



# Revit sähkösuunnitteluohje

Samuel Jokela

Opinnäytetyö, AMK

19.03.2023

Tekniikan ala

Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

**Jokela, Samuel**

## **Revit sähkösuunnitteluohje**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaliskuu 2023, 53 sivua.

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

## **Tiivistelmä**

Sähkösuunnitteluun on jo käytetty vuosia erilaisia ohjelmistoja ja uuteen ohjelmistoon siirtyminen on aina hidas ja vaikea prosessi. Opinnäytetyössä pureuduttiin tähän ongelmaan tutkimalla sitä, että millä tavalla uuteen ohjelmistoon siirtymistä voitaisiin helpottaa. Tavoitteena oli luoda sähkösuunnitteluohje, jonka kohderyhmä olisi uudet suunnittelijat. Toisena tavoitteena oli selvittää erilaisia vaihtoehtoja suunnittelua kehittävästä toiminnasta. Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Granlund Jyväskylä Oy:lle.

Suunnitteluohjeen kehittäminen toteutettiin tutkimuksellisena kehittämistyönä ja tutkimusmenetelmänä käytettiin ihmiskeskeistä suunnittelua. Tutkimus- ja kehittämistyö oli jaettu kolmeen eri vaiheeseen. Ensimmäisenä vaiheena oli lähtötietojen analysointi, eli selvitettiin toimeksiantajayrityksen olemassa olevaa ohjeistusta ja sitä, että miten sitä pystytään mahdollisesti hyödyntämään. Toisena vaiheena suoritettiin tutkimushaastattelut suunnittelijaryhmille, joissa muodostettiin suunnitteluohjeen rakenne. Kolmannessa ja viimeisessä vaiheessa kehitettiin suunnitteluohje, jonka lähtötietoina toimivat tutkimustulokset ensimmäisestä ja toisesta vaiheesta.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi Revit sähkösuunnitteluohje, jonka pääasiallinen kohderyhmä oli uudet suunnittelijat. Suunnitteluohjeen sisältö oli rakennettu tutkimustuloksien pohjalta, ja siihen oli sisällytetty sellaisia asioita, jotka hyödyttäisivät eniten sen kohderyhmää, eli uusia suunnittelijoita. Kokonaisuudessaan opinnäytetyön lopputuloksina syntyivät sähkösuunnitteluohje, suunnitteluohjeeseen liittyneet suunnitteluohjevideot, sekä esimerkkiprojekti, mihin ohjevideoissa läpikäytyt asiakokonaisuudet olivat suoritettu.

Työn tuloksilla saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Tähän päästiin toimivan ja uusille suunnittelijoille kohdennetun suunnitteluohjeen kehittämisellä. Suunnittelua kehittävä toiminnan tavoite muuttui tutkimustyön aikana, eli johdannossa esitetty tavoite ei täytynyt sillä tavalla, miten se oli tarkoitus alun perin täyttyä. Tutkimustyön aikana muuttunut tavoite kuitenkin täytettiin, eli kaikki opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät.

## **Avainsanat (asiasanat)**

Sähkösuunnittelu, tietomallinnus, suunnitteluohje, tutkimushaastattelu

## **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

-

**Jokela, Samuel**

### **Electrical design guide for Revit**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, March 2023, 53 pages

Engineering and technology. Degree programme in Electrical and Automation Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

For years, different software has been used for electrical design and the transition to the new software is always a slow and difficult process. The thesis addressed this problem by examining how the transition to a new software could be facilitated. The aim was to create an electrical design guide that would target new designers. The second objective was to explore different options for planning activities. The thesis was carried out as an assignment for Granlund Jyväskylä Oy.

The development of the design guide was carried out as a research development work and human-centered planning was used as a research method. The research and development work were divided into three phases. The first step was the analysis of the data, i.e., the existing guidance of the sponsor company and how it might be used. As a second step, research interviews were conducted with designer groups that formed the structure of the design guide. In the third and final phase, a design guide was developed, starting with the results of the first and second phases.

The result of the thesis was the Revit electrical design guide, whose main target group was the new designers. The contents of the design guide were built based on research results and included items that would benefit most of its target group, new designers. The final results of the thesis were the electrical design manual, design instructions videos attached to the design manual, and an example project where the topics studied in the instruction videos had been completed.

The results of the work achieved the objectives set for it. This was achieved through the development of a well-functioning design guide for new designers. The aim of the planning activity changed during the research work, the aim set out in the introduction was not fulfilled in the way it was originally intended to be fulfilled. However, the revised target was met during the research, all the objectives set for the thesis were met.

### **Keywords/tags (subjects)**

Electrical design, data modeling, design guide, research interview

### **Miscellaneous (Confidential information)**

-

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>3</b>
1.1	Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset.....	3
1.2	Granlund Jyväskylä Oy.....	3
1.3	MagiCAD for Revit .....	4
<b>2</b>	<b>Tutkimusasetelma .....</b>	<b>4</b>
2.1	Tutkimus- ja kehittämistyö.....	4
2.2	Tutkimuskysymykset .....	5
2.3	Tutkimus- ja kehittämistyön vaiheet.....	5
<b>3</b>	<b>Rakennushankkeen suunnitteluvaiheet.....</b>	<b>6</b>
3.1	Hankesuunnittelu .....	7
3.2	Ehdotussuunnittelu .....	8
3.3	Yleis- ja toteutussuunnittelu .....	9
<b>4</b>	<b>Sähkösuunnittelu.....</b>	<b>10</b>
4.1	Sähkösuunnittelun tehtäväluettelo .....	10
4.2	Sähkösuunnittelun tehtävät.....	11
4.3	Sähkösuunnittelun tietomallivaatimukset .....	13
<b>5</b>	<b>Tietomallinnus.....</b>	<b>14</b>
5.1	Rakennuksen tietomalli.....	14
5.2	Tietomallinnuksen historia.....	14
5.3	Yleiset tietomallivaatimukset.....	15
<b>6</b>	<b>Lähtötietojen selvitys.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Tutkimushaastattelut.....</b>	<b>19</b>
7.1	Tutkimushaastattelu 1 .....	19
7.1.1	Haastattelukysymykset 1 .....	20
7.1.2	Vastauksien analysointi 1 .....	21
7.2	Tutkimushaastattelu 2 .....	31
7.2.1	Haastattelukysymykset 2 .....	32
7.2.2	Vastauksien analysointi 2 .....	32
7.3	Tutkimushaastattelujen johtopäätökset.....	35
<b>8</b>	<b>Suunnitteluohjeen kehittäminen .....</b>	<b>37</b>
8.1	Suunnitteluohjeen rakenne.....	37
8.2	Suunnitteluohjeen sisältö .....	39
8.3	Suunnitteluohjeen kehitysosio.....	43

<b>9</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>45</b>
9.1	Tulosten tarkastelu ja tavoitteet.....	45
9.2	Tuloksien hyödyntäminen.....	46
9.3	Jatkokehitystarpeet.....	47
9.4	Opinnäytetyön tarkastelu.....	48
	<b>Lähteet .....</b>	<b>49</b>

## **Kuviot**

	Kuvio 1. Rakennushankkeen suunnitteluvaiheet. (Muokattu lähteestä RT 10-11224. 2016.).....	7
	Kuvio 2. Nykyisestä bulgariasta löydetty pienoismalli (Astbury 2014).....	15
	Kuvio 3. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 1.....	22
	Kuvio 4. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 2.....	22
	Kuvio 5. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 3.....	23
	Kuvio 6. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 4.....	24
	Kuvio 7. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 7.....	31
	Kuvio 8. Tutkimushaastattelu 2, haastattelukysymys 1.....	33
	Kuvio 9. Tutkimushaastattelu 2, haastattelukysymys 3.....	35
	Kuvio 10. Suunnitteluohjeen sisällysluettelo.....	37
	Kuvio 11. Esimerkki suunnitteluohjevideon sisällöstä.....	38
	Kuvio 12. Esimerkki suunnitteluohjevideoiden nimeämisestä.....	39
	Kuvio 13. Suunnitteluohjevideot.....	40

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset

Sähkösuunnittelussa jo vuosia käytetty erilaisia ohjelmistoja suunnittelun toteutukseen. Nykypäivänä ohjelmistoja on monenlaisia ja jokainen suunnittelijatoimisto valitsee omalle tyylilleen ja preferensseilleen sopivan ohjelmiston. Ohjelmistot kuitenkin kehittyvät jatkuvasti ja jossain vaiheessa voi tulla tilanne, jossa halutaan vaihtaa jo käytössä olevaa ohjelmistoa toiseen. Uuteen ohjelmistoon siirtyminen on hidas ja erityisesti kallis prosessi yrityksen näkökulmasta. Resursseja kuluu ohjelmiston opetteluun ja uusien työntekijöiden kouluttaminen on haasteellista, jos osaavaa ohjelmiston käyttäjäkuntaa ei ole saatavilla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda sähkösuunnitteluohje magicad for revit ohjelmistolle. Suunnitteluohjeen luomisprosessi piti sisällään kaksi päävaihetta joista toinen kohdistui ohjeen tekemiseen ja toinen ohjeen kehittämiseen. Suunnitteluohjeen ensisijaisena tarkoituksena oli toimia lähtötietona uusille suunnittelijoille sekä opastaa suunnittelijaa tutustumaan ohjelman perusteisiin. Suunnitteluohjeeseen lisättiin myös erillinen suunnittelutyötä kehittävä osuus eli opinnäytetyön tavoitteena oli myös kehittää ja yhtenäistää tämänhetkistä suunnittelutyötä edellä mainitulla ohjelmistolla.

Opinnäytetyön aihe rajatattiin siten, että suunnitteluohjeen kohderyhmä oli uudet suunnittelijat. Suunnitteluohjeen sisällön rakentamista ja sen sisältöä rajattiin tarkemmin tutkimushaastattelujen aikana. Erilaisten suunnittelutyötä tukevien ohjelmistojen käyttö tämän opinnäytetyön aihepiiristä rajattiin pois.

## 1.2 Granlund Jyväskylä Oy

Granlund Oy on vuonna 1960 perustettu kiinteistö- ja rakennusalan konserni, jolla on 27 toimipistettä ympäri Suomen. Granlundin omistavat kokonaan sen omat työntekijät. Granlundin toimialoja ovat esimerkiksi talotekninen suunnittelu, kiinteistöjohtamisen palvelut, erinäiset konsulttipalvelut, rakennuttaminen, valvonta sekä isännöinti. Henkilöstöä koko Granlund Oy konsernin alaisuudessa oli vuoden 2022 lopulla reilut 1400. (Granlund 2021.)

Granlund Jyväskylä on johtava talotekniikkasuunnittelun asiantuntija Jyväskylässä ja se on yksi lukuisista toimipisteistä koko Suomen kattavassa Granlund konsernissa. Granlund Jyväskylä keskittyy suunnittelutöissä Keski-Suomen alueelle, mutta suunnittelutyötä voidaan myös tehdä muualle. Yritys on toiminut Jyväskylässä vuodesta 2015 ja se työllistää yli 35 eri alan asiantuntijaa. Erinäisten yrityskauppojen takia Granlund Jyväskylän toiminnan taustalla on yli 40 vuoden kokemus sähkö- ja LVI-suunnittelusta. Granlund Jyväskylä työllistää sähkö- ja LVI-suunnittelijoiden lisäksi myös rakennus- ja energiatekniikan ammattilaisia. (Granlund 2021.)

### **1.3 MagiCAD for Revit**

MagiCAD on LVIS-suunnitteluun käytettävä ohjelmisto. MagiCAD Electrical on sähkösuunnitteluun käytettävä ohjelmiston liitännäisosa ja se on täysin integroitu autodeskin tarjoamille AutoCAD- ja Revit-ohjelmistoalustoille. MagiCAD Electrical on täydellinen ratkaisu, kun halutaan suunnitella sähköjärjestelmäkokonaisuus nopeasti ja tarkasti. MagiCAD Electrical:illa suunnitellessa, käytössä on MagiCAD:in laajat tuotekirjastot, jotka sisältävät runsaasti sähkötuotteita. (MagiCAD N.d.)

Revit on autodeskin tarjoama ohjelmistoalusta tietomallinnukseen, josta ensimmäinen ohjelmistoversio julkaistiin vuonna 2008. Revit on keskittynyt ennen kaikkea tietomallintavaan suunnitteluun, mutta sillä onnistuu myös 2D-suunnitelmien tekeminen. Revit sisältää paljon erilaisia ominaisuuksia ja sillä voi mallintaa esimerkiksi arkkitehtuuria, sähkötekniikkaa, putkituksia sekä rakenteiden teknistä suunnittelua. (Arksystems N.d.)

## **2 Tutkimusasetelma**

### **2.1 Tutkimus- ja kehittämistyö**

Tämä opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisena kehittämistyönä. Tutkimuksellinen kehittämistyö on tälle työlle looginen valinta, jos tarkastelee työn konkreettisen lopputuloksen tarkoitusta, eli sisäisen suunnitteluohjeen laatimista ja kehittämistä. Toikon ja Rantasen mukaan (2009, 21) tutkimuksellinen kehittämistyö on yleispätevä ilmaisu, kun työ toteutetaan tutkimustyön ja kehittämistyön välisessä rajapinnassa.

Tutkimuksellista kehittämistyötä voidaan toteuttaa ja tutkia erilaisilla menetelmillä, kunhan pysytään tutkimuksellisen kehittämistyön viitekehyksessä. Tätä työtä lähestyttäessä menetelmäksi valikoitui ihmiskeskeinen suunnittelu, jossa kehittämistyön parissa olevia toimijoita ja käyttäjiä osallistetaan kehittämistyöhön. Ihmiskeskeisessä kehittämistyössä terävöitetään sitä, että kehittämistyö kohdentuu käyttäjän tarpeiden mukaiseksi. Ihmiskeskeiseen suunnitteluun liitetään usein myös lisäksi termi kontekstuaalinen suunnittelu, jonka avulla varmistetaan, että kehittämistyön konkreettinen lopputulos on käytännöllinen, ja että se soveltuu todellisen ja käytännönläheisen arjen toimintaympäristössä tapahtuvaan toimintaan. (Toikko & Rantanen 2009, 95.)

## 2.2 Tutkimuskysymykset

Ennen tutkimus- ja kehittämistyön aloittamista, oli tärkeää tiedostaa lähtökohdat, että minkälaisia asiakokonaisuuksia suunnitteluohjeeseen tulisi sisällyttää sekä sitä, että minkälaista ohjeistusta uusi suunnittelija tarvitsisi. Tämä tarkoitti sitä, että ohjeen lähtökohtien kartoittamisen tueksi tarvitaan tietoa käyttäjiltä, eli toteutetaan haastattelukysymyksiä suunnittelijoille, joiden pohjalta ohjetta voidaan alkaa luonnostelemaan. Tämä myös tuki kehittämistyön valittua menetelmää, eli ihmiskeskeistä suunnittelua. Edellä mainittujen asioiden pohjalta laadittiin tutkimuskysymykset, joiden pohjalta rakennettiin haastattelukysymykset sekä lopullinen suunnitteluohje. Laaditut tutkimuskysymykset olivat:

*Miten suunnittelutyötä voidaan kehittää revit-ohjelmistolla?*

*Mitä suunnitteluohjeen tulisi sisältää?*

*Mitä tietoja aloitteleva revit suunnittelija tarvitsee?*

## 2.3 Tutkimus- ja kehittämistyön vaiheet

Tämä opinnäytetyö voitiin jakaa yhteensä kolmeen eri vaiheeseen tutkimus- ja kehittämistyön osalta. Vaiheistus oli tärkeää luoda ja tiedostaa ennen työn aloittamista, jotta haluttuun lopputulokseen olisi mahdollista päästä. Tutkimus- ja kehittämistyön ensimmäinen vaihe käsitteli puhtaasti tutkimustyötä ja toinen vaihe pääsääntöisesti tutkimustyötä, mutta hieman myös kehittämistyötä. Suunnitteluohjeen kehittäminen oli työn viimeinen ja kolmas osa, jossa nidottiin

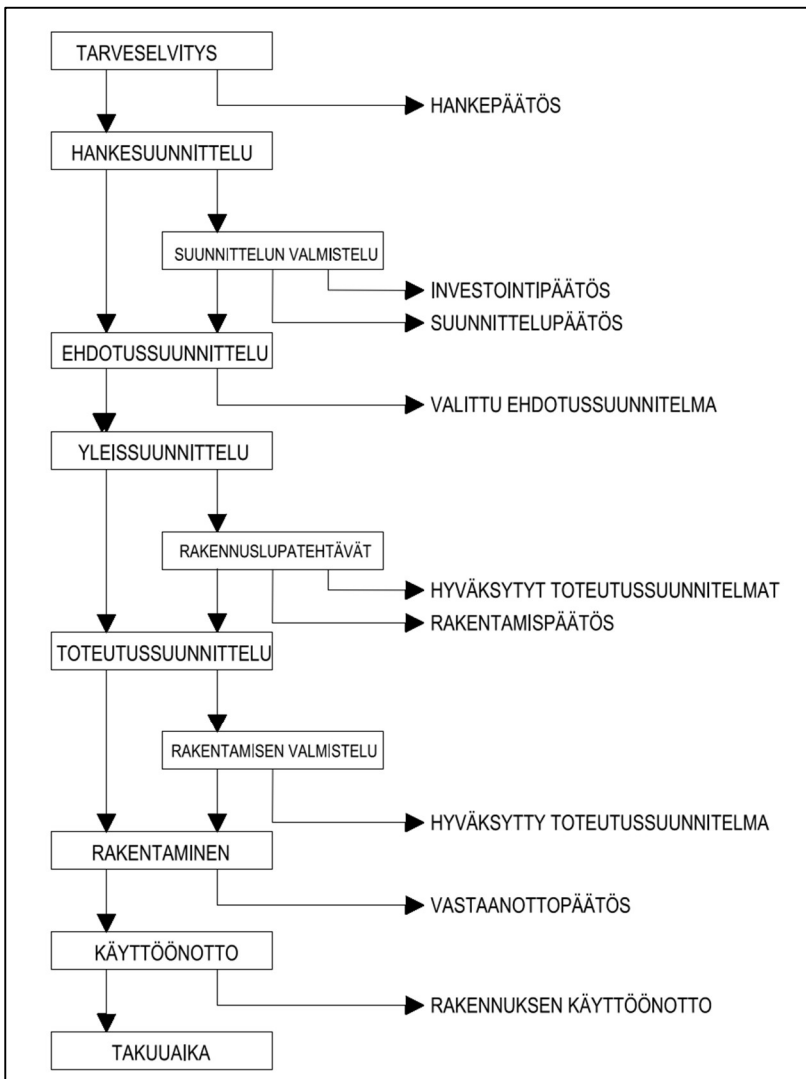
tutkimus- ja kehittämistyö toisiinsa. Kolmannen vaiheen jälkeen syntyi lopullinen ja konkreettinen suunnitteluohje.

Tutkimus- ja kehittämistyön vaiheet sisälsivät jokainen oman sisältönsä. Ensimmäisessä vaiheessa oli tutkimustyön osuus eli selvitettiin yrityksen olemassa olevaa ohjeistusta, sen ajantasaisuutta sekä sitä, että miten sitä pystyttäisiin mahdollisesti hyödyntämään suunnitteluohjeen kehittämisen vaiheessa. Toisessa vaiheessa toteutettiin kaksi eri kohderyhmän suunnittelijoille kohdennettua tutkimushaastattelua. Tutkimushaastattelukysymysten luomisessa käsiteltiin luvussa 2.2 esiteltyjä tutkimuskysymyksiä ja haastattelukysymykset rakennettiin niiden pohjalta. Kolmannessa ja viimeisessä vaiheessa oli suunnitteluohjeen kehittäminen.

### **3 Rakennushankkeen suunnitteluvaiheet**

Rakennushanke pitää sisällään monta erilaista vaihetta, ja se on kokonaisuudessaan pitkä, useimmiten vuosia kestävä prosessi. Rakennushankkeesta on tärkeää tiedostaa sen rakenne, jotta pystyttäisiin ymmärtämään myös sähkösuunnittelun osuutta rakennushankkeen läpimenoissa. Rakennushanke käynnistyy aina jonkinlaisesta tarpeesta. Tarve voi olla joko rakentaa uusi kiinteistö, toimitila tai peruskorjata vanha kiinteistö eli tehdä vanhan kiinteistön saneeraus. Tarve voi olla myös jaoteltu, eli osa kiinteistöstä saneerataan ja lisäksi tehdään laajennusta, jolloin voidaan puhua molemmista tarpeista samanaikaisesti. Tarpeen selvittäessä käynnistetään rakennushanke, joka pitää sisällään kahdeksan eri päävaihetta. (Junnonen & Kankainen 2020, 10.)

Kuviossa 1 on avattu rakennushankkeen päävaiheet, joita on yhteensä kahdeksan kappaletta. Lisäksi kuvioon on lisätty päävaiheiden lisäksi erillisiä tehtäväkokonaisuuksia, joista esimerkkinä on suunnittelun valmisteluun liittyvät tehtävät. Nämä erilliset tehtäväkokonaisuudet sulautuvat päävaiheisiin, joka on kuviossa myös visualisoitu. Tämän lisäksi rakennushankkeen aikana voi olla erillinen kehitysvaihe, jossa selvitetään hankkeen toteutuskelpoisuutta. Kehitysvaiheessa ei ole myöskään varmuutta siitä, että ryhdytäänkö hankkeeseen lopulta kuitenkaan. (Junnonen & Kankainen 2020, 11.)



Kuvio 1. Rakennushankkeen suunnitteluvaiheet. (Muokattu lähteestä RT 10-11224. 2016.)

### 3.1 Hankesuunnittelu

Tarveselvityksessä esiin tulleiden tarpeiden jälkeen hankesuunnittelun tehtävänä on tutkia ja selvittää toteuttamismahdollisuuksia tarpeille, mitä tarveselvityksessä on tullut esille. Hankesuunnittelun lähtötietoina toimii tarveselvityksessä luotu alustava tilaohjelma sekä tilaohjelmassa olevien tilojen ominaisuudet. Tarveselvityksessä päätetty alustava aikataulutus täsmennetään tässä vaiheessa rakennussuunnittelun suunnitteluohjeeksi. Hankesuunnittelussa esitetään hankkeelle joko ajalliset tai laadulliset tavoitearvot. Tavoitearvoja asetetaan esimerkiksi hankkeen laajuudelle, laatuun, ajoitukseen sekä valmistumisen jälkeen kiinteistön ylläpitoon. Hankesuunnittelu on luonteeltaan tarkentuva prosessi, jossa pyritään löytämään sellaisia ratkaisuita, että hankkeen lähtötiedot, ja tavoitteet olisivat tasapainossa. (Junnonen & Kankainen 2020, 24.)

Hankesuunnitteluvaiheeseen osallistuu tilaaja, joka on lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja. Joissakin tapauksissa hankesuunnitteluun voi osallistua myös rakennuskonsultti. Tilaajan ja mahdollisen rakennuskonsultin lisäksi hankesuunnitteluvaiheessa ovat mukana kiinteistön lopullinen käyttäjä, sekä suunnittelijat suunnittelualoittain. Hankesuunnittelussa tehdään kiinteistölle tilaohjelma, jossa luetteloidaan kaikki rakennushankkeeseen kuuluvat tilat, sekä niiden pinta-alat neliömetreissä. Lisäksi tiloille halutut vaatimukset tulee kirjata tilaohjelmaan. Halutut vaatimukset voivat koskettaa esimerkiksi tilan korkeutta, ääneneristävyyttä, sisäilmastoa sekä sähköteknillisiä ratkaisuita. (Junnonen & Kankainen 2020, 24–25.)

Hankesuunnitteluvaiheen lopullisena tuotoksena syntyy hankesuunnitelma, jonka pohjalta hankkeelle tehdään investointipäätös. Hankesuunnitelma jakautuu kahteen eri osaan, projektiohjelmaan sekä hankeohjelmaan. Projektiohjelmassa asetetaan hankkeelle tavoitteita, jotka koskevat kokonaisuudessaan hankkeen läpivientiä. Hankeohjelmassa sen sijaan asetetaan hankkeen suunnitteluun liittyviä tavoitteita. Pienemmissä hankkeissa hankesuunnitelma pitää sisällään ainoastaan tarveselvityksen sekä hankesuunnittelun. (Junnonen & Kankainen 2020, 25.) Junnosta ja kankaista (2020) lainaten, lopullinen hankesuunnitelma pitää sisällään seuraavat osiot:

- *Tilaohjelma (Saneerauskohteessa korjausohjelma)*
- *Rakennuspaikan selvitys*
- *Hankkeen budjetti sekä rahoitussuunnitelma*
- *Suunnittelulle ja rakentamiselle aikataulus*

### **3.2 Ehdotussuunnittelu**

Onnistuneen hankesuunnittelun jälkeen hankkeen seuraavana osiona on erinäiset suunnitteluvaiheet. Tämä osa hankkeesta on kaikista isoin osa hanketta, ja tässä kohtaa viimeistään jokainen suunnitteluhaara osallistuu hankkeeseen. Hankesuunnitteluun ei välttämättä osallistu jokainen suunnitteluala, tai rooli on siinä vaiheessa pieni tai olematon. Suunnitteluprosessi jaetaan hankkeissa kolmeen eri päävaiheeseen, joiden jälkeen hankkeen suunnitelmat pitäisi olla valmiita rakentamista varten. Suunnitteluvaiheita ovat ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu sekä toteutus-suunnittelu. (Junnonen & Kankainen 2020, 52.)

Ensimmäisenä suunnitteluvaiheena on ehdotussuunnittelu, jossa lähtötietona on hankesuunnittelun hankesuunnitelma. Tässä vaiheessa suunnittelulle asetetaan raamit ja tehdään suurimmat linjanvedot suunnitteluun liittyen. Suunnittelu ei tässä vaiheessa siis ole vielä tarkkaa ja yksityiskohtaista, vaan tässä vaiheessa lähdetään tekemään yleisratkaisumallin suunnittelua hankkeelle asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi. Ehdotussuunnittelussa suunnittelijat voivat esittää vaihtoehtoja teknisille ratkaisuille ja tilaaja päättää, että millä ratkaisumallilla tehdään ehdotussuunnitelmat. Ehdotussuunnittelun pääpiirteitä ja tärkeimpiä tavoitteita ovat suunnitella toiminnallinen ja tekninen yleisratkaisu sekä muodostaa hankkeelle kustannusarvio. Ehdotussuunnittelu päättyy siihen, että tilaaja hyväksyy ehdotussuunnitelmat, joiden pohjalta edetään jatkosuunnitteluun. (Junnonen & Kankainen 2020, 53.)

### 3.3 Yleis- ja toteutussuunnittelu

#### Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelu on suunnitteluprosessin toinen vaihe, ja sen lähtötietoina on tilaajan hyväksymä ehdotussuunnitelma. Tässä vaiheessa tarkennetaan ehdotussuunnitelman ratkaisumalleja, ja tehdään rakennukselle yleissuunnitelmat. Rakennushankkeelle tehdään tässä vaiheessa tilajako, jossa jaotellaan kiinteistö muuntuviin sekä kiinteisiin tiloihin siten, että tilajako voi vielä tarkentua toteutussuunnitteluvaiheessa. Hankkeelle tehtävät yleissuunnitelmat toimivat myös pohjana yleissuunnittelun loppumisen jälkeen haettavalla rakennuslupahakemukselle. (Junnonen & Kankainen 2020, 53–54.) Rakennuslupahakemus tulee Junnosta & Kankaista (2020) lainaten sisältää seuraavat piirustukset ja asiakirjat:

- *Urakka-alueen kattava asemapiirustus*
- *Pohjapiirustukset*
- *Leikkauspiirustukset*
- *Julkisivupiirustukset*
- *Rakennuspaikan olosuhteiden selvitysasiakirja*
- *Viranomaisten vaatimat muut selvitykset ja asiakirjat*

## Toteutussuunnittelu

Suunnittelutyön viimeisenä ja isoimpana vaiheena on hankkeelle tehtävä toteutussuunnittelu. Tässä vaiheessa tehdään työpiirustukset eli toteutuskelpoiset piirustukset, jotka täyttävät hankesuunnittelussa asetetut tavoitteet ja tarpeet. Toteutussuunnitteluun kuuluu osaksi tuotesuunnittelu sekä järjestelmäsuunnittelu. Hankkeessa voi olla ja yleensä on erilaisia tilaajahankintoja, eli tilaaja hankkii kiinteistöön asennettavia laitteita. Tässä kohtaa suunnittelua pitää määrittää ja ajoittaa tilaajahankinnat siten, että hankkeelle ei koidu aikataulullisia vaikeuksia. (Junnonen & Kankainen 2020, 54–55.)

Toteutussuunnittelussa tehdään ensimmäinen versio toteutuskelpoisista piirustuksista, joten on tärkeää yhteensovittaa osasuunnitelmia, ja tarkistaa, että ne muodostavat yhdessä loogisen kokonaisuuden. Rakentamisen aikana toteutussuunnitelmiin voi tulla tarkennuksia. Tarkennukset voivat olla muutoksia toteutussuunnitelmiin, jonka jälkeen suunnittelijat tekevät revisioita eli uudempiä versioita työpiirustuksista. Rakentamisen aikana tulevat muutokset ovat aina yleisiä, mutta varsinkin saneeraushankkeissa muutokset voivat olla laajoja, ja ne voivat vaikuttaa merkittävästi hankkeen aikataulutukseen ja budjettiin. (Junnonen & Kankainen 2020, 54–55.)

## 4 Sähkösuunnittelu

### 4.1 Sähkösuunnittelun tehtäväluettelo

Sähkösuunnittelulla tarkoitetaan yleisesti kiinteistön sähköistyksen suunnittelua osana rakennushankekokonaisuutta. Rakennushankekokonaisuuteen kuuluu muun muassa rakennustekniikka, sähkötekniikka sekä LVI-tekniikka. Sähkösuunnittelu pitää sisällään monta erilaista alahaaraa ja riippuen suunnittelutoimiston laajuudesta voidaan suunnittelua jaotella eri yritysten välille. Tämä ei kuitenkaan ole kovin yleistä, vaan yleensä suunnittelutyötä voidaan jaotella konsernin sisällä eri toimipisteille. Sähkösuunnittelu on todella laaja käsite ja sen voidaan pitävän sisällään sähköverkon suunnittelun aina muuntajalta pistorasialle asti. Lisäksi sähkösuunnittelu pitää sisällään valaistussuunnittelun, av-suunnittelun, moninaisten telejärjestelmien suunnittelun sekä varavoimasuunnittelun.

Sähkösuunnittelulle sekä muille taloteknisille aloille on kirjoitettu RT-kortistoon tehtäväluettelo rakennushankkeen eri vaiheisiin. Rakennushankkeen kaikki vaiheet ovat esitelty kuviossa 1. Tehtäväluettelossa kerrotaan jokaisen taloteknisen alan tehtävät ja niiden laajuudet. TATE 18 on tehtäväluettelo sähkö-, LVI- sekä RAU-suunnittelulle. Tehtäväluettelossa määritetään suunnittelulaajuudet sekä sitä voidaan käyttää apuna esimerkiksi suunnittelukokonaisuuden hallinnassa, sekä suunnittelun laadunvarmistuksessa. Hankkeelle kohdistettu ja täytetty tehtäväluettelo liitetään liitteeksi suunnittelusopimukseen. (RT 10-11290 2017, 1.)

## **4.2 Sähkösuunnittelun tehtävät**

### **Suunnittelun valmistelu**

Suunnittelun valmistelu on rakennushankkeen kolmas vaihe, ja se pitää sisällään ensimmäiset tehtävät sähkösuunnittelulle. Osana hanketietokorttia sähkösuunnittelun tehtävä on täydentää suunnitteluasiakirjojen sisältö eri suunnitteluvaiheissa ja hankintamuodoissa. Vaihtoehtoina on joko valita oletuslaajuus, jolloin edetään urakkamuotokohtaisella oletuslaajuudella tai valita projekti-kohtainen erikseen määriteltävä laajuus. Valittaessa projektikohtainen laajuus on täydennettävä erillinen liite, jossa sovitaan projektikohtaisesta laajuudesta sekä projektin erityispiirteistä. (RT 10-11290 2017, 6.) Suunnittelun valmistelun suoritusvaiheessa asetetaan sähkön osalta suunnittelutavoitteet. Suunnittelutavoitteet määrittyvät muuntuvien tila-alueiden maksimiominaisuuksien perusteella ja suunnittelutavoitteissa määritetään tavoitteet kiinteille perusjärjestelmille, kuten pääjakelujärjestelmän keskuslaitteille. (RT 10-11290 2017, 8.)

### **Ehdotussuunnittelu**

Neljäntenä suunnitteluvaiheena on ehdotussuunnittelu, jossa on kirjattu sähkösuunnittelulle tehtäviä, jotka ovat jaoteltu eri alalukuihin. Ensimmäisenä alalukuna on teknisten järjestelmien vaihtoehdot, jossa kirjataan sekä visualisoidaan sähkö- ja telejärjestelmien suunnitteluvaihtoehdot rakennuksen kiinteille ja muuntuville osille. Suunnitteluvaihtoehtoja läpikäydessä otetaan kantaa muun muassa tyyppitilojen valaistusratkaisuille, varmennettujen jakelujärjestelmien ratkaisuille, sekä telejärjestelmien toteutukselle. (RT 10-11290 2017, 9.) Kahdessa muussa alaluvussa sähkösuunnittelulle on kirjattu tehtäväksi olla mukana energian tavoitekulutuksen laskennassa, sekä toteuttaa itsenäisesti valaistuskalkulaatioita. Molemmissa kirjatuissa tehtävissä on laajuustasot A ja B.

Energian tavoitekulutuksen laskennan A-tasossa pitää täytyä perusvaatimukset energiatarkastelusta, ja B-tasolla vaatimukset ovat täydennettyjä ja yksityiskohtaisempia. Valaistuslaskennan A-tasolla ei ole erityisvaatimuksia vaan valaistulaskelmat toteutetaan tilatyypeittäin. Valaistuslaskennan B-tasolla puolestaan vaaditaan valaistuslaskennan lisäksi karkeatasoinen visualisointi, jolla voidaan havainnollistaa käyttäjälle valaistuksella saavutettavaa tulosta. (RT 10-11290 2017, 10–11.) Valaistuslaskennan- sekä energian tavoitekulutuksen laskentadokumentit lisätään liitteeksi rakennuslupahakemukseen (RT 10-11290 2017, 17). Ehdotussuunnittelun lopussa sähkösuunnittelun tehtävänä on dokumentoida toteutuskelpoiset ratkaisuvaihtoehdot sähkö-, tele- ja turvajärjestelmille, sekä tehdä vaihtoehtomalleja kiinteistön muuntuville osille perusjärjestelmien osalta. (RT 10-11290 2017, 11).

## **Yleissuunnittelu**

Viidentenä suunnitteluvaiheena on projektin yleissuunnitteluvaihe. Tässä suunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelulla on tehtävänä luoda yleissuunnitelma-asiakirjat. Yleissuunnitelmat tehdään hyväksytyjen ehdotussuunnitelmien pohjalta. Yleissuunnittelun lopputuloksena sähkösuunnittelu koostaa omista suunnitelmistaan yleissuunnitelmapaketin, joka on jaoteltu kiinteisiin rakenneseisiin sekä muuntuviin tila-alueisiin. (RT 10-11290 2017, 14.) Yleissuunnitelmapaketti pitää RT-korttia 10–11290 (2017, 14) lainaten sisällään:

- *Tila- ja suojaluokitukset tai niiden vaihtelumahdollisuudet*
- *Valaistusratkaisut tyyppitiloille tai niiden vaihtelumahdollisuudet*
- *Ryhmitys- ja mittausalueet tai niiden vaihtelumahdollisuudet*
- *Maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelyt*
- *Jakelujärjestelmät tai niiden vaihtelumahdollisuudet*
- *Varmennetut ja keskeytymättömät jakelut tai niiden vaihtelumahdollisuudet*
- *Ohjaustarpeet ja ratkaisut tai niiden vaihtelumahdollisuudet*
- *Tele- ja turvajärjestelmien periaatekaaviot*

## Toteutussuunnittelu

Kuudentena suunnitteluvaiheena on projektin toteutussuunnitteluvaihe. Tässä suunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelun on osallistuttava TATE-reititystarpeiden yhteensovitukseen yhdessä pääsuunnittelijan kanssa. Yhteensovituksessa sovitetaan yhteen kanava- putki- ja johtoreittejä, sekä taloteknisiä ratkaisuja alustavien LVI-reittiipiirustusten ja sähköpistesijoituspiirustusten perusteella. Toteutussuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelun tehtävänä on myös tarkistaa sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien pistesijoitus suunnitelma eri kalustusvaihtoehtojen kanssa. Pistesijoitus suunnitelma alakattoon tulevien pisteiden osalta tulee siis toimittaa arkkitehdille alakattosuunnittelua varten. (RT 10-11290, 18.) Toteutussuunnittelun lopussa sähkösuunnittelu laatii hankintoja palvelevat suunnitelma-asiakirjat. Toteutussuunnitelmien laajuus määrittyy ennalta täytettyjen suunnitteliasiakirjojen sisällön mukaisesti. (RT 10-11290 2017, 19.)

### 4.3 Sähkösuunnittelun tietomallivaatimukset

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 osassa neljä kerrotaan vähimmäisvaatimukset sähkösuunnittelun tietomallinnukselle (RT 10-11069, 1). Ohjeistus pitää sisällään mallinnusvaatimukset toteutussuunnitteluvaiheelle sähkö-, että telejärjestelmien osalta. Sähkö- ja teleobjektit tulee mallintaa yksinkertaisilla kolmiulotteisilla symboleilla ja niiden mitat tulee olla vähintään todelliset tai tarvittaessa suunnittelijan arvioimia mittoja vastaava. Mikäli suunnittelijalla on käytössään laitteistovalmistajan oikeaa tuotetta vastaava 3D-objekti, tulee sitä käyttää mallinnuksessa. (RT 10-11069, 10.) Tietomallivaatimuksia käsittelevää RT-korttia (10-11069) lainaten vähimmäisvaatimukset mallinnettaville objekteille ovat:

- *Muuntajat, kytkinlaitokset, pääkeskukset, virtakiskot ja näihin verrattavat laitteistot.*
- *Jako- ja ryhmäkeskukset, ristikytkentäkaapit ja näihin verrattavat laitteistot*
- *Kaapelihyllyt, ripustuskiskot, johtokourut ja lattiakanavat*
- *Valaisimet*
- *Savunpoistoluukkujen ohjauskeskukset, oviohjauskeskukset sekä muut sähköurakkaan kuulumattomat laitteistot*

Mikäli projektissa päätetään mallintaa turva- tai valvontajärjestelmään kuuluvia osia tai kokonaisuuksia, tulee ne eriyttää muusta mallista omaansa. Turva- ja valvontajärjestelmistä tehtävät IFC-tiedostot tulee myös pitää erillään muista rakennusta koskevista IFC-tiedostoista. Kaikkien turva- ja valvontajärjestelmään liittyvien tiedostojen julkaisemisesta ja suojaamisesta päättää jokaisessa projektissa tilaaja. (RT 10-11069, 10.)

## 5 Tietomallinnus

Tietomallintamisella tarkoitetaan rakennuksen suunnittelua geometriseen 3D-malliin. Tietomallinnuksesta puhuttaessa käytetään yleensä lyhennettä BIM eli Building Information Model, joka kääntyy suomeksi rakennuksen tietomallintaminen. (BIM ja tietomallit rakentamisessa 2022.)

### 5.1 Rakennuksen tietomalli

Rakennuksen tietomallissa esitetään 2D-suunnitelmien objektit kolmiulotteisessa maailmassa. Tietomallilla ei kuitenkaan tarkoiteta pelkästään asioiden esittämistä kolmiulotteisesti. Tietomallille on tyypillistä se, että se pitää sisällään todella paljon sellaista dataa mitä on vaikeaa esittää kaksiulotteisessa tasokuvassa. Tällaisesta hankalasti visualisoitavasta datasta esimerkkejä ovat esimerkiksi objektien korkotiedot, mitat, massat, kappalemäärät ja niiden tarkka sijainti rakennuksessa. Esimerkiksi jos kaksiulotteisessa tasokuvassa on esitetty paljon objekteja päällekkäin, ovat ne todellisuudessa päällekkäin, mutta ne ovat eri koroissa. Rakennuksen tietomalli ei myöskään ole pelkästään tarkoitettu rakennuksen suunnittelun ja rakentamisen tueksi, vaan tietomallin on tarkoitus pysyä ajantasaisena koko rakennuksen elinkaaren ajan. Ajantasainen tietomalli helpottaa esimerkiksi rakennuksen ylläpitoa sekä kiinteistön hallintaa. Oikein tietomallinnettu ja ylläpidetty tietomalli on myös tärkeä tuki jatkossa rakennuksen korjaussuunnitelmien suunnittelemisessa ja rakentamisessa. (BIM ja tietomallit rakentamisessa 2022.)

### 5.2 Tietomallinnuksen historia

Tietomallinnuksen sekä 3D-suunnittelun edeltäjäksi voidaan laskea jo aikaa ennen tietokoneita muodostetut pienoismallit erinäisistä kohteista. Rakennuksen esittäminen konkreettisena asiana ei siis ole uusi innovaatio. Kuviossa on esitetty nykyisestä bulgariasta löydetty esihistoriallinen pienoismalli, joka on peräisin ajalta noin 4600 vuotta ennen ajanlaskun alkua. (Astbury 2014.)



Kuvio 2. Nykyisestä bulgariasta löydetty pienoismalli (Astbury 2014).

Ensimmäiset käyntiaskeleet nykypäivänäkin tunnettuun ja hyvin laajalti käytettyyn CAD-pohjaiseen 3D-suunnitteluun saatiin jo vuonna 1960. Samoihin aikoihin julkistettiin jo ensimmäisiä varhaisia versioita tietokoneella käytettävästä suunnitteluohjelmasta. (Ufo3D 2019.) Tietokoneella suoritettavan CAD-pohjaisen käyttöliittymän syntymän läpimurtona voidaan pitää vuotta 1962 jolloin Ivan Sutherland kehitti ensimmäisen tietokoneella käytettävän piirtopöydän (History Computer 2021). Ivan Sutherland opiskeli tuolloin teknologian instituutissa Massachusettsissa ja hän kehitti piirtopöydän opiskelujensa lopputyönä (Computer History N.d). Piirtopöytä oli tuolloin aikaansa edellä ja sitä pidettiin graafisen käyttöliittymän pioneerina ja edelläkävijänä. Piirtopöytää käytettiin vuonna 1956 julkistetulla Lincoln TX-2 tietokoneella. (History Computer 2021.)

Vuosikymmenen lopulla Ivan Sutherland sekä David Evan perustivat maailmanhistorian ensimmäisen 3D-mallinnukseen keskittyvän yrityksen nimeltään Evans & Sutherland. Yrityksen perustaminen sai inspiroitua muitakin alan tekijöitä, ja myöhemmin 3D-mallinnukseen perustuvia yrityksiä perustettiin enemmän. Yritystä voidaan pitää siis lähtölaukauksena alan yrityksille. (Ufo3D 2019.)

### 5.3 Yleiset tietomallivaatimukset

Suomessa tällä hetkellä voimassa olevat yleiset tietomallivaatimukset juontavat juurensa senaattikiinteistöjen omiin, yli kymmenen vuotta vanhoihin tietomallivaatimuksiin. Vuonna 2007 senaattikiinteistöt julkaisivat ensimmäistä kertaa Suomessa tietomallille vaatimukset, kun rakentamisen kohteena ovat senaattikiinteistön omistamat ja hallinnoimat kiinteistöt. Nämä

tietomallivaatimukset koskivat tuolloin ainoastaan kiinteistön rakentamista ja ylläpitoa. Nämä eivät kuitenkaan olleet yleiset tietomallivaatimukset vaan senaattikiinteistön vaatimukset omille kiinteistöilleen. (Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset uudistuivat ja laajenivat 2012.)

Rakennussäätiö lähti vetämään vuonna 2011 COMIB-hanketta, jonka tarkoituksena oli kehittää Suomen historian ensimmäiset kansalliset, ja samalla yleiset tietomallivaatimukset. Lähtökohtana tälle hankkeelle toimi senaattikiinteistöjen vuonna 2007 julkaistut tietomallivaatimukset senaatin omistuksessa oleville kiinteistöille. Hankkeeseen osallistuvien osapuolten tulisi osallistuessaan sitouduttava noudattamaan yleisten tietomallivaatimusten sisältöä, jotta voitaisiin varmistua siitä, että tietomallivaatimukset tulisivat valmistuessaan mahdollisimman laajaan käyttöön. Tästä kyseisestä syystä, hankkeeseen osallistui isoja ja vaikutusvaltaisia tahoja rakentamisen saralta. Osallistujia tässä hankkeessa olivat senaattikiinteistöt, johtavat suunnittelutoimistot sekä urakoitsijat. (Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset uudistuivat ja laajenivat 2012.)

COMIB-hankkeen aikana senaattikiinteistön vuonna 2007 kirjoittamat vaatimukset kirjoitettiin uudelleen sekä niitä laajennettiin koskemaan rakennuttamisen ja kiinteistön ylläpidon lisäksi projektin hallintaa sekä energia-analyysejä. Hankkeen tavoitteena oli selkeyttää olemassa olevia vaatimuksia, sekä ottaa tietomallivaatimuksissa huomioon kiinteistön käyttö ja ylläpito rakennuksen koko elinkaaren aikana. (Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset uudistuivat ja laajenivat 2012.)

COMIB-hanke päättyi siihen, että yleiset tietomallivaatimukset 2012 julkaistiin vuonna 2012. Tietomallivaatimukset kattavat uudis- ja korjausrakentamisen, sekä lisäksi kiinteistön käytön ja ylläpidon. Tietomallivaatimuksissa määritellään yleiset mallinnusohjeet rakennushankkeen jokaiselle vaiheelle. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 asettaa vähimmäisvaatimukset tietomallille ja sen sisällölle, jos sitä päätetään käyttää osana rakennusprojektia. Projektille asetetut mallinnusvaatimukset pitää esittää hankkeen kaikissa suunnittelusopimuksissa, ja niiden tulee olla yhdenmukaiset, että myös sitovat. (Kehityshankkeet tuovat yhteen toimivaa tietoa rakentamisalalle 2021.)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 ajantasaisuutta voidaan kuitenkin kyseenalaistaa tänä päivänä. Tietomallinnukseen käytettävien ohjelmistojen sekä yleensäkin digitekniikan räjähdysmäinen kehitys viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut syynä siihen, että yleisten

tietomallivaatimusten päivittäminen olisi tällä hetkellä enemmän kuin ajankohtaista. Tämän takia on meneillään yleiset tietomallivaatimukset 2020 hanke, joka käynnistettiin syksyllä 2020. Hankkeen alullepanijat tulevat kiinteistö- ja rakentamisaikalta, josta muotoutui nimike KIRAHVI-ryhmä. Yleiset tietomallivaatimukset 2020 hanke sai ympäristöministerin sitoutumisen ja käynnistämispäätöksen keväällä 2021. Hanke aloitetaan päivittämällä YTV 2012:n osa 14, jonka jälkeen on tarkoitus päivittää koko vaatimusasiakirja. (Kehityshankkeet tuovat yhteen toimivaa tietoa rakentamisaikalta 2021.)

## 6 Lähtötietojen selvitys

Tutkimus- ja kehittämistyön ensimmäisenä vaiheena oleva lähtötietojen selvitys tai tiedonkeruu toteutettiin etsimällä aiheeseen liittyvää ohjeistusta yrityksen sisäisistä datapankeista. Toimeksiantajayrityksellä on käytössään virtuaalinen tietopankki, johon on kerätty ohjeistusta lukuisista eri aihealueista. Sieltä löytyi myös erillinen osuus MagiCAD for Revit sähkösuunnitteluun. Käydään seuraavaksi läpi, että mitä ohjeistusta osuudessa oli ja pohditaan sitä, että pystytäänkö sitä hyödyntämään työn toteutuksessa.

### Järjestelmäraajat

Ensimmäisenä aiheena oli järjestelmärajojen piirto. Rajojen piirto kattoi sekä kahden eri keskuksen välille tulevan keskuksien piirtämisen, että kahden eri telejakamon välille tulevan jakamoraajan piirtämisen. Ohje oli tehty alun perin vuosiversiolle 2020 ja ohjetta tehdessä käytettävän ohjelmiston vuosiversio oli 2022. Järjestelmärajojen piirtoon oleva ohje testattiin, ja se todettiin edelleen toimivaksi. Suunnitteluohjeeseen ei siis tarvinnut sisällyttää tämän aiheen ohjeistusta, vaan se esitettiin ohjevideossa nykyisen ohjeistuksen mukaisesti.

### Pääkaavio

Toisena aiheena oli keskuksen pääkaavion piirtäminen. Suunnitellessa MagiCAD for Revitillä on pääkaavion tekeminen haasteellista, koska siinä pitää käyttää sekä Revit:in omaa pääkaaviopohjaa sekä MagiCAD:in omaa pääkaaviopohjaa ja linkittää nämä toisiinsa. Ohje testattiin ja todettiin edelleen toimivaksi, vaikka vuosiversio oli edelleen 2020. Tutkimustyön alussa kuitenkin päätettiin,

että pääkaavion nykyisen ohjeistuksen laajentaminen ja selkeyttäminen on itsessään liian laaja ja monimutkainen aihe, joten se päätettiin jättää pois lopullisesta suunnitteluohjeesta.

### **Valaisimen lisääminen**

Kolmantena aiheena oli valaisimien lisääminen datasettiin sekä valaisimen graafisen valonjaon tarkastelu. Valaisimia lisättäessä on mahdollista kytkeä valaisinten valonjakokäyrä näkyviin ja sitä voi tarkastella sekä kaksiulotteisena että kolmiulotteisena. Ohje oli kolmiosainen ja ensimmäisessä osassa lisättiin uusi valaisin projektin datasettiin, tämä oli esitetty selkeästi, ja ohjeessa esitetty tapa on edelleen oikeaoppinen tapa toteuttaa se. Toisessa osassa käsiteltiin valonjakotiedoston tuomista valaisimelle, jos se ei tullut lisätyn valaisimen revit familyn mukana. Tämän jälkeen ohjeistettiin valonjakotiedoston asetuksien täyttö ja se, että miten valonjaon saa näkymään ikkunassa. Viimeisenä ja kolmantena osana ohjeistettiin revitin valaistuslaskennan lisäosan elumtools:in käyttöä. Alusta alkaen oli kuitenkin selvää, että valaistuslaskentaa ei tulla käsittelemään tässä ohjeessa. Olemassa olevaa ohjeistusta on kuitenkin saatavilla, jos tarvetta syntyy myöhemmässä vaiheessa. Lopputuloksena voidaan todeta, että valaistusohje oli hyvin laaja ja selkeästi esitetty, valaisimen lisäämistä koskevaa osiota käytettiin suunnitteluohjeen videoissa lähtötietoina.

### **Ryhmittely ja kaapelointi**

Neljäntenä ja viimeisenä aiheena oli ryhmittely ja kaapelointi. Ohjeessa käytiin läpi ryhmittelyä ja kaapelointia vaiheittain, ja esitystapa oli selkeä ja yksinkertainen. Kaapelin piirtoon on kuitenkin parin vuoden aikana tullut päivitystä ja parannusta, joten tähän aiheeseen saadaan kehitystä suunnitteluohjeessa. Kaapeloinnin osalta ohjeessa käytiin myös ongelmatilanteita ja sitä, että miten kyseiset tilanteet ratkaistaan.

### **Yleinen osio**

Toimeksiantajayrityksen tietopankissa oli myös yleinen osio revit-ohjelmistolle. Tässä osioissa oli hurjasti asiaa, jossa käytiin pääsääntöisesti revitin omia ominaisuuksia läpi, eikä siellä otettu

kantaa MagiCAD for Revit ominaisuuksiin. Listataan tämän kappaleen alapuolelle ne asiakokonaisuudet, mitä ohjeen videoissa tullaan käyttämään tai ainakin sivuamaan.

- Reikävaraukset
- Scope Box
- Section Box
- Tekstien sijoittelu

## 7 Tutkimushaastattelut

Opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisena kehitystyönä, ja käytettynä menetelmänä oli ihmiskeksikeinen suunnittelu. Tämän vuoksi päätettiin, että suunnitteluohjetta varten toteutetaan kaksi eri kohderyhmille suunnattua tutkimushaastattelua.

### 7.1 Tutkimushaastattelu 1

Tässä kappaleessa tullaan käymään läpi haastattelukysymysten luominen ja analysoimaan niihin saatuja vastauksia. Haastattelupaketin kysymykset luotiin tutkimustyöosuudessa esitettyjen tutkimuskysymysten pohjalta, ja kysymysten asettelu toteutettiin siten, että kaikkiin tutkimuskysymyksiin saataisiin vastaukset haastattelujen perusteella. Haastattelukysymyspaketti 1 sisälsi yhteensä kahdeksan kysymystä, joista kolme oli avointa tekstikysymystä, yksi monivalintakysymys ja loput neljä olivat valintakysymyksiä, joissa oli 2–3 vaihtoehtoa. Kysymykset ensimmäiseen tutkimushaastatteluun olivat:

**Kysymys 1:** Kuinka pitkään olet käyttänyt MagiCAD for Revit ohjelmistoa sähkösuunnitteluun?

**Kysymys 2:** Kuinka monessa projektissa olet ollut tuon aikana mukana?

**Kysymys 3:** Kuinka tarpeelliseksi koet suunnitteluohjeen tekemisen?

**Kysymys 4:** Alla on listattu suunnitteluohjeeseen mietittyjä asiakokonaisuuksia. Valitse viisi mielestäsi tärkeintä asiaa.

**Kysymys 5:** Millaisia asiakokonaisuuksia edellä ei mainittu?

**Kysymys 6:** Suunnitteluohjeeseen on tarkoitus lisätä toimintaa kehittäviä asioita. Esimerkkinä tämmöisestä olisi erilaisten parametrien vakioiminen. Alla olevaan kenttään voi kirjoittaa omia mietteitään siitä, että mitä muita suunnittelua kehittäviä asioita ohjeeseen voisi lisätä.

**Kysymys 7:** Suunnitteluohje tehdään siis opinnäytetyönä. Tulisiko ohjeen olla erillisenä liitteenä vai sulautettuna opinnäytetyön sisään?

### 7.1.1 Haastattelukysymykset 1

#### Kysymys 1–3

Ensimmäiset kolme kysymystä olivat yleisiä kysymyksiä. Näillä ensimmäisillä kysymyksillä saatiin tietoa haastatteluun vastaajien työkokemuksesta sekä siitä, että kuinka tärkeänä vastaajat kokivat tämän opinnäytetyön aiheen. Haastattelu toteutettiin anonyyminä. Kysymysten vaihtoehdot ja vastaukset käydään läpi luvussa 7.1.2.

#### Kysymys 4

Ensimmäisten kolmen kysymysten jälkeen päästään kysymykseen neljä, joka käsitteli tutkimustyöosuudessa esitettyä tutkimuskysymystä ”*Mitä suunnitteluohjeen tulisi sisältää?*”. Tämä kysymys oli muodoltaan monivalintakysymys, johon oli ennalta annettu vaihtoehdoiksi erilaisia asiakokonaisuuksia. Vastausvaihtoehtoja annettiin yksitoista kappaletta, ja kysymyksen asettelussa annettiin vastaajalle ohjeeksi valita viisi mielestään tärkeintä aihetta. Vastausvaihtoehdot ja vastaukset käydään läpi luvussa 7.1.2.

#### Kysymys 5

Kysymyksessä viisi jalostettiin kysymyksen neljä lähtötilannetta ja kysymyksessä annettiin enemmän vapauksia vastaajalle. Kysymys oli muodoltaan avoin tekstikysymys ja sen tarkoitus oli antaa mahdollisuus vastaajalle laajentaa kysymyksessä neljä olevia vastausvaihtoehtoja.

## Kysymys 6

Kysymys kuusi käsitteli suoraan tutkimuskysymystä ”*Miten suunnittelutyötä voidaan kehittää re-  
vit-ohjelmistolla?*”. Tämän kysymyksen tarkoituksena oli siis saada tietoa siitä, että mitä mahdollinen  
kehittävä osuus voisi sisältää. Ennen tutkimustyön aloittamista oli toimeksiantajayrityksen  
edustajan kanssa käyty tätä kohtaa läpi, ja kysymyksessä annettiin kehittämisestä esimerkki, joka  
oli erilaisten parametrien vakioiminen projektissa. Tässä kysymyksessä haettiin sisältöä siis siihen  
suunnitteluohjeen osioon, joka ei pelkästään ollut kohdennettua uusille suunnittelijoille. Kysymys  
oli muodoltaan avoin tekstikysymys.

## Kysymys 7

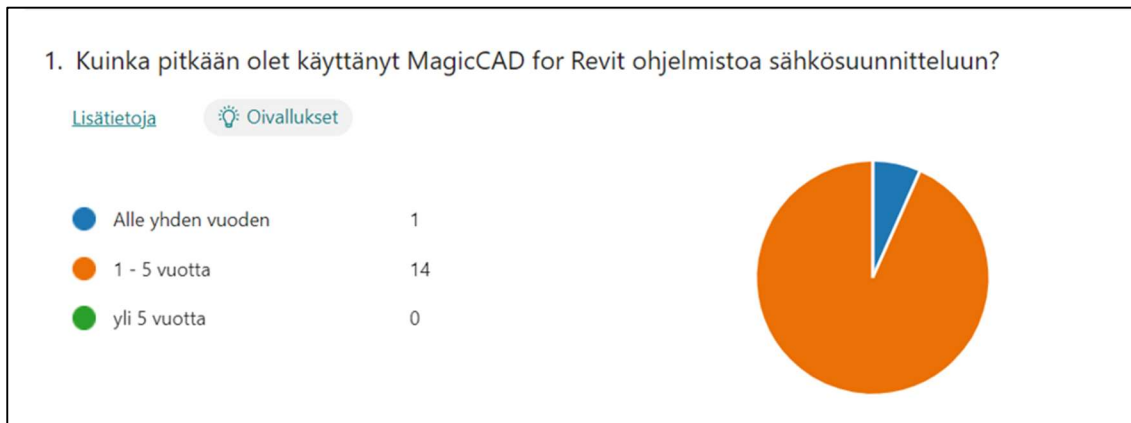
Kysymyksessä seitsemän tiedusteltiin vastaajilta sitä, että tulisiko suunnitteluohje olla erillisenä  
liitteenä vai opinnäytetyöhön sulautettuna. Kysymys oli valintakysymys kahdella vaihtoehdolla.

### 7.1.2 Vastauksien analysointi 1

Tässä kappaleessa käydään läpi ensimmäisen tutkimushaastattelun kysymysten vastausvaihtoeh-  
dot sekä vastaukset ja analysoimme niitä ja teemme tarvittavat johtopäätökset, suunnitteluohjetta  
silmällä pitäen. Kappaleeseen lisättiin kuvakaappaukset valinta- ja monivalintakysymyksistä, jotta  
vastauksien jakaantumista voidaan myös kuvainnollisesti hahmottaa. Haastatteluun 1 saatiin tässä  
tutkimustyössä 15 vastaajaa.

## Kysymys 1

Kuviossa kolme voidaan tarkastella vastausjakaumaa ensimmäiseen kysymykseen. Vastausja-  
kaumasta päädyttiin sellaiseen johtopäätökseen, että vastaajista ainoastaan yksi oli ohjelmiston  
uusi suunnittelija, ja loput neljätoista vastaajaa olivat kokeneempia ohjelmiston käyttäjiä. Puoles-  
taan yli viiden vuoden käyttökokemuksen omaavia suunnittelijoita ei tämän kyselyn vastaajakun-  
nassa löytynyt. Tämän kysymyksen takia tehtiin päätös toisesta haastattelupaketista uusille suun-  
nittelijoille. Tämä päätös johtui siitä, että ainoastaan yhdellä vastaajalla oli jäljellä uuden  
suunnittelijan näkökulmaa.



Kuvio 3. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 1.

## Kysymys 2

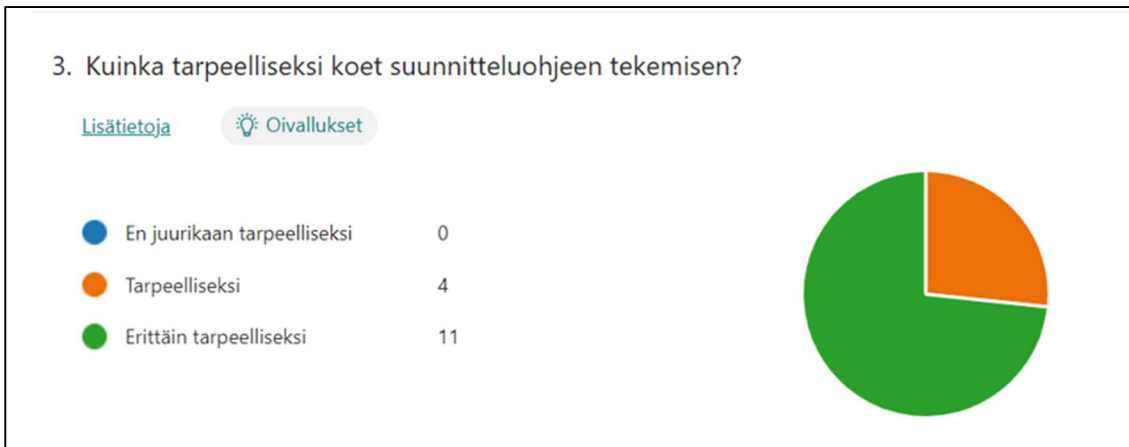
Kuviossa neljä voidaan tarkastella kysymyksen kaksi vastausjakamaa. Tämän kysymyksen tarkoituksena oli siis saada tukevaa tietoa liittyen ensimmäiseen kysymykseen. Tilanteena olisi voinut olla, että suunnittelija on käyttänyt ohjelmistoa kauan, mutta ei ole ollut osallisena kovin moneen projektiin, ja toisaalta vähällä kokemuksella on voinut olla osallisena monessa projektissa. Kuten kysymyksessä yksi, on tässäkin kysymyksessä selvä jakauma vastausten osalta. Suurin osa vastaajista oli työskennellyt alle kymmenessä projektissa. Oli kuitenkin hienoa huomata, että vastaajien joukossa oli myös yksi suunnittelija, jolla oli kokemusta yli kymmenestä eri projektista.



Kuvio 4. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 2.

### Kysymys 3

Kuviossa viisi voidaan tarkastella kysymyksen kolme vastausjakautamaa. Tämän kysymyksen tarkoituksena oli siis varmistaa se, että suunnitteluohjeelle olisi tarvetta. Vastaukset olivat tässä kysymyksessä jakautuneet vähän enemmän kuin kahdessa ensimmäisessä kysymyksessä. Tärkeintä kuitenkin tässä vastausjakautamassa oli se, että vastausvaihtoehtoa yksi, ei ollut äänestetty kertaakaan.

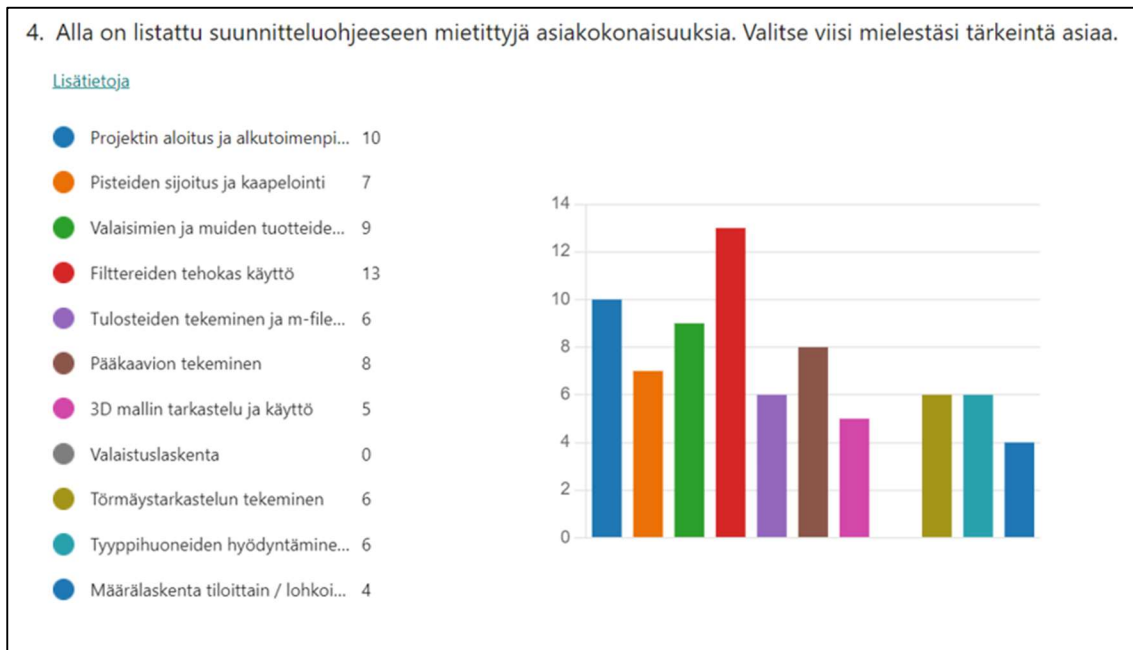


Kuvio 5. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 3.

Kuviossa viisi voidaan tarkastella kysymyksen kolme vastausjakautamaa. Tämän kysymyksen tarkoituksena oli siis varmistaa se, että suunnitteluohjeelle olisi tarvetta. Vastaukset olivat tässä kysymyksessä jakautuneet vähän enemmän kuin kahdessa ensimmäisessä kysymyksessä. Tärkeintä kuitenkin tässä vastausjakautamassa oli se, että vastausvaihtoehtoa yksi, ei ollut äänestetty kertaakaan.

### Kysymys 4

Kuviossa kuusi voidaan tarkastella kysymyksen neljä vastausjakautamaa. Käydään kuitenkin ensiksi läpi yksitoista eri vaihtoehtoa ja se, että mitä jokaisella vaihtoehdolla itsessään tarkoitetaan. Tämän jälkeen analysoidaan vastauksien jakautumista eri vaihtoehtojen kesken.



Kuvio 6. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 4.

### 1. Projektin aloitus ja alkutoimenpiteet

Projektin aloitus ja alkutoimenpiteet tarkoittavat käytännössä uuden projektin perustamista ja siihen liittyvien alkutoimenpiteiden suorittamista. Näihin alkutoimenpiteisiin kuuluu esimerkiksi arkkitehtipohjakuvan hakeminen projektiin, korkotietojen korjaaminen sekä datasetin hakeminen eli projektitiedoston kiinnitys uudelle projektille.

### 2. Pisteiden sijoitus ja kaapelointi

Pisteiden sijoituksella ja kaapeloinnilla tarkoitetaan nimensä mukaisesti objektien tuomista ta-sokuvaan, sekä niiden asetteluun liittyvien asetuksien ja aputoimintojen läpikäyntiä. Tällöisiä objekteja ovat esimerkiksi pistorasiat, kytkimet, keskuskeskukset ja telepisteet. Kaapeloinnilla puolestaan kaapeloidaan tuodut objektit, ja käydään läpi parhaimmat asetukset kaapelin piirtoon ja muokkaamiseen.

### 3. Valaisimien ja muiden tuotteiden lisääminen

Valaisimien ja muiden tuotteiden lisääminen projektitiedostoon. Tällä tarkoitetaan projektin datasetin muokkaamista, eli oletusobjektien lisäksi uusien piirrosmerkkien lisäämistä projektille. Tässä käydään myös läpi todellisen valaisimen lisääminen projektille, ja siihen liittyvien asetusarvojen täyttö ja läpikäynti.

#### 4. Filttareiden tehokas käyttö

Filttereiden tehokas käyttö. Tämä kohta muotoiltiin haastattelua tehdessä hieman huonosti, eli tehokas käyttö tulisi liittymään vasta suunnitteluohjeen kehittävään osioon. Tämän vaihtoehdon tarkoitus oli siis käydä läpi tasokuvan filttärinti, mitä se itsessään tarkoittaa ja miten sitä voisi hyödyntää projekteissa.

#### 5. Tulosteiden teko ja M-files linkitys

Tulosteiden teko ja M-files linkitys. Tällä kohdalla tarkoitettiin tulosteiden tekemistä, sivunlaintekstien lisäämistä tulostustiedostoon sekä M-files linkitystä. Toimeksiantajayrityksellä on käytössä resurssinhallintaan tarkoitettu ohjelmisto M-files. Tässä kohdassa käytäisiin siis läpi asiakirjaliitoksen tekeminen Revit ohjelmistolla.

#### 6. Pääkaavion tekeminen

Pääkaavion tekeminen. Nimensä mukaisesti tässä kohdassa tarkoitetaan pääkaavion tekemistä MagiCAD for Revit ohjelmistolla. Pääkaaviota tehdessä on käytettävä revitin sisäistä pääkaavioon tarkoitettua pääkaaviopohjaa, sekä MagiCAD:in omaa pääkaaviopohjaa. Näiden välille pitää tehdä toimiva linkitys, jotta pääkaavion ja tasokuvan välillä on älyä.

#### 7. 3D-mallin tarkastelu ja käyttö

3D-mallin tarkastelu ja käyttö. Tällä kohdalla tarkoitetaan 3D-mallin tarkastelua ja erilaisten leikkausten tekemistä. Tarkastellaan siis käytössä olevia leikkaukseen tarkoitettuja työkaluja ja niiden käyttöä.

## 8. Valaisinlaskenta

Valaistuslaskenta. Revitissä on mahdollista tehdä valaistuslaskenta ja esimerkiksi oikeiden valaisimien tuonnissa tiedostossa tulee mukana valaisimelle yksilöllinen valonjakotiedosto. Tässä kohdassa siis ohjeistettaisiin valaistuslaskennan tekeminen MagiCAD for Revit ohjelmistolla.

## 9. Törmäystarkastelu

Törmäystarkastelun tekeminen. Tällä vaihtoehdolla tarkoitetaan Revit ohjelmiston sisäisen törmäystarkastelutyökalun käyttöä. Törmäystarkastelutyökalulla voi esimerkiksi tehdä luettelon törmäyksistä ja avata törmäyksiä yksi kerrallaan omaan ikkunaan, jossa sitä voi tarkastella sekä kaksi- että kolmiulotteisesti. Työkalulla voi myös päättää, että minkä järjestelmien välillä törmäyksiä voi tarkastella, esimerkiksi voi tarkastella pelkästään sähköjärjestelmien törmäämistä pelkästään tai sähkö- ja lvi-järjestelmän törmäämistä keskenään.

## 10. Tyypihuoneiden hyödyntäminen

Tyypihuoneiden hyödyntäminen, Model Group ja Detail Group. Tässä vaihtoehdossa käytäisiin läpi tyypihuoneen ja siihen liittyvien työkalujen model ja detail group käyttöä. Tämä tarkoittaa sitä, että huoneen objektit voi sitoa ryhmään ja kopioida sitä muihin samankokoisiin huoneisiin. Tämän jälkeen, kun ryhmää muokkaa, päivittyy muutokset automaattisesti jokaiseen huoneeseen missä ryhmää on hyödynnetty.

## 11. Määrälaskennat

Määrälaskenta tiloittain / lohkoittain. Tässä vaihtoehdossa hyödynnettäisiin määrälaskentatyökalua ja tehtäisiin ohjeistus, jossa määrälaskentaa suoritettaisiin eri lohkoissa ja tiloissa ja mukaan laskentaan otettaisiin vain ennalta asetetut järjestelmäkokonaisuudet.

Vastausvaihtoehtojen läpikäymisen jälkeen, käydään seuraavaksi vastauksien jakaumaa läpi. Kysymyksenannossa ohjeistettiin valitsemaan viisi aihepiiriä per vastaaja. Vastaajia oli tässä kyselyssä viisitoista, eli valintoja tulisi olla yhteensä 75. Vastauksia analysoidessa laskettiin yhteinen valintatulos, joka oli 74, yksi vastaaja valitsi siis ainoastaan neljä aihepiiriä. Viisi eniten ääniä saanutta aihepiiriä olivat:

- Filttereiden tehokas käyttö, 13 ääntä viidestätoista vastaajasta.
- Projektin aloitus ja alkutoimenpiteet, 10 ääntä viidestätoista vastaajasta.
- Valaismien ja muiden tuotteiden lisääminen projektille, 9 ääntä viidestätoista vastaajasta.
- Pääkaavion tekeminen, 8 ääntä viidestätoista vastaajasta.
- Pisteiden sijoitus ja kaapelointi, 7 ääntä viidestätoista vastaajasta.

## Kysymys 5

Kysymys viisi oli avoin tekstikysymys, joten vastauksien jakautumista graafisessa muodossa ei ollut tässä kysymyksessä saatavilla. Avoimia tekstivastauksia oli yhteensä kolmetoista kappaletta ja yleisesti vastaukset olivat laajasti kirjoitettuja. Vastauksia ei käydä tässä sanasta sanaan läpi vaan jokaisesta vastauksesta tehdään oma numeroitu kohta, jonka alapuolelle listataan lyhyitä kuvauksia vastauksesta.

### 1. Ensimmäinen vastaaja:

- Pikakomentojen läpikäyminen
- Familyn muokkaaminen
- Projektiin liitettyjen mallien hallinta

### 2. Toinen vastaaja:

- Suunnittelualojen tehokas linkitys
- Ohje tulisi kohdentaa rivisuunnittelijalle

### 3. Kolmas vastaaja:

- Näkymien kokonaishallinta

- Tagien käyttö

4. Neljäs vastaaja:

- Merkkiselityksen tekeminen ja muokkaus
- Piirrosmerkkien skaalaaminen

5. Viides vastaaja:

- Worksettien luominen ja käyttö projektissa
- Reikävarausten tekeminen
- IFC-exportin tekeminen

6. Kuudes vastaaja

- Revit-ohjelmiston liitännäisosat ja niiden läpikäyminen

7. Seitsemäs vastaaja

- Power ryhmien luominen ja muokkaus
- Power ryhmien linkittäminen pääkaavioon

8. Kahdeksas vastaaja

- Suunnittelutyötä helpottavien asioiden listaaminen ja läpikäyminen
- Schedulen käyttö ja hyödyntäminen
- Huoltokirjadokumentaation toteuttaminen

9. Yhdeksäs vastaaja:

- Tulostusnäköasetukset
- Johtotiesymbolien oikeanlainen käyttö
- Rasterointi ja filttärinti
- Valaistussymbolien laatiminen ja lisääminen projektitiedostoon
- Merkkiselitystaulukon tekeminen

10. Kymmenes vastaaja:

- View-templaten hallinta

- Näkymäasetuksien hallinta

#### 11. Yhdestoista vastaaja:

- Järjestelmä- ja jakelukaavioiden tekeminen
- Revit dynamoon liittyvä ohjeistus
- Arkkitehti- ja TATE-mallien hyödyntäminen projektissa

#### 12. Kahdestoista vastaaja:

- Schedulen käyttö tilojen tarkastustyökaluna
- Revisioiden oikeaoppinen tekeminen

#### 13. Kolmastoista vastaaja:

- Näkymien hallinta ja muokkaaminen
- Mitä eroa seuraavilla näkymillä ja mitä niihin tehdään = Print, Model, Sheet
- Tagien käyttö, muokkaus ja lisääminen
- Tulostusasetuksien parannus. Esim. ark.-pohjaväriin tummennus, viivanpaksuuden muuttaminen.
- Johdinmerkintöjen hallinta
- 2D ja 3D symbolien päivittäminen
- Ei älyllisten viivojen piirtäminen ja muokkaaminen
- Legendan tekeminen
- Ryhmänumeroiden järkevä hallinta
- Telepiirustusten tekeminen, valmiiden pohjien hyödyntäminen
- Nousujohtokaavioiden tekeminen
- Datarasioiden numerointi
- Tiedoston oikeaoppinen avaaminen, synkronointi ja sammutus
- Worksharing / Workset käyttö ja muokkaaminen
- Keskusrajojen piirto

## Kysymys 6

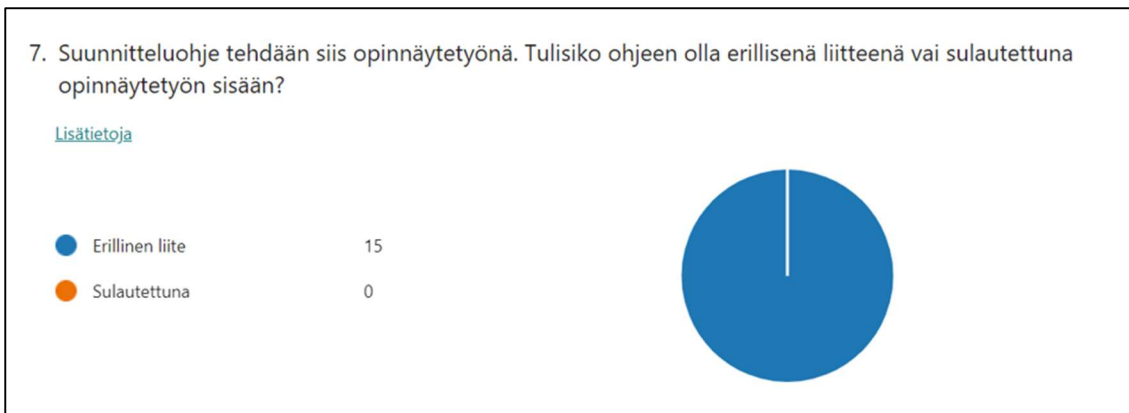
Kysymys kuusi oli kysymyksen viisi tapaan myös avoin tekstikysymys. Vastauksia tähän kysymykseen saatiin yhteensä kaksitoista kappaletta. Käytetään tämän kysymyksen vastauksien analysoimisessa menetelmää, jossa vastaajan vastauksesta poimitaan avainsanat, jotka luetteloidaan. Tämän kysymyksen vastausosioon oli myös hieman sekoittunut edelliseen kysymykseen liittyvää asiaa.

- Legenda eli piirrosmerkkien selitykset sivun laitaan.
- Ohjeistus milloin tagit ja kaapeloinnit laitetaan malliin.
- Revitin power-ryhmien vieminen autocadiin ja pääkaavion tekeminen Autocadin puolella.
- Vakiokalusteet tyypitettynä valmiiksi projektissa
- Granlundin omat pääkaaviopohjat
- Työskentelyn yhtenäistämistä työkalujen, parametrien, esitystapojen, tulostusnäkyvien osalta.
- Granlund-tekotapa eli suunnittelutapojen yhtenäistämistä
- Tietokenttien arvojen täyttämisen vakiointi, yhtenäinen linja.
- Granlundin yhteinen tapa, että miten filtteröidään tuotteita näkymissä.
- Tehokas kaapelointitekniikka
- Johdinmerkintöjen käyttö
- Järjestelmäkaavioiden tekeminen revitillä.
- Sähkösuunnitteluun käytettävän oletus symbolikirjaston läpikäynti.
- LVI-sähköistystietojen hakeminen sähkömalliin. Parametrien täyttö LVI-mallissa ja sähkösymbolin lisääminen tuotteelle sähkömallin puolella.
- Schedule-taulukoiden hyödyntäminen suunnittelussa.
- 3D mallitarkastelunäkymien tekeminen ja käyttäminen

## Kysymys 7

Kuviossa seitsemän voidaan tarkastella kysymyksen seitsemän vastausjakaumaa. Vastausjakauma tässä kysymyksessä oli todella selkeä ja vastaajat olivat yksimielisiä tästä kysymyksestä. Tämä oli

kuitenkin tiedossa jo ennen kysymyksen laatimista, mutta tarkoituksena oli saada vahvistus haastateltavilta henkilöiltä tähän asiaan.



Kuvio 7. Tutkimushaastattelu 1, haastattelukysymys 7.

## 7.2 Tutkimushaastattelu 2

Nämä edellä käydyt kahdeksan kysymystä sisältyivät ensimmäiseen tutkimushaastatteluun, joka oli suunnattu nykyisille Revit suunnittelijoille. Kysymysten vastaajakunta koostui enimmäkseen kokeneista suunnittelijoista, eli uuden suunnittelija näkökulma ja se, että mitä tarpeita uudella suunnittelijalla olisi ohjeelle, jäi puutteelliseksi. Tämän asian takia toteutettiin toinen, ja huomattavasti lyhyempi ja tiivistetympi tutkimushaastattelu sellaisille suunnittelijoille, joilla ei ollut mitään aikaisempaa kokemusta kyseisestä ohjelmistosta. Käydään seuraavaksi toisen kysymyspaketin kysymykset läpi. Toisin kuin ensimmäinen haastattelu, niin tämä haastattelu toteutettiin ainoastaan toimeksiantajayrityksen Jyväskylän toimipisteen sähkösuunnittelijoille. Tutkimushaastattelu 2 sisälsi yhteensä kolme kysymystä, joista yksi oli avoin tekstikysymys, ja loput kaksi kysymystä oli valintakysymyksiä kahdella vaihtoehdolla. Kysymykset toiseen tutkimushaastatteluun olivat:

**Kysymys 1:** Oletko käyttänyt MagiCAD for Revit ohjelmistoa?

**Kysymys 2:** Oletetaan, että teidän pitäisi tänään suunnitella kohde MagiCAD for Revit ohjelmistolla. Millaisia tietoja ja millaista ohjeistusta luulisit tarvitsevasi, jotta pystyisit tekemään suunnittelutyön?

**Kysymys 3:** Suunnitteluohje tulee koostumaan suurilta osin kuvista ja tekstistä. Olisiko mielestänne tarpeellista, että osa kuvista ja tekstistä korvattaisiin lyhyillä videopätkillä, jossa tehtäisiin kyseinen asiakokonaisuus?

### 7.2.1 Haastattelukysymykset 2

#### Kysymys 1

Ensimmäisessä kysymyksessä tiedusteltiin sitä, että onko vastaajilla ollut aiempaa kokemusta MagiCAD for Revit ohjelmistosta. Tämän kysymyksen tarkoituksena oli varmentaa, että vastaajien näkökulma vastaa sitä, mihin toisella tutkimushaastattelulla pyrittiin. Kysymys oli valintakysymys kahdella vaihtoehdolla.

#### Kysymys 2

Kysymystä kaksi laatiessa saatiin viimeinenkin tutkimuskysymys käsittelyyn eli *”Mitä tietoja aloitteleva revit suunnittelija tarvitsee?”*. Kysymys oli muodoltaan avoin tekstikysymys ja kysymyksessä luotiin kuvitteellinen asetelma, jossa tulisi aloittaa uuden projektin suunnittelu MagiCAD for Revit ohjelmistolla. Tällaisella kysymysasettelulla saatiin vastaaja kuvittelemaan kyseinen tilanne mieleensä ja vastaamaan sen pohjalta, että miten vastaaja pystyisi toteuttamaan kohteen suunnitteluun uudella ja oudolla ohjelmistolla.

#### Kysymys 3

Kysymys kolme ja samalla viimeinen kysymys koski lopullisen suunnitteluohjeen toteuttamismuotoa. Tutkimustyön aikana pohdittiin toimeksiantajayrityksen edustajan kanssa, että ohjeeseen voisi lisätä ohjattuja opetusvideoita, jotka voisivat korvata suurimman osan suunnitteluohjeen tekstistä ja kuvista. Kysymys oli muodoltaan valintakysymys kahdella vaihtoehdolla.

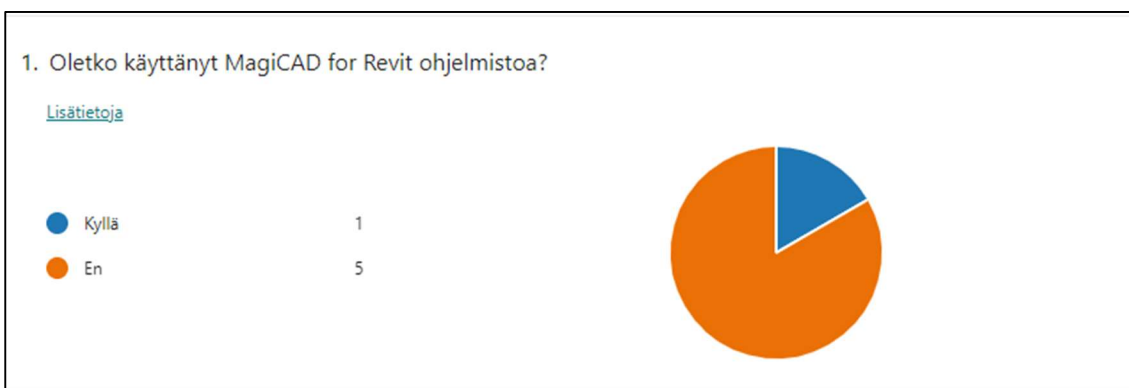
### 7.2.2 Vastauksien analysointi 2

Tässä kappaleessa tulemme käymään läpi haastattelukysymyspaketin 2 vastaukset ja analysoimme niitä ja teemme tarvittavat johtopäätökset, suunnitteluohjetta silmällä pitäen. Kappaleeseen

tullaan lisäämään kuvakaappaukset valinta- ja monivalintakysymyksistä, jotta vastauksien jakaantumista voidaan kuvainnollisesti hahmottaa. Haastatteluun 2 saatiin tässä tutkimustyössä yhteensä kuusi vastaajaa.

### Kysymys 1

Kuviossa kahdeksan voidaan tarkastella kysymyksen 1 vastausjakamaa. Toisin kuin ennen haastattelua oli tarkoitus, niin yhdellä vastaajalla oli hieman kokemusta kyseisestä ohjelmistosta. Vähän tarkemmalla kyselyllä selvisi, että yksi vastaajista oli avustanut yhdessä projektissa ohjelmistolla ilman koulutuksen käymistä tai perehdytyksen saamista ohjelmistoon. Tämän takia voidaan kuitenkin vahvistaa se, että vastaajakunta oli tämän kysymyksen vastausjakauman perusteella kohderyhmää tähän haastatteluun.



Kuvio 8. Tutkimushaastattelu 2, haastattelukysymys 1

### Kysymys 2

Kysymys kaksi oli avoin tekstikysymys ja siihen vastasi kaikki haastatteluun osallistuneet eli vastauksia oli yhteensä kuusi kappaletta. Käydään vastaukset läpi tämän kappaleen alapuolelle ja numeroidaan vastaukset vastaajan numeron mukaisesti.

1. Ensimmäinen vastaaja toivoi yksinkertaisesti hyviä ja selkeitä käyttöohjeita ohjelmistolle. Vastaaja myös jatkoi vastaustaan sillä, että ohjeiden tulisi sisältää ohjelmiston perusteita sekä tarvittavia asioita, jotta tietomalli ja piirustukset saadaan eteenpäin.

## 2. Ensimmäinen vastaaja:

- Hyvät ja selkeät käyttöohjeet ohjelmistolle
- Ohjeistus ohjelmiston perusteisiin

## 3. Toinen vastaaja:

- Projektin perustaminen
- Projektitiedoston käsittely
- Kerroskorkojen ja origon määrittely
- Sähkö- ja telesymbolien lisääminen
- Symbolien siirrot, kopioimiset, kulmakäännöt sekä automaattiset tekstit
- Oleelliset työkalut ja niiden käyttö
- Kaapelointityökalun käyttö sekä ryhmämerkinnän teko
- Layerien käyttö ja muokkaus
- Johtoteiden piirto
- Tulostusikkunoiden ja tulostusnäkyvien määrittely
- Tietomallin käsittely ja työstö
- IFC-tiedoston ajaminen yhdistelmämallia varten
- Erilaisten positioiden käyttö ja muokkaus
- Määrälaskennan tekeminen

## 4. Kolmas vastaaja

- Opastus suunnittelun aloittamiseen
- Arkkitehtikuvan asemointiin liittyvää ohjeistusta
- Ohjeistus sähköpisteiden suunnitteluun ja kaapelointiin

## 5. Neljäs vastaaja

- Uuden projektin perustamiseen liittyvä ohjeistus
- Ohjelmiston perusteet ja komennot
- Malliprojekti

## 6. Viides vastaaja

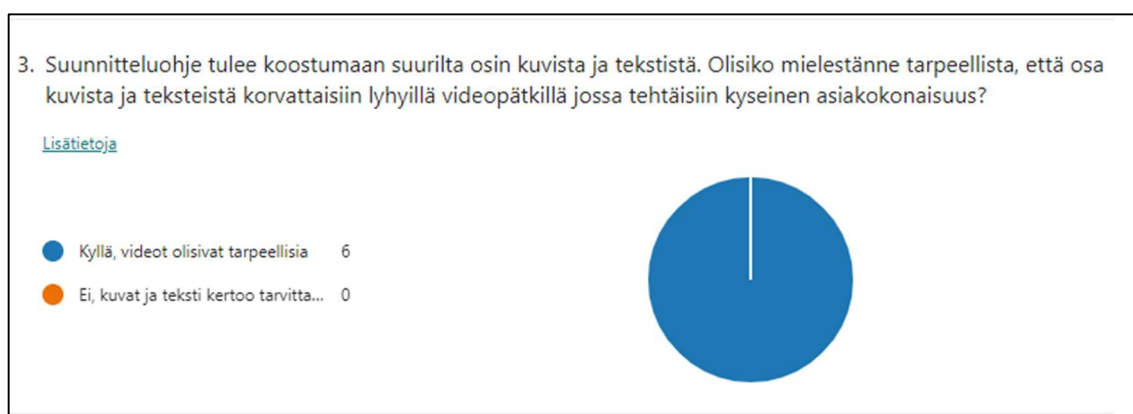
- Tarvitsee erillisen kurssin ohjeen lisäksi

## 7. Kuudes vastaaja

- Malliprojekti
- Tarvitsee erillisen kurssin ohjeen lisäksi

### Kysymys 3

Kuviossa yhdeksän voidaan tarkastella kysymyksen 3 vastausjakaumaa. Tässä kysymyksessä ei ollut epäselvyyksiä, vaan vastaajat olivat täysin yksimielisiä siitä, että ohjevideot olisivat tarpeellisia lisäyksiä ohjeen hyödyllisyyden kannalta.



Kuvio 9. Tutkimushaastattelu 2, haastattelukysymys 3.

### 7.3 Tutkimushaastattelujen johtopäätökset

Tässä kappaleessa vedettiin yhteen tutkimushaastattelujen tuloksia ja sitä, että saatiinko tutkimushaastattelujen avulla vastauksia luvussa 2.2 esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Lähtökohtaisesti voidaan todeta, että tutkimusaineistoa saatiin haastattelujen avulla huomattavan suuri määrä. Aineistoa saatiin niin paljon, että kaikkea ei pystynyt mahdollistamaan lopulliseen suunnitteluohjeeseen, tutkimusaineistoa on siis olemassa runsaasti suunnitteluohjeen jatkokehittämistä varten.

## **Tutkimuskysymys 1**

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä pohdittiin sitä, että miten suunnittelutyötä voidaan kehittää. Tähän kysymykseen pyrittiin saamaan vastauksia erityisesti ensimmäisen tutkimushaastattelun aikana kysymyksessä kuusi. Johtopäätöksenä voitiin todeta, että tutkimushaastatteluun osallistuneet vastaajat listasivat todella hyvin mahdollisia kehityskohteita. Vastaajien listaamia suunnittelua kehittäviä asioita voi tarkastella tarkemmin luvussa 7.1.2, mutta tiivistetysti voidaan todeta, että vastaajat toivoivat suunnittelutyöhön yhtenäistämisoheja, jotta jokainen suunnittelija tekisi suurin piirtein samannäköisiä suunnitelmia. Loppuyhteenvetona voidaan kuitenkin todeta, että ensimmäiseen tutkimuskysymykseen saatiin runsaasti vastauksia.

## **Tutkimuskysymys 2**

Toisessa tutkimuskysymyksessä pohdittiin sitä, että mitä asiakokonaisuuksia suunnitteluohjeen tulisi sisältää. Tätä kysymystä käsiteltiin ensimmäisen tutkimushaastattelun kysymyksissä neljä ja viisi. Kysymyksessä neljä oli vastaajille annettu vaihtoehtoja erilaisista asiakokonaisuuksista, joita oli toimeksiantajayrityksen edustajan kanssa pohdittu ennen tutkimushaastattelujen aloittamista. Kysymyksessä viisi vastaajille annettiin mahdollisuus lisätä omia ehdotuksia kysymyksessä neljä esitettyjen vaihtoehtojen lisäksi. Kysymyksiä neljä ja viisi vastauksia voi tarkastella tarkemmin luvussa 7.1.2. Loppuyhteenvetona voidaan kuitenkin todeta, että vastauksia tähän tutkimuskysymykseen saatiin runsaasti ja tämän kysymyksen vastauksien pohjalta rakennettiin lopullinen suunnitteluohje. Suunnitteluohjeen rakennetta voi tarkastella luvussa 8.1.

## **Tutkimuskysymys 3**

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä pohdittiin sitä, että minkälaisia lähtötietoja aloitteleva suunnittelija tarvitsee. Tätä kysymystä käsiteltiin toisen tutkimushaastattelun kysymyksessä kaksi. Kysymys kaksi oli avoin kysymys, joten siihen ei ollut annettu vaihtoehtoja eri aihekokonaisuuksista. Tutkimushaastattelu 2 oli osoitettu sellaisille suunnittelijoille, joilla ei ollut kokemusta MagiCAD for Revit ohjelmistosta. Kysymyksen kaksi vastauksia voi tarkastella luvussa 7.2.2, mutta tiivistetysti voidaan todeta, että vastaukset koostuivat ihan yleisistä ohjeistuksista sähkösuunnitteluun.

Yhteenvedona voidaan kuitenkin todeta, että tähän tutkimuskysymykseen saatiin vastauksia ja ne toimivat myös osaltaan suunnitteluohjeen rakenteen pohjustamisvaiheessa.

## 8 Suunnitteluohjeen kehittäminen

Tässä kappaleessa käydään läpi suunnitteluohjeen tekemisen prosessi. Tutkimustyön aikana päätettiin, että suunnitteluohjetta ei lisätä opinnäytetyön liitteeksi vaan lopullinen tuotos jää vain toimeksiantajayrityksen sisäiseen käyttöön. Tähän ei ollut syynä salassapitosopimus vaan se, että suunnitteluohje tehdään toimeksiantajayrityksen suunnittelutapojen mukaiseksi, eli se on yksilöity ohje yritykselle ja jollain toisella yrityksellä on todennäköisesti oma tyyliinsä toteuttaa asioita. Tästä kyseisestä syystä tässä opinnäytetyössä selostetaan vain suunnitteluohjeen tekemisen vaiheet.

### 8.1 Suunnitteluohjeen rakenne

Suunnitteluohje päätettiin toteuttaa suurimmaksi osaksi ohjevideoiden avulla. Näiden ohjevideoiden lisäksi ohjeeseen lisättiin kuvia, jos se koettiin tarpeelliseksi. Pyrittiin siis välttämään turhien kuvien määrää. Tarpeellisesta kuvasta esimerkkinä voisi olla esimerkiksi joidenkin parametrien täyttö tietokenttään. Kuvien ja videoiden lisäksi ohjeeseen tuli tekstiä tarpeen mukaisesti.

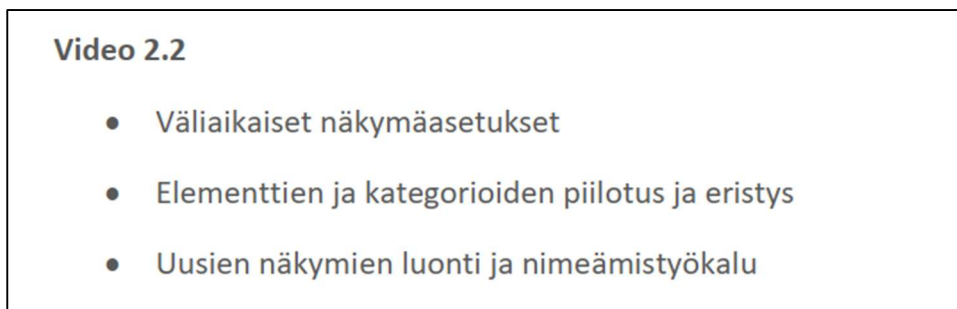
<b>OPINNÄYTETYÖ, AMK</b>	
<b>SISÄLLYSLUETTELO</b>	
1	Rakenne ..... 3
2	Ohjelmiston esittely..... 4
3	Projektin aloitus..... 5
4	Kaapelihyllyt ja keskukset ..... 6
5	Pistorasiat ja power ryhmät ..... 7
6	Tagit ..... 8
7	Objektien sijoittelu ..... 9
8	Kaapelointi ..... 10
9	Sekalaista ..... 11
10	Tulostus..... 12
11	Liitteet ..... 13

Kuvio 10. Suunnitteluohjeen sisällysluettelo

Kuviossa 10 on ote suunnitteluohjeen sisällysluettelosta. Suunnitteluohjeen aiheet ovat pääotsikkoitu ja aiheita on yhteensä kymmenen kappaletta. Luvussa 1 suunnitteluohjeen rakenne ei ollut suoranaista ohjeistoa vaan siinä kerrottiin yleisesti lukujen rakenne. Suunnitteluohjeen lukujen rakenne oli seuraavanlainen:

### **Videoiden sisältö**

Tämä on luvun pääotsikko ja sen alle kirjoitettiin lyhyt kuvaus luvun sisällöstä. Ohjeeseen lisätty teksti piti lähtökohtaisesti olla tiivistettyä, joten tässä kappaleessa käytiin kaikkien lukuun sisältyvien videoiden sisältö tiivistetysti läpi. Lisäksi kerrottiin, että montako erillistä ohjevideota luku sisältää, ja mitkä ovat videoiden aiheet. Videot numeroitiin sen mukaan, että ensimmäinen numero oli luvun numero ja toinen juokseva numero. Tämä helpotti videoiden lisäämistä suunnitteluohjeen keskelle. Kuviossa 11 on yksi esimerkki videon sisällön kuvauksesta.



Kuvio 11. Esimerkki suunnitteluohjevideon sisällöstä.

### **Lukuun liittyvät videot**

Tässä kappaleessa kerrottiin ohjevideoiden nimet. Suunnitteluohjeen videot ladattiin erilliseen kansioon ja niihin viitattiin tässä kappaleessa. Ohjevideot nimettiin samalla tavalla tässä, kuin niille tarkoitettussa kansiossa. Lisäksi ohjevideon nimen perään lisättiin videon suurpiirteinen kesto aika minuuteissa. Kuviossa 12 on esimerkki luvun kaksi sisältävien ohjevideon nimeämisestä.

### LUKUUN LIITTYVÄT VIDEOT

*Video 2.1, ohjelmiston esittely. Kesto aika noin 7 minuuttia.*

*Video 2.2, näkymien hallinta. Kesto aika noin 5 minuuttia.*

*Video 2.3, työkalut. Kesto aika noin 4 minuuttia.*

Kuvio 12. Esimerkki suunnitteluohjevideoiden nimeämisestä.

### Lisähuomiot

Tähän kappaleeseen lisättiin jälkikäteen suunnitteluohjetta tukevaa ohjeistusta. Tarvittaessa videoiden sisältöä myös tarkennettiin tai korjattiin tässä kappaleessa. Tässä kappaleessa myös viitattiin liitteisiin tulevia kuvakaappauksia. Ohjeen selkeyden vuoksi kaikki ohjetta tukevat kuvakaappaukset lisättiin ohjeen loppuun liitteiksi, ja niihin viitattiin tässä kappaleessa.

## 8.2 Suunnitteluohjeen sisältö

Suunnitteluohjeen rakenteen esittelyn jälkeen käydään läpi kaikki ohjevideoita sisältävät pääluvut ja niiden sisältö tiivistetysti. Suunnitteluohjeen päälukuja oli yhteensä yhdeksän kappaletta ja ne olivat ohjelmiston esittely, projektin aloitus, kaapelihyllyt ja keskukset, pistorasiat ja power ryhmät, tagit, objektien sijoittelu, kaapelointi, sekalaista sekä tulostus. Suunnitteluohjeeseen sisältyi yhteensä 27 erillistä ohjevideota ja kuviossa 13 on esitetty kaikki videot otsikkotasolla.

- 📺 Video 2.1, ohjelmiston esittely
- 📺 Video 2.2, näkymien hallinta
- 📺 Video 2.3, työkalut
- 📺 Video 3.1, projektin aloitus
- 📺 Video 3.2, valaisimen lisäys
- 📺 Video 4.1, keskuksen lisäys
- 📺 Video 4.2, keskusraja
- 📺 Video 4.3, hyllyreitit mallinnus
- 📺 Video 4.4, hyllyreitit muokkaus
- 📺 Video 4.5, pystykourun mallinnus
- 📺 Video 5.1, symbol organisering
- 📺 Video 5.2, power ryhmittely
- 📺 Video 5.3, power ryhmän muokkaus
- 📺 Video 6.1, korkomerkit
- 📺 Video 6.2, etuliite korkotietoon
- 📺 Video 6.3, valaisinpositiot
- 📺 Video 6.4, muut tekstit
- 📺 Video 7.1, modelgroup ja detailgroup
- 📺 Video 7.2, valaisimien sijoittelu
- 📺 Video 7.3, filtterin hyödyntäminen
- 📺 Video 8.1, automatic wiring
- 📺 Video 8.2, ryhmämerkintä
- 📺 Video 8.3, kaapelointi
- 📺 Video 9.1, datarasioiden numerointi
- 📺 Video 10.1, tulostusasetukset
- 📺 Video 10.2, tulostaminen
- 📺 Video 10.3, legendat

Kuvio 13. Suunnitteluohjevideot.

### Ohjelmiston esittely

Toinen luku sisälsi ohjelmiston esittelyä täysin uusille suunnittelijoille, sekä yleisimpien työkalujen ja työtapojen esittelyä. Luvussa käytiin ohjelmiston projektipuun rakenne läpi ja perehdyttiin näkymien käyttöön ja niiden lisäämiseen. Lisäksi luvussa käytiin läpi sähkö- ja teleobjektien siirrot, kopiointit, pyöritykset sekä asetteluun liittyvät toimenpiteet läpi. Tämä luku sisälsi yhteensä kolme erillistä suunnitteluohjevideota, ja niiden kokonaiskesto-aika oli noin 15 minuuttia.

## **Projektin aloitus**

Kolmas luku käsitteli uuden projektin perustamiseen liittyvien toimenpiteiden oikeaoppista suorittamista. Luvussa käytiin muun muassa läpi arkkitehtikuvan linkittäminen projektille, korkotietojen korjaaminen oikeiksi, sekä projektitiedoston eli datasetin liittäminen projektiin. Lisäksi luvussa käytiin läpi uuden valaisimen lisääminen projektitiedostoon, eli toisin sanoen ohjeistusta datasetin muokkaamisesta. Luvussa oli kaksi erillistä suunnitteluohjevideota, ja niiden kokonaiskestoaja oli noin 10 minuuttia.

## **Kaapelihyllyt**

Neljäs luku käsitteli kaapelihyllyn mallintamiseen liittyvää ohjeistusta. Kappaleessa mallinnettiin kaapelihyllyreitti ensimmäisen ja toisen kerroksen välille, jotta saataisiin myös pystyhyllyn piirto mukaan ohjeeseen. Tämän lisäksi tehtiin kuitenkin erillinen video pystykourun mallintamisesta. Lisäksi lukuun lisättiin ohjevideo kaapelihyllyreitien muokkaamisesta sen mallintamisen jälkeen.

## **Keskukset**

Neljännessä luvussa käytiin myös keskuksien lisääminen läpi. Ohjevideoissa lisättiin projektille pääkeskus ja linkitettiin sen alle kaksi ryhmäkeskusta. Tämän lisäksi kahdelle ryhmäkeskukselle piirrettiin keskusraja, josta tehtiin erillinen ohjevideo. Kolmas pääluku sisälsi yhteensä viisi erillistä suunnitteluohjevideota ja niiden kokonaiskestoaja oli noin 15 minuuttia.

## **Pistorasiat**

Viidennessä luvussa käytiin läpi pistorasioiden mallintaminen sekä niiden mallintamiseen käytettävä symbol organiser työkalu. Työkalulla voitiin siirtää 2D-symbolit erilleen, sen jälkeen kun ne mallinnettiin 3D-symbolit vierekkäin. Luvussa mallinnettiin pistorasioita vaakakouruun vierekkäin sekä pystykouruun päällekkäin.

## Power ryhmät

Viidennessä luvussa käytiin myös läpi mallinnettujen pistorasioiden power ryhmittely. Tämä tarkoitti sitä, että kaikki pistorasiat, valaisimet, kytkimet, jakorasiat sekä muut objektit piti linkittää keskuksen alle Revitin omaan power ryhmään. Luvussa käytiin myös läpi jo olemassa olevan power ryhmän muokkaaminen, eli objektien lisääminen ryhmään ja poistaminen ryhmästä. Viides luku sisälsi yhteensä kolme erillistä suunnitteluohjevideota ja niiden kokonaiskestoaiika oli noin 6 minuuttia.

## Tagit

Kuudennessa luvussa ohjeistettiin erilaisten tagien käyttöä erinäisissä tilanteissa. Luvussa muokattiin olemassa olevaa korkotietotagia ja muokattiin se älykkääksi, eli tagin arvo muuttuu, kun pistorasian korkoa muutetaan. Lisäksi ohjeistettiin etu- sekä jälkiliitteiden lisäämistä tagin lukeman parametrin eteen. Korkotagin lisäksi luvussa käsiteltiin valaisinpositioiden lisäämistä tehokkaasti, keskuksien nimeämistä viiteviivalla sekä vapaamuotoisen tekstin lisäämistä viiteviivalla. Kuudes luku sisälsi yhteensä neljä erillistä suunnitteluohjevideota ja niiden kokonaiskestoaiika oli noin 11 minuuttia.

## Objektien sijoittelu

Seitsemännessä luvussa käytiin läpi objektien sijoitteluun liittyvää ohjeistusta läpi. Tässä luvussa käytiin läpi objektien ryhmittelyyn liittyvät model group sekä detail group sekä niiden yhteiskäyttö. Lisäksi luvussa käytiin läpi valaisinten sijoittelua, ja siihen liittyviä sijoittelutyökaluja define area ja draw line. Lukuun sisällytettiin myös lyhyt vinkkivideo siitä, että miten filter-työkalua voi hyödyntää, kun ryhmittelee montaa valaisinta kerralla. Seitsemäs luku sisälsi yhteensä kolme erillistä suunnitteluohjevideota, ja niiden kokonaiskestoaiika oli noin 10 minuuttia.

## Kaapelointi

Kahdeksannessa luvussa käsiteltiin kaapelin piirtämiseen liittyvää ohjeistusta läpi. Luvussa käytiin kaapeloinnin piirtämisen osalta vapaa käsin piirtäminen läpi sekä valmiin power ryhmän

automaattinen kaapelointi läpi. Lisäksi luvussa käsiteltiin ryhmämerkinnän käyttöä ja sen muokkaamista siten, että sillä voidaan lukea power ryhmän ryhmänumeroa. Luvussa kaapelointiin valaisimia, pistorasioita sekä kytkimiä ja power ryhmään liitettiin kaapelin piirtämisen yhteydessä jakorasioita. Viimeisenä asiana luvussa käytiin läpi johdinmerkintöjen poistaminen mahdollisimman tehokkaasti sekä nopeasti. Kahdeksas luku sisälsi yhteensä kolme erillistä suunnitteluohjevideota, ja niiden kokonaiskestoaja oli noin 15 minuuttia.

### **Sekalaista**

Yhdeksänteen päälukuun päätettiin lisätä sellaiset asiat, jotka eivät lokeroituneet mihinkään päälukuun, mutta niistä ei myöskään ollut järkevää tehdä omaa päälukuaan. Tähän lukuun tuli kuitenkin vain yksi suunnitteluohjevideo, joka käsitteli automaattisen numeroinnin työkalua ja esimerkiksi käytettiin datarasioiden automaattista numerointia. Suunnitteluohjevideo kesti tässä luvussa noin 6 minuuttia.

### **Tulostus**

Kymmenennessä luvussa käsiteltiin tulostamiseen liittyvää ohjeistusta. Luvussa käytiin tulostamiseen liittyvät käsitteet ja työkalut läpi. Edellä mainittuja käsitteitä olivat esimerkiksi sheet, print-näkymä sekä dependent-alinäkymä. Luvussa käytyjä tulostamiseen liittyviä työkaluja on esimerkiksi scope-box sekä legend tool. Lisäksi luvussa käytiin läpi otsikkotaulun tietojen muokkaaminen käsin, sekä mahdollisen M-files linkityksen tekeminen. Tulosteeseen lisättiin myös sivunlaitaan heikko- sekä vahvavirtalegendat. Kymmenes luku piti sisällään yhteensä kolme erillistä suunnitteluohjevideota, ja niiden kokonaiskestoaja oli noin 20 minuuttia.

## **8.3 Suunnitteluohjeen kehitysosio**

Yhtenä tämän opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä suunnitteluohjeen rinnalle kehittävä osio, jossa pyrittäisiin kehittämään suunnittelutyötä MagiCAD for Revit ohjelmistolla. Opinnäytetyöprosessin aikana päädyimme kuitenkin toimeksiantajayrityksen edustajan kanssa sellaiseen lopputulemaan, että mitään konkreettista lopputulosta kehittävästä osiosta ei tulla lisäämään ohjeeseen. Tähän vaikutti eniten se, että ylipäätään suunnittelua kehittävä työ on hidasta toteuttaa, ja sitä ei voinut tehdä itsenäisesti, toisin kuin suunnitteluohjeen. Kehittävään työhön tulisi siis sisällyttää useampia

suunnittelijoita sekä kehitysryhmän edustajia. Tässä opinnäytetyössä saatiin kuitenkin tutkimustietoa kehitettävistä kohteista, eli opinnäytetyö toimii lähtölaukaisuna kehittäväälle työlle.

Käydään seuraavaksi tutkimushaastattelujen aikana ilmenneitä kehityskohteita, joita voisi tulevaisuudessa lähteä kehittämään. Kehittävää osiota varten oli luotu tutkimuskysymys ennen tutkimustyötä, ja sen vastauksien analysointia voi tarkastella luvussa 7.3. Listataan alapuolelle muutama vaihtoehto suunnittelua kehittävästä asiakokonaisuuksista.

- Granlundin suunnittelutapa. Tämä tarkoittaisi sitä, että suunnittelua yhtenäistettäisiin esimerkiksi näkymien hallinnan ja näkymässä olevien elementtien suodatuksen osalta.
- Revitin power ryhmien vieminen autocadiin ja pääkaavion piirtäminen siellä. Tämä on ehdottomasti yksi tärkeimmistä kehityksen kohteista ja ilmeisesti seuraavassa vuosiversiossa tämä on jollain tavalla entistä helpompaa.
- Erilaisten parametrien käytön vakioiminen. Tämä tarkoittaisi sitä että sovittaisiin yhteisesti, että missä tilanteissa erilaisia parametreja käytetään ja millä tavalla niitä hyödynnetään. Tämä lisäisi myös suunnitelmien yhdenmukaisuutta.

## 9 Pohdinta

Tässä luvussa pohditaan opinnäytetyöprosessia. Luvussa käydään läpi johdannossa esitetyt tavoitteet, miten tavoitteet täyttyivät, ja mitä tuloksia opinnäytetyön lopussa saatiin. Lopuksi myös pohditaan sitä, että miten opinnäytetyö onnistui kokonaisuutena ja täyttikö se opinnäytetyölle asetetut tavoitteet myös toimeksiantajayrityksen näkökulmasta.

### 9.1 Tulosten tarkastelu ja tavoitteet

#### Tietoperustan osalta

Tämän työn tietoperustan kirjoittamiseen ei liittynyt erillisiä tavoitteita, eikä tietoperustalla ollut erityistä roolia suunnitteluohjeen tekemisessä. Tietoperustan rooli oli tässä opinnäytetyössä työn taustaa tukevaa, jotta lukija ymmärtäisi, että mihin tarkoitukseen yleensä kyseisestä ohjelmistoa käytetään. Tietoperustan kirjoittaminen oli tässä työssä haasteellista, koska aivan suoraan aiheeseen liittyvää teoriaa ei oikeastaan ollut. Tietoperustaa voi itsessään pitää pienenä epäonnistumisena, koska esimerkiksi lähteiden käyttö oli suppeaa ja osalle tietoperustan sisällölle ei ollut kovin suurta painoarvoa, jos ajatellaan työtä kokonaisuutena. Kokonaisuutena voidaan siis todeta, että tietoperustaan kirjoitettu teksti oli itsessään informatiivista ja järkevää, mutta se ei tukenut kovinkaan paljoa suunnitteluohjeen kehittämistä.

#### Tutkimustyön osalta

Tämän työn tutkimus- ja kehittämisosudelle luotiin kolme kappaletta tutkimuskysymyksiä. Tutkimuskysymykset luotiin opinnäytetyön tavoitteiden pohjalta ja ne esitettiin luvussa 2.2. Tutkimuskysymyksien pohjalta luotiin kaksi erillistä tutkimushaastattelua, joissa luotiin pohjaa suunnitteluohjeen rakenteelle. Tutkimushaastattelut onnistuivat loistavasti, ja tutkimustietoa saatiin runsaasti. Tutkimuskysymyksien vastauksien analysointia käytiin tarkemmin läpi luvussa 7.3. Kokonaisuudessa voidaan kuitenkin todeta, että tutkimuskysymyksien ja ylipäätään tutkimus- ja kehittämistyön osalta opinnäytetyö onnistui hyvin. Pienenä epäonnistumisena voidaan kuitenkin pitää sitä, että suurin osa tutkimushaastattelujen aikana saaduista tuloksista ei päätnyt lopulliseen suunnitteluohjeeseen. Tämä johtui kuitenkin siitä, että suunnitteluohjeen pituus haluttiin pitää

järkevänä, eikä siihen ollut mitään mahdollisuutta sisällyttää kaikkea tutkimustyön aikana esiin nousseista asioista.

### **Suunnitteluohjeen osalta**

Tälle opinnäytetyölle asetetut tavoitteet kohdistuivat suunnitteluohjeen kehittämiseen. Johdannossa esitetyt tavoitteet olivat suunnitteluohjeen ja siihen liitetyn kehittävän osion tuottaminen ja kehittäminen. Suunnitteluohjeen rakenne esiteltiin luvussa kahdeksan ja voidaan todeta, että se onnistui hyvin. Suunnitteluohjeeseen saatiin loppujen lopuksi paljon asiaa, ja suurin osa siinä olevasta tiedosta on perussuunnittelijan tarpeita vastaavaa, eli liiallinen hifistely suunnitteluohjeen sisällön osalta onnistuttiin sulkemaan pois. Opinnäytetyön kehittävään osuuteen liittynyt tavoite muuttui tutkimustyön aikana. Tutkimustyön aikana tultiin toimeksiantajayrityksen edustajan kanssa siihen loppupäätelmään, että mitään konkreettista osiota kehittävistä toiminnoista ei tulla tekemään. Tähän oli perusteltuja syitä ja niitä käytiin tarkemmin läpi luvussa 8.3. Muuttuneen tavoitteen huomioon ottaen voidaan todeta, että kaikki opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät.

### **Opinnäytetyön onnistuminen**

Opinnäytetyön onnistumista pohdittaessa on tärkeää ottaa huomioon myös toimeksiantajan lausunto opinnäytetyöstä. Kokonaisuudessaan voidaan todeta, että opinnäytetyö onnistui hyvin. Suuremmilta epäonnistumisilta pystyttiin välttymään ja opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät myös toimeksiantajayrityksen puolesta. Opinnäytetyön onnistumista korostaa se, että kaikki opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät ja kaikkiin tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön prosessia voidaan pitää erittäin hyvin onnistuneena, mutta pienenä miinuksena tietoperustan suppeus, minkä syitä käytiin tarkemmin läpi tämän luvun alkupuolella.

## **9.2 Tuloksien hyödyntäminen**

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi suunnitteluohje, joka on kaikkien yrityksen työntekijöiden saatavilla PDF-, sekä Word-tiedostona. Suunnitteluohjeessa esitetyt ohjevideot ovat erillinen kokonaisuus ja niitä syntyi yhteensä 27 kappaletta ja videot ovat myös kaikkien yrityksen työntekijöiden

saatavilla. Lisäksi lopputuloksena syntyi esimerkkiprojekti, johon tehtiin suunnitteluohjeissa esitetyt toimenpiteet.

Suunnitteluohjetta tulisi mielestäni hyödyntää siinä tilanteessa, kun uusia suunnittelijoita yritetään ajaa sisään Revit ohjelmistoon. Ohjelmisto on ensikosketuksessa hieman sekavanoloinen ja perustyökalutkin voi alussa olla hukassa. Tämän takia yksi ensimmäisistä suunnitteluohjeen aiheista oli ohjelmiston ja yleisimpien työkalujen esittely. MagiCAD järjestää myös omia koulutuksia ja suositelen uusia suunnittelijoita osallistumaan myös siihen. Koulutuksessa täytyy kuitenkin muistaa, että Granlundin käyttämä template-tiedosto eroaa hieman siitä, mitä MagiCAD:in kouluttaja käyttää. Suunnitteluohjeeseen on poimittu myös koulutuksesta tärkeimmät perussuunnittelua tukevat asiakokonaisuudet ja ne on esitetty paljon lyhyemmin ja tiivistetympin, mitä kyseisellä kolmen päivän kurssilla.

### **9.3 Jatkokehitystarpeet**

Suunnitteluohjeelle olisi erittäin tarpeellista saada jatkokehitystä ja sen ajantasaisuuden varmistamiseksi pitäisi ohjetta päivittää ja tarkistaa säännöllisin aikaväleihin. Säännöllinen aikaväli ohjeen ajantasaisuuden tarkistamiselle voisi olla kerran vuodessa, uuden ohjelmistoversion käyttöönoton jälkeen. Yksinään uusien ohjelmistoversioiden julkaiseminen voi aiheuttaa sen, että jokin ohjeessa esitelty asia ei toimi enää niin kuin alun perin oli tarkoitettu.

Suunnitteluohjeen jatkokehitystä varten tutkimushaastatteluissa saatiin paljon tietoa siitä, että mitä muuta ohjeeseen voisi sisällyttää. Mahdollisia lisättäviä asiakokonaisuuksia on jo tutkimustyön osalta tiedossa. Jatkokehitystä varten, tutkimustuloksia voi tarkastella luvussa 7.1.2. Suunnitteluohjeeseen olisi myös tarpeellista lisätä osio, jossa käytäisiin läpi eri ohjelmistojen yhteiskäyttöä. Ohjelmistojen yhteiskäyttöä koskevat ohjeistukset rajattiin tämän opinnäytetyön aihealaajuudesta pois.

Suunnitteluohje rakennettiin sillä tavalla, että sen laajentaminen ja kehittäminen olisi mahdollisimman helppoa. Suunnitteluohjevideot numeroitiin luvun ja juoksevan numeron mukaan eli yhteen lukuun mahtuisi yhdeksän erillistä videota. Tämä helpottaa esimerkiksi sitä, että jos halutaan lisätä ohjevideo keskelle ohjetta niin ei tarvitse uudelleen numeroida kaikkia muita videoita suunnitteluohjeen alusta ja lopusta. Tilanteessa, jossa ohjevideoita olisi yhdessä luvussa yli yhdeksän

voidaan ottaa käyttöön kolmas numero ja tässä tilanteessa uudelleen numerointia ja aiheiden rajaamista tapahtuisi vain muutosta koskevan luvun sisällä.

## **9.4 Opinnäytetyön tarkastelu**

Tässä luvussa pohditaan opinnäytetyön luotettavuutta ja eettisyyttä. Luotettavuustarkastelu on hieman haasteellista toteuttaa suunnitteluohjeelle, koska siihen ei sisälly teoriapohjaista tietoa.

### **Luotettavuustarkastelu**

Opinnäytetyön luotettavuutta pyrittiin varmistamaan sillä, että käytetyt lähteet olisivat mahdollisimman luotettavia ja Suomessa tunnettujen organisaatioiden teoksia tai tutkielmia. Etenkin tietoperustassa käytetyt RT-ohjekortit ovat luotettava lähde. Suunnitteluohjeen luotettavuustarkastelu oli helppo tarkistaa, koska suunnitteluohjeen sisältöön ei vaikuttanut mikään teoriapohjainen asia-sisältö. Suunnitteluohje perustui ohjelmistoon liittyviin ohjeistuksiin ja ainoa luotettavuustarkastelu sen osalta on se, että kuinka oikeellista tietoa ohjeissa käsitellään. Ohjevideoiden oikeellisuudesta varmennus saatiin toimeksiantajan lausunnossa, jossa todettiin, että ohjevideot ovat kattavia.

### **Eettisyystarkastelu**

Tämä opinnäytetyö oli ennen kaikkea asialähtöinen, eikä ihmislähtöinen, joten eettisyyden tarkastaminen oli suhteelliseen tarkistaa. Työssä pyrittiin noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkimushaastattelut toteutettiin anonyyminä, eli arkaluontoisia henkilötietoja ei tutkimustyön aikana käytetty. Eettisyyden tarkasteluun liittynyt sopimuksien ja muiden asiakirjojen täyttö opinnäytetyön aikana oli tehty onnistuneesti. Opinnäytetyön alussa allekirjoitettiin opinnäytetyösopimus ja sen jakelu tapahtui työn jokaiselle osapuolelle.

## Lähteet

Arksystems. Revit. N.d. Artikkele Arksystems:n verkkosivuilla. Viitattu 18.3.2023.  
<https://www.arksystems.fi/tuotteet/revit/?cn-reloaded=1>.

Astbury, J. Architects do it with models. The architectural review. 2014. Verkkootikkele 25.2.2014. Viitattu 19.11.2022. <https://www.architectural-review.com/essays/architects-do-it-with-models-the-history-of-architecture-in-16-models>.

BIM ja tietomallit rakentamisessa. 2022. Artikkele Solibrin verkkosivuilla 24.3.2022. Viitattu 20.12.2022. <https://www.solibri.com/fi/ajankohtaista/bim-ja-tietomallit-rakentamisessa>.

Computer History. Evans and sutherland computer corporation. N.d. Verkkootikkele. Viitattu 4.12.2022. <https://www.computerhistory.org/brochures/d-f/evans-and-sutherland-computer-corporation/>.

Granlund. 2021. Granlund Jyväskylä Oy. Julkaisu Granlundin verkkosivuilla. Viitattu 22.2.2023. <https://www.granlund.fi/sijainti/jyvaskyla/>.

History Computer. The history of the sketchpad computer program – A complete guide. 2022. Verkkootikkele 4.1.2022. Viitattu 4.12.2022. <https://history-computer.com/sketchpad-guide/>.

Junnonen, J-M., Kankainen, J. 2020. Rakennuttaminen. Viitattu 5.11.2022.

Kehityshankkeet tuovat yhteen toimivaa tietoa rakentamisalalle. 2021. Uutinen valtioneuvoston verkkosivuilla 17.5.2021. Viitattu 14.11.2022. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/kehityshankkeet-tuovat-yhteentoimivaa-tietoa-rakentamisalalle>.

MagiCAD. MagiCAD Electrical. N.d. Artikkele MagiCAD:n sivuilla. Viitattu 18.3.2023. [https://www.magicad.com/fi/mc\\_software/magicad-electrical/#overview](https://www.magicad.com/fi/mc_software/magicad-electrical/#overview).

RT 10-11069. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4 talotekninen suunnittelu. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 30.1.2023. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto.

RT 10-11224. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 14.2.2023. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto.

RT 10-11290. 2017. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE 18. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 5.12.2022. <https://janet.finna.fi/>, RT-kortisto.

Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset uudistuivat ja laajenivat. 2012. Uutinen rakennuslehden verkkosivuilla 27.3.2012. Viitattu 19.11.2022. <https://www.rakennuslehti.fi/2012/03/senaatti-kiinteistojen-tietomallivaatimukset-uudistuivat-ja-laajenivat/>.

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere. Viitattu 5.12.2022

Ufo3D. History of 3D modeling: From Euclid to 3D-printing. 2019. Verkkoartikkeli 14.6.2019. Viitattu 4.12.2022. <https://ufo3d.com/history-of-3d-modeling/>.