

MOBERG, Mikael 2019-4-2. Opinnäytetyö [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Jani Naumanen. [tulos-tettu 2020-05-05].

Muistiliitto.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://www.muistiliitto.fi/>
Polku: muistiliitto.fi. Muistin toiminta.

Natioalbimstandard.org. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-05] Saatavissa: <https://www.nationalbimstandard.org/>
Polku: nationalbimstandard.org. About.

Ncbi.nlm.nih.gov. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
Polku: ncbi.nlm.nih.gov. Distributing learning over time: the spacing effect in children's acquisition and generalization of science concepts.

ORIGINS OF REVIT 2004-11-17. [Revitkehittäjien ja käyttäjien välinen foorumikeskustelu]. Saata-vissa: <https://www.augi.com/forums/showthread.php?10925-Origins-of-Revit>

Psychologytoday.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://www.psychologytoday.com/>
Polku: psychologytoday.com. Motivation.

Rakennustieto.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-06] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/>
Polku: rakennustieto.fi. COBIM.

Ril.easypage.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-05] Saatavissa: <https://ril.easypage.fi>
Polku: ril.easypage.fi. Tietomallinnus

RUUSUVUORI, Johanna, NIKANDER, Pirjo ja HYVÄRINEN, Matti. 2010. Haastattelun analyysi. Tampere: Vastapaino.

RUUSUVUORI, Johanna, TIITTULA, Liisa. 2005. Haastattelu: tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus. Jyväskylä: Vastapaino.

SACKS, Rafael, EASTMAN Charles, LEE, Ghang ja TEICHOLZ, Paul. 2018. BIM Handbook. 3. painos. New Jersey: [John Wiley Sons Inc.](#)

Sciencedaily.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://www.sciencedaily.com/>

Polku: sciencedaily.com. Releases. How much do we really see?

Sfs.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-06]. Saatavissa: <https://www.sfs.fi/>
Polku: sfs.fi. ISO 9000 laadunhallinta.

Sfs.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-06]. Saatavissa: <https://www.sfs.fi/>
Polku: sfs.fi. Tutkittua tietoa standardien hyödyistä.

Stateuniversity.com. [verkkoaineisto] [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://education.stateuniversity.com/>

Polku: stateuniversity.com. Knowledge acquisition, representation and organization.

TALONRAKENNUSHANKKEEN KULKU – RAKENNUSHANKKEEN VAIHEET JA OSITTELU. RT 10-11224. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2020-01-06] Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortit/RT%2010-11224>

Thenbs.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-06] Saatavissa: <https://www.thenbs.com/>
Polku: thenbs.com. Knowledge.

Tievie oulu.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <http://tievie oulu.fi/>
Polku: tievie oulu.fi. Verkkopedagogiikka.

Vark-learn.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-04-20]. Saatavissa: <https://vark-learn.com/>
Polku: vark-learn.com. Introduction to VARK.

YLEISET TIETOMALLIVAATIMUKSET YTV2012 Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. [verkkoaineisto]. Rakennustieto Oy. Maaliskuu 2012 [viitattu 2020-01-06]. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf

YLEISET TIETOMALLIVAATIMUKSET YTV2012 Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. [verkkoaineisto]. Rakennustieto Oy. Maaliskuu 2012 [viitattu 2020-01-06]. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf

YLEISET TIETOMALLIVAATIMUKSET YTV2012 Täydentävä liite Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu Mallinustarkkuus Tilaaajan ohje. [verkkójulkaisu]. Rakennustieto Oy. 2016 [viitattu 2020-01-06]. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YTV2012_Taydentava_liite_ARK_Tilaaajan_ohje.pdf

KUVALUETTELO

Kuva 1: Tietomallintamisen tasot (Sacks 2018)	10
Kuva 2: Tietomallin pohjalta tehtyä visualisointia (Naumanen 2019)	12
Kuva 3: YTV 2012 vaatimusmalli (YTV 2012, osa 3.).....	17
Kuva 4: YTV 2012 lähtötietomalli (YTV 2012, osa 3.).....	18
Kuva 5: YTV 2012 tilamalli (YTV 2012, osa 3.)	19
Kuva 6: YTV 2012 rakennusosamalli (YTV 2012, osa 3.)	20
Kuva 7: Revit-projektihakemiston asetukset (Naumanen 2020)	34
Kuva 8: Yhtenäisen mallintamisen ohjeen sisältö (Naumanen 2020)	36
Kuva 9: OBS Studion käyttöliittymä (Naumanen 2020).....	40
Kuva 10: Blenderiin sisäänrakennetun videoeditorin käyttöliittymä (Naumanen 2020).....	41
Kuva 11: YTV2012 mallintamisen tarkkuustasovaatimukset (YTV 2012, osa 3.)	42

LIITE 1: TEEMAHAASTATTELUN SUOMENKIELINEN RUNKO

LIITE 2: TEEMAHAASTATTELUN ENGLANNINKIELINEN RUNKO

LIITE 3: ESIMERKKI SISÄLLÖNANALYYSISTA

LIITE 1: TEEMAAHAASTATELUN SUOMENKIELINEN RUNKO

Teemahaastattelussa pyritään selvittämään Revit-videokurssin käyttäjien kokemuksia siitä, kuinka paljon käyttäjä on oppinut, kuinka paljon käyttäjä kokee saavansa hyötyä ja millaisena oppimiskokemuksena oppija kokee videomuotoisen kurssin. Haastattelu nauhoitetaan. Haastatteluteemat on numeroitu, kysymykset on merkitty kirjaimin.

1. Käyttäjän kokemus oppimisesta
 - a) Nimi, titteli ja edeltävä Revit kokemus? Kuinka monta vuotta ja minkälaisissa hommissa?
 - b) Minkälainen Revit-käyttäjä koit olevasi ennen kuin katsoit Revit-videokurssin?
 - c) Minkälainen Revit-käyttäjä koet olevasi nyt Revit-videokurssin jälkeen?
2. Käyttäjän kokemus videokurssin tuomasta hyödystä
 - a) Koetko, että Revit-videokurssi hyödyttää sinua työelämässä?
 - b) Kuinka paljon käytät Revit-ohjelmistoa työelämässäsi tällä hetkellä?
 - c) Minkälaista hyötyä koet Afryn saavan yrityksenä Revit-videokurssista?
3. Käyttäjän kokemus videomuotoisesta oppimisesta
 - a) Kuinka tehokas oppimistapa videokurssi oli sinun mielestäsi?
 - b) Olisitko suosinut jotain toista tapaa oppia?
 - c) Mitä parannettavaa videokurssissa olisi voinut mielestäsi olla?

LIITE 2: TEEMAHAASTATTELUN ENGLANNINKIELINEN RUNKO

In this theme-centered interview I am trying to answer questions about Revit video course user's experiences about how much the user has learnt, how beneficial the video course is and how does the user see the video course as a form of learning. Interview will be recorded. Themes are numbered, questions are lettered.

1. User's experience of learning
 - a) Name, title, and previous Revit experience? How many years and what kind of work?
 - b) How would you describe yourself as a Revit user before you watched the video course?
 - c) How would you describe yourself as a Revit user after you watched the video course?
2. User's experience on how beneficial the video course is
 - a) Do you feel like Revit video course will benefit you on your career?
 - b) How much do you use Revit in your daily work life?
 - c) What kinds of benefits do you feel Afry gets as a company out of the video course?
3. User's experience on learning through video
 - a) How effective was the video course as a form of learning?
 - b) Would you have preferred another form of learning?
 - c) What do you feel could have been done better in the video course?

LIITE 3: ESIMERKKI SISÄLLÖNANALYYSISTA

Kysymys nro. 2	Alkuperäinen ilmaisu	Redusointi	Klusterointi, alaluokka	Abstrahointi, yläluokka
Haastattelu 1	"...alottelija mut sanotaan näin että sellanen aika niinku varma tietyilt osin mut toki sellaset tietyt rutiinit päässy unohtumaan..."	Käyttäjä on taidoltaan aloittelija	Käyttäjällä on keskitason tarve videokurssille	Tarve videokurssille löytyy
Haastattelu 2	"Sanotaan alottelija, että ei todellakaan aikasempaa kokemusta juuri ollut..."	Käyttäjä on taidoltaan kokematon	Käyttäjällä on suuri tarve videokurssille	Tarve videokurssille löytyy
Haastattelu 3	"Alkeellinen hah hah... Siis alottelija tasolla joo."	Käyttäjä on taidoltaan aloittelija	Käyttäjällä on keskitason tarve videokurssille	Tarve videokurssille löytyy
Haastattelu 4	"No mulla oli sellaset aika hepposet pohjatiedot jo, mut ei niissä sun videoissa ihan hirveesti uutta tullut..."	Käyttäjällä hyvät pohjataidot	Käyttäjällä on matala tarve videokurssille	Tarve videokurssille löytyy
Haastattelu 5	"Todella huono. Taidot olivat olemattomat heh heh."	Käyttäjä on taidoltaan kokematon	Käyttäjällä on suuri tarve videokurssille	Tarve videokurssille löytyy
Haastattelu 6	"Oli mulla jo jonkunlaiset taidot. Onhan tuota jo nelisen vuotta koulussa opeteltu mut kyllä tuolt löyty asioita joista en tienny..."	Käyttäjällä hyvät pohjataidot	Käyttäjällä on matala tarve videokurssille	Tarve videokurssille löytyy
Haastattelu 7	"A beginner. I was capable to redraw from Autocad into Revit."	Käyttäjä on Taidoltaan aloittelija	Käyttäjällä on suuri tarve videokurssille	Tarve videokurssille löytyy

Kysymys nro. 3	Alkuperäinen ilmaisu	Redusointi	Klusterointi, alaluokka	Abstrahointi, yläluokka
Haastattelu 1	"...niinku sanoin niin ehkä enemmänkin sellaista unohtuneiden asioiden mieleenpalauttamista mut on siellä ollu sellasii jotaki knoppeja mitkä on uusii juttuja..."	Suurimmaksi osaksi mieleenpalauttamista, jotain uutta	Oppimista on tapahtunut vähän	Oppimista on tapahtunut
Haastattelu 2	"...kyllä nyt joo perusteet oikeen hyvin ni tiedän..."	Uutta on opittu paljon	Oppimista on tapahtunut paljon	Oppimista on tapahtunut
Haastattelu 3	"Kyllä siitä varmasti taas hahmotti enemmän et niinku perustaso on sen kurssin jälkeen hanskassa."	Uutta on opittu aika paljon	Oppimista on tapahtunut jonkin verran	Oppimista on tapahtunut
Haastattelu 4	"No nyt mä on käyttäny sitä jo jonki aikaa sillee sujuvasti mut kyl niist videoista oli siis apuu..."	Suurimmaksi osaksi mieleenpalauttamista, jotain uutta	Oppimista on tapahtunut vähän	Oppimista on tapahtunut
Haastattelu 5	"Olen kehittyvä Revit-käyttäjä, varmaan taidot on siellä alemmassa keskiluokassa. Perusteet on hallussa..."	Uutta on opittu aika paljon	Oppimista on tapahtunut jonkin verran	Oppimista on tapahtunut
Haastattelu 6	"No kyl mä koen olevani taas vähän viisaampi ton ohjelman kanssa. Et just jotai koordinaattiasioita tuli katottua sun videoilta."	Suurimmaksi osaksi mieleenpalauttamista, jotain uutta	Oppimista on tapahtunut vähän	Oppimista on tapahtunut
Haastattelu 7	"...much better ofcourse. I saw different ways to make the same thing. Better understanding."	Uutta on opittu paljon	Oppimista on tapahtunut paljon	Oppimista on tapahtunut

Kysymys nro. 4	Alkuperäinen ilmaisu	Redusointi	Klusterointi, alaluokka	Abstrahointi, yläluokka
Haastattelu 1	"Kyl mä teen niinku käytännössä koko ajan Revitillä, et noiki projektit mitä mulki nyt on... Kyl mä koen siitä olevan hyötyä."	Käyttäjä kokee hyötyä etenkin kun Revit-projekteja on paljon	Käyttäjä kokee saavansa hyötyä	Videokurssi on hyödyllinen
Haastattelu 2	"...kyllä varmaan hyödyttää, että tuota nyt mitä on omaksunu sitä kautta ja jatkossaki jos tulee Revit-projekteja..."	Käyttäjä kokee hyötyä jos tulevaisuudessa tulee Revit-projekteja	Käyttäjä kokee saavansa mahdollisesti hyötyä	Videokurssi on hyödyllinen
Haastattelu 3	"No... Joo. Näyttäs siltä, että Revittiä tässä käytetään."	Käyttäjä kokee hyötyä, koska Revitistä on tullut päivittäinen työkalu	Käyttäjä kokee saavansa hyötyä	Videokurssi on hyödyllinen
Haastattelu 4	"Se oli hyvä sellaseks niinku pohjatiedoks. Tosi hyvä sellanen alotuskurssi..."	Käyttäjä kokee hyötyvänsä jonkin verran	Käyttäjä kokee saavansa pientä hyötyä	Videokurssi on hyödyllinen
Haastattelu 5	"Ihan varmasti. Joo mä olen ihan aidosti sitä mieltä. Joka kerta ku mä oon sitä katonu niin... Siel on joku asia avautunu..."	Käyttäjä kokee hyötyvänsä paljon, koska oppii kurssin kautta paljon.	Käyttäjä kokee saavansa paljon hyötyä	Videokurssi on hyödyllinen
Haastattelu 6	"No kyl se joo sieltä on hyvä tarkistaa aina kun sieltä helposti löytyy videon nimellä heti jos joku juttu on unohtunut..."	Käyttäjä kokee hyötyvänsä jonkin verran	Käyttäjä kokee saavansa pientä hyötyä	Videokurssi on hyödyllinen
Haastattelu 7	"Yes ofcourse. Because I could improve my skills with this software. And it is a daily tool..."	Käyttäjä kokee hyötyvänsä, koska Revitistä on tullut päivittäinen työkalu	Käyttäjä kokee saavansa paljon hyötyä	Videokurssi on hyödyllinen