



# Valaistussuunnittelu ja valaistuslaskentaohjelmien käyttäminen tietomalliprojektissa

Jere Järvinen

OPINNÄYTETYÖ  
2021

Talotekniikka  
Sähköinen talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikka  
Sähköinen talotekniikka

JÄRVINEN JERE:

Valaistussuunnittelu ja valaistuslaskentaohjelmien käyttäminen tietomalliprojektissa

Opinnäytetyö 70 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Huhtikuu 2021

---

Tietomallien käyttäminen ja tietomallinnus on koko ajan yleistynyt rakennusteollisuudessa. Opinnäytetyön aihe kehitettiin Winled Oy:n toimeksiannosta tutki-  
maan valaistuslaskentaohjelmien ominaisuuksia toimia tietomallien kanssa yhteistyössä. Eri valaistuslaskentaohjelmilla on erilaisia tapoja toimia tietomallien kanssa ja työssä oli tarkoitus vertailla niiden soveltuvuutta valaistussuunnitteluun tietomalliprojekteissa. Vertailtavat valaistuslaskentaohjelmat työssä olivat Revit-ohjelman lisäosat Elumtools sekä ReluxCad for Revit ja erillisinä valaistuslaskentaohjelmoina toimivat ReluxDesktop sekä Dialux Evo. Tiedonhankkimisen osana teetettiin myös arkkitehti- ja suunnittelutoimistoille sähköpostikysely koskien valaistussuunnittelua tietomalliprojekteissa. Lopullisena tavoitteena oli luoda toimintamalli valaistussuunnittelijalle, jonka avulla voi päättää, mitä ohjelmaa haluaa projektissa käyttää valaistussuunnittelussa.

Toimintamallin luomiseksi työssä tehtiin valaistussuunnitelma eri valaistuslaskentaohjelmilla. Toimintamallin muodostamisessa apuna käytettiin myös teetettyä sähköpostikyselyä arkkitehti- ja suunnittelutoimistoille. Ohjelmien vertailun, tehtyjen valaistussuunnitelmien ja teetetyn kyselyn avulla muodostettiin toimintamalli valaistussuunnittelijalle. Toimintamallissa valaistuslaskentaohjelma valitaan sen perusteella, suunnitellaanko tietomalli Revit-ohjelmalla vai onko käytössä jokin muu ohjelma, jolla saa luotua IFC-tiedoston. Suunnitteluohjelman ollessa Revit, valitaan käytettäväksi Relux-ohjelmat ja muussa tapauksessa valitaan valaistuslaskentaohjelmaksi Dialux Evo.

Sähköpostikyselyn vastauksien ja tehtyjen valaistussuunnitelmien perusteella todettiin valaistuslaskentaohjelmien olevan vielä kehitysvaiheessa tietomallien kanssa. Ohjelmilla on monia hyviä ominaisuuksia, mutta kehitettävää löytyy jokaisesta työssä käytetystä ohjelmasta. Kyselyn vastauksien perusteella kehitys valaistuslaskentaohjelmiin, kuin myös itse valaistussuunnitteluun on toivottua tietomalliprojekteissa. Vertailun voisi tehdä uudestaan sen jälkeen, kun Dialux Evo-ohjelmaan tulee mahdollisuus viedä IFC-tiedosto toiseen ohjelmaan. Vientiominaisuuden avulla tulokset saattaisivat suosia Dialux Evoa vertailussa.

---

Asiasanat: tietomalli, valaistussuunnittelu, valaistuslaskentaohjelma

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
Electrical Building Services Engineering

JÄRVINEN JERE:

Lighting Design and Using Lighting Design Software in BIM

Bachelor's thesis 70 pages, appendices 2 pages

April 2021

---

The global and national Building Information Model (BIM) market is growing constantly and to collaborate with it, requires more and more from lighting design software. The purpose of this study was to investigate the possibilities of lighting design software to work with BIM. The work was commissioned by Winled Oy.

The aim of this final year study was to examine how lighting design works in BIM. The intention was also to provide lighting designers an operation model of which software to use in BIM projects.

The theoretical section explains how BIM works and how lighting design is done in a BIM project. The empirical part consisted of making lighting designs with three different design softwares, Elumtools, Relux and Dialux Evo, and comparing them. Data sources for this study include, for example, software developers' websites, articles, and various blogs. An email survey was also conducted for a number of architecture companies.

As the result of the interviews and the lighting designs, it was found that the best softwares for the operation model were Relux and Dialux Evo. The interviews also revealed that co-operation between the software and BIM is very important, and the need for it is growing. Therefore, it would be interesting to re-compare these lighting design softwares after Dial brings an option to export IFC files from Dialux Evo to other softwares. After this opportunity, the results may favor Dialux Evo.

---

Key words: BIM, lighting design, lighting design software

## SISÄLLYS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO .....  | 7  |
| 2 | TIETOMALLINNUS JA VALAISTUSSUUNNITTELU .....  | 9  |
|   | 2.1 Tietomallinnus .....  | 9  |
|   | 2.2 Valaistussuunnittelu .....  | 12 |
|   | 2.2.1 Lähtötiedot .....   | 12 |
|   | 2.2.2 Suunnitteluvaihe .....  | 14 |
|   | 2.2.3 Lopputulos .....  | 15 |
|   | 2.3 Valaistussuunnittelu ja tietomalliprojekti .....  | 16 |
|   | 2.3.1 Tietomallissa suunnittelu valaistussuunnittelijana .....  | 16 |
|   | 2.3.2 Valaistuslaskentaohjelmistojen ja tietomallin yhdistämisen<br>kehittäminen .....                                  | 17 |
| 3 | VALAISTUSLASKENTAOHJELMAT JA NIIDEN YHDISTÄMINEN<br>TIETOMALLIIN .....  | 19 |
|   | 3.1 Revit ja Elumtools .....  | 19 |
|   | 3.1.1 Ohjelmien ominaisuudet .....  | 20 |
|   | 3.1.2 Ohjelman yhteensopivuus tietomalliin .....  | 23 |
|   | 3.2 Relux ohjelmat .....  | 24 |
|   | 3.2.1 Ohjelmien ominaisuudet .....  | 24 |
|   | 3.2.2 Ohjelmien yhteensopivuus tietomalliin .....   | 26 |
|   | 3.3 Dialux Evo .....  | 28 |
|   | 3.3.1 Ohjelman ominaisuudet .....   | 28 |
|   | 3.3.2 Ohjelman yhteensopivuus tietomalliin .....  | 30 |
| 4 | KYSELYTUTKIMUS ARKKITEHTI- JA SUUNNITTELU-TOIMISTOILLE<br>.....   | 32 |
|   | 4.1 Tietomallien ja valaistussuunnittelun nykyinen tilanne .....  | 32 |
|   | 4.2 Kehitysehdotukset ja toiveet tuleviin tietomalliprojekteihin .....  | 34 |
| 5 | CASE OMAKOTITALO: VALAISTUSSUUNNITTELU-<br>TOTEUTTAMINEN TIETOMALLI-KOHTEESEEN ERI<br>VALAISTUSLASKENTAOHJELMILLA ..... | 36 |
|   | 5.1 Suunniteltava kohde .....   | 36 |
|   | 5.2 Revit ja Elumtools .....  | 37 |
|   | 5.2.1 Ohjelman käyttäminen ja yhteistyö tietomallin kanssa .....  | 37 |
|   | 5.2.2 Yhteenveto ohjelmasta .....   | 43 |
|   | 5.3 Relux ohjelmat .....  | 43 |
|   | 5.3.1 Ohjelman käyttäminen ja yhteistyö tietomallin kanssa .....  | 43 |
|   | 5.3.2 Yhteenveto ohjelmasta .....   | 50 |
|   | 5.4 Dialux Evo .....  | 51 |

|   |    |
|---|----|
| 5.4.1 Ohjelman käyttäminen ja yhteistyö tietomallin kanssa.....                                       | 51 |
| 5.4.2 Yhteenvedo ohjelmasta .....   | 56 |
| 5.5 Vertailu ja yhteenvedo valaistuslaskentaohjelmien toimivuudesta tietomallien kanssa.....          | 57 |
| 6 TOIMINTAMALLIN LUOMINEN KYSELYTUTKIMUKSEN JA CASE-KOHTEESEEN TEHTYJEN VALAISTUSSUUNNITELMIEN AVULLA | 59 |
| 6.1 Toimintamalli käytettäessä tietomallin suunnitteluun Revit-ohjelmaa .....                         | 59 |
| 6.2 Toimintamalli käytettäessä jotakin muuta suunnitteluohjelmaa kuin Revit.....                      | 61 |
| 7 POHDINTA .....  | 63 |
| LÄHTEET .....   | 65 |
| LIITTEET .....  | 68 |
| Liite 1. Haastattelukysymykset yrityksille .....  | 68 |
| Liite 2. Toimintamalli .....  | 69 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|         |   |
|---------|---|
| BIM     | Rakennuksen tietomalli  |
| IFC     | Rakennusten tietomallinnuksessa käytettävä standardisoitu digitaalinen kuvaustapa |
| IES     | Yhdysvalloissa yleisesti käytettävä valonjakotiedosto                             |
| LTD     | Euroopassa yleisesti käytössä oleva valonjakotiedosto                             |
| GLDF    | Relux ja Dial yhtiöiden kehittänyt uusi valaisintiedostomuoto                     |
| RDF     | Relux-projektien tiedostomuoto  |
| IFC 2X3 | Yleisesti käytössä oleva vanhempi IFC-tiedostomuoto                               |
| IFC 4   | Uudempi IFC 2X3 tiedoston korvaava IFC-tiedostomuoto                              |
| STF     | Tiedostomuoto, jolla voi siirtää tietoja Cads-ohjelmista Dialux-ohjelmiin         |
| DWG     | Autodesk yhtiön kehittämä tiedostomuoto   |

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää millä tavalla valaistussuunnittelu toteutuu osana tietomallisuunnittelua. Työ keskittyy varsinkin siihen, kuinka valaistuslaskentaohjelmat toimivat yhteistyössä tietomallien kanssa. Tietomallinnus ja tietomallien hyödyntäminen on tärkeä osa nykypäivän rakennusprojekteja. Monilla aloilla tietomallien käyttäminen on yleistynyt ja useissa rakennusprojekteissa vaatimuksena on suunnitella ne tietomallilla. Valaistussuunnittelu on tietomalliprojekteissa usein vaatimatonta ja varsinkin valaistuslaskentaohjelmien toimiminen yhteistyössä tietomallien kanssa on vasta kehittymässä.

Valaistussuunnittelu tehdään usein valaistuslaskentaohjelmilla, jotka toimivat erillisinä ohjelmina. Yleistyvä tietomallinnus lisää kuitenkin tarvetta parempaan ja jatkuvaan yhteistyöhön muiden alojen kanssa. Nykypäivän valaistuslaskentaohjelmilla on erilaisia lähestymistylejä tietomallien kanssa kommunikointiin. Tässä työssä tutkitaan kolmea erilaista valaistuslaskentaohjelmaa, joiden tapa kommunikoida on erilainen tietomallisuunnittelu ohjelmien ja varsinkin Revit-ohjelman kanssa. Valaistuslaskentaohjelmat, joita tässä työssä tutkitaan ovat Revit-ohjelmassa toimivat lisäosat Elumtools ja ReluxCad for Revit sekä erillisinä valaistuslaskentaohjelmina toimivat ReluxDesktop ja Dialux Evo.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää eri valaistuslaskentaohjelmien yhteistyö mahdollisuuksia tietomalliprojektien kanssa. Lisäksi tavoitteena on tuottaa valaistussuunnittelijalle toimintamalli tietomalliprojekteihin. Toimintamallin tarkoitus on kertoa millä ohjelmalla valaistussuunnittelija voi työskennellä tietomalliprojektissa, riippuen mikä suunnitteluohjelma on projektissa käytössä tietomallin luomisessa.

Opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi yleisesti mitä ovat valaistussuunnittelu, tietomalli ja tietomallinnus. Lisäksi teoriaosassa tutkitaan tietomalliprojekteissa tapahtuvan valaistussuunnittelun nykyistä tilannetta ja eri valaistuslaskentaohjelmien ominaisuuksia toimia tietomallien kanssa yhteistyössä. Toimintamalli luodaan eri valaistuslaskentaohjelmilla esimerkkikohteeseen tehtyjen va-

laistussuunnitelmien avulla. Lisäksi toimintamallin luontiin käytetään apuna arkitekhti- ja suunnittelutoimistoille suunnattua sähköpostikyselyä. Kyselyn avulla on tarkoitus saada arvokasta tietoa nykyhetken tilanteesta sekä millä tavalla valaistussuunnittelua tulisi tulevaisuudessa kehittää.

Opinnäytetyö tehdään Winled Oy:n toimeksiannosta. Winled Oy on 2009 vuonna perustettu LED-valaisimiin erikoistunut valaisinvalmistaja, joka tarjoaa asiakkailleen myös 3D-valaistussuunnittelua. Yritys tarjoaa myös tietomalliin pohjautuvaa valaistussuunnittelua. Yrityksen laajasta valaisin valikoimasta löytyy monia erilaisia LED-valaisimia moniin eri tarkoituksiin.



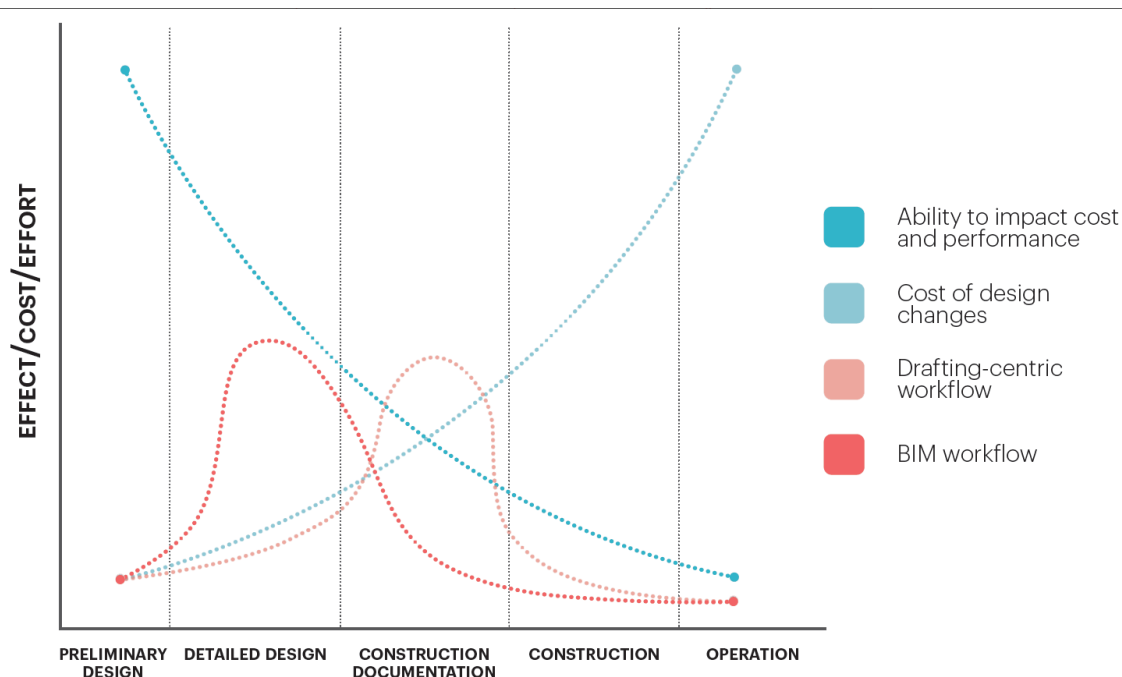
## 2 TIETOMALLINNUS JA VALAISTUSSUUNNITTELU

Tietomallien käyttäminen yleistyy jatkuvasti suunnittelutyössä ja sen tuomia mahdollisuuksia osataan hyödyntää tehokkaammin. Valaistuksen suunnittelu saadaan tietomallinnuksen avulla tuotua projektiin muiden suunnittelualojen hyödynnettäväksi. Perinteisesti valaistussuunnittelu on erillinen osakokonaisuus muuhun projektiin nähden, mutta tietomallinnuksen avulla se saadaan kiinteäksi osaksi projektikokonaisuutta.

### 2.1 Tietomallinnus

Rakennusteollisuuden viimeisin kehityssuunta on rakennusten tietomalli eli BIM (Building Information Model). Sillä tarkoitetaan suunnittelijoiden yhteistyönä tehtävää suunnittelu- rakentamis- ja käyttöprosessia, jossa käytetään normaalien piirustusten sijaan yhtenäistä 3D-virtuaalimallia kyseisestä kohteesta. BIM ei ole silti vain virtuaalimalli kyseisestä kohteesta, sillä BIM-kohteeseen sisältyy suuret määrät informaatiota. Siihen sisältyy erilaisia tietoja esimerkiksi rakennuksesta ja rakenteista sekä myös laitetietoja rakennuksessa olevasta talotekniikasta. Tietomalli edesauttaa myös kaikkien osapuolien samanaikaista tiedonvaihtoa. Aikaisemmin käytössä olleet erilaiset ohjelmat ja erityyppiset tiedostoformaatit ovat olleet haasteellisempia pitää ajan tasalla projektin edetessä. (Magicad n.d.)

BIM-suunnittelulla voidaan suurin osa rakennusprojektin suunnittelusta ja asiakirjojen teosta siirtää huomattavasti aikaisempaan vaiheeseen. (Kuvio 1) Tämän ansiosta hankkeen kannattavuus paranee ja suunnittelun aikana tulleet muutokset ovat huomattavasti edullisempia tehdä. Tietomallin avulla voidaan luoda jo etukäteen erilaisia skenaarioita, ennen kuin virallisia suunnitelmia on edes tehty. Tarkoituksena onkin mallintaa rakennus ensin kokonaan virtuaalisena, jossa voidaan mahdolliset epäonnistumiset ja ongelmakohdat ratkaista jo ennen varsinaisia rakennustöitä.



KUVIO 1. Työmäärän ja kustannusten vaikutus suunniteltaessa tietomallilla verrattuna perinteiseen suunnitteluun (Magicad n.d.)

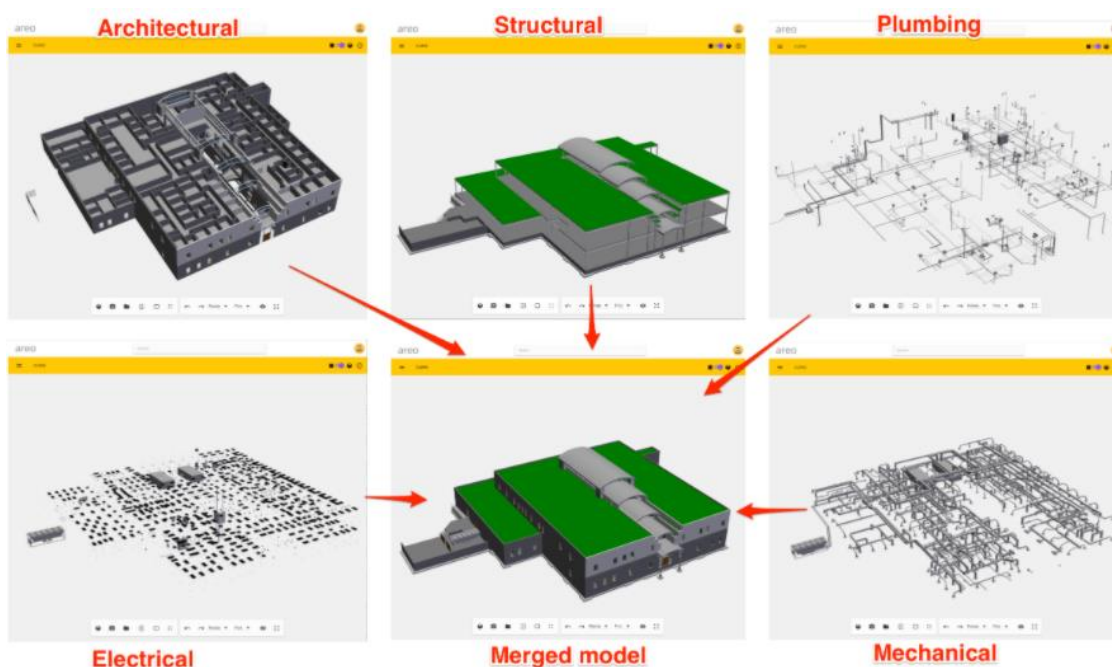
Kuviossa 1 on esitetty aikajanalla rakennushankkeeseen kuluva työmäärä ja kustannukset. Punainen viiva kuviossa kuvaa tietomallina tehtävää projektia ja se siirtääkin suurimman osan suunnittelutyöstä projektin varhaisempaan vaiheeseen verrattuna perinteiseen suunnitteluun. Mahdollisuus vaikuttaa hintaan ja rakennuksen suorituskykyyn eli kuvion sininen viiva on huomattavasti korkeammalla alkuvaiheessa kuin projektin loppupäässä. Mahdollisten muutoksien hinta on siis selvästi pienempi projektin alkupäässä, koska mitään varsinaista rakennustyötä ei ole vielä tehty. Tässä vaiheessa kaikki työ on vasta käynnissä suunnittelupöydällä. (Magicad n.d.)

Rakennusten tietomallinnuksessa käytetään standardisoitua digitaalista kuvaustapaa IFC (Industry Foundation Classes). IFC ei ole valmistajariippuvainen, vaan se tarjoaa yhteisen kuvaustavan tietomallinnuksille, vaikka ne tehtäisiin erilaisilla ohjelmistoilla. IFC-malliin sisältyvät kaikki geometriset- ja rakennustiedot, jotka ovat myös alkuperäisessä BIM-mallissa. Lisäksi se mahdollistaa tietojen siirron alkuperäisestä ohjelmasta toiseen suunnitteluohjelmaan, jossa sitä voidaan käyttää eri alojen omissa suunnitteluissa pohjana. (Grani 2016).

IFC-kirjainyhdistelmää käytetään myös kuvastamaan avointa tiedostoformaattia, jolla tiedostot saadaan katseltavaan muotoon erilaisille katseluohjelmille. Monesti

tästä tiedostoformaattista puhutaan tietomallinnuksen PDF-kuvana. Se on nykyisen tietomallin tämänhetkinen tilanne ja sitä voidaankin pitää vastaavana asiana, kuin normaaleista piirustuksista tulostetut PDF-kuvat. PDF-kuva vertauksella tarkoitetaan sen toimivan kuin PDF-tiedostot toimivat normaaleissa 2D-suunniteluissa. IFC-tiedosto voidaan jakaa kaikille ilman pelkoa, että alkuperäistä mallia muokattaisiin vahingossa. IFC-tiedoston saa auki monilla erilaisella ohjelmilla, kun taas alkuperäistä mallia, joka on tehty tietyssä ohjelmassa tiettyyn tiedostomuotoon, ei yleensä voi avata kuin samalla suunnitteluohjelmalla millä se on tehty. (Majcher 2019.) Eri tekniikan alat tekevät omilla suunnitteluohjelmillaan omat suunnitelmat alkuperäiseen malliin ja lopulta suunnitelmista luodaan alojen omat IFC-tiedostot.

Eri suunnittelualojen tekemät suunnitelmat yhdistetään usein tietomallikoordinaattorin toimesta yhdeksi kokonaisuudeksi, jota kutsutaan nimellä yhdistelmämalli. Yhdistelmämallissa on kaikkien alojen suunnitelmat, joita on tuotettu kyseiseen projektiin. Sitä voidaan tarkastella useilla erilaisilla katseluohjelmilla. (Grani 2016.) Kuvassa 1 on esitettyä yhdistelmämallin luomista sekä millaisia tietoja eri aloilta yhdistelmämalliin tuotetaan.



KUVA 1. Yhdistelmämallin luomista yhdistämällä eri alojen IFC-muotoiset suunnitelmat (Grani 2016.)

Suomessa tehtäviin tietomallinnuskohteisiin on julkaistu julkaisusarja, jonka nimi on ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012” (YTV 2012). Se on luotu esittämään vähimmäisvaatimukset mallinnuksille sekä niiden tietosisällöille. Julkaisusarja määrittelee vain vähimmäisvaatimukset ja projektissa voidaan esittää lisävaatimuksia mallinnuksille. Ohjeistuksissa kaikille aloille on luotu oma dokumenttinsa, jota täytyy noudattaa sopimukseen kirjatulla tavalla yleisten vaatimusten lisäksi. (BuildingSmart 2012.)

YTV 2012 julkaisusarjaan on suunnitteilla päivitys, jota on valmisteltu työnimellä ”YTV 2020”. Kyseinen julkaisusarja päivittäisi vanhat tietomallivaatimukset nyky päivään sopiviksi ja korjaisi suuret puutteet, joita nykyinen julkaisusarja sisältää. (BuildingSmart 2021.)

## **2.2 Valaistussuunnittelu**

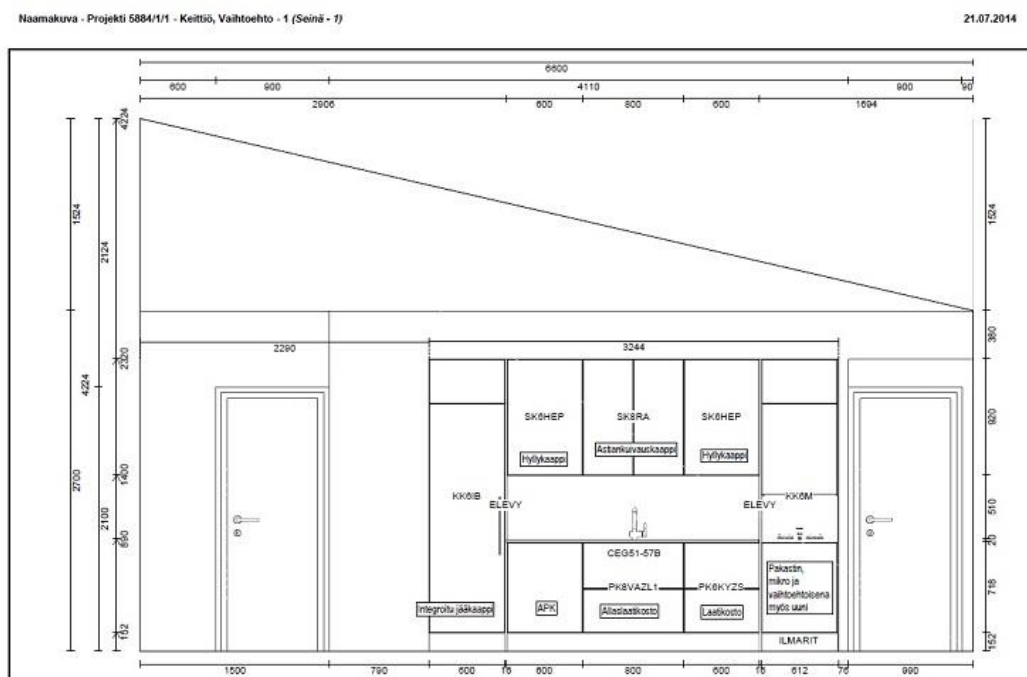
Valaistussuunnittelu on osa sähkösuunnittelua, jossa keskitytään vain valaistukseen ja siihen, että saadaan valaistuksesta asiakasta miellyttävä sekä standardien mukainen. Suunnittelun tärkeimpänä lähtökohtana on tietää valaistuksen tavoitteet sekä mitä halutaan valaista ja millä tavalla. (ST 58.04 2017.)

Valaistussuunnittelua tehtäessä huomioon otettavia asioita standardien lisäksi ovat esimerkiksi rakennuksen ominaisuudet, ahtaat tilat ja valaisimien asennustavat sekä niiden huoltomahdollisuudet. Nämä voivat aiheuttaa ongelmia varsinkin vaativammissa kohteissa. Mainitut ongelmat olisikin hyvä ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa. Lisäksi valaistussuunnittelussa tärkeitä asioita ovat asiakkaan omat toiveet ja tarpeet valaistuksen suhteen sekä myös käytössä oleva budjetti. (ST 58.04 2017.)

### **2.2.1 Lähtötiedot**

Lähtötietoina kohteesta ennen valaistussuunnittelun aloittamista olisi hyvä olla tiedossa vähintäänkin kohteen pohja-, julkisivu- ja leikkauskuvat, sekä erilaisten tilojen käyttötarkoitukset. Jos valaistussuunnitelmaan halutaan sisällyttää lisäksi

ulkovalaistus, olisi asemakuva hyvä lisä suunnittelijalle. Tämän avulla ulkovalaisimet saadaan sijoiteltua parhaalla tavalla pihan ja rakennuksen muotojen mukaan. Piirustusten lisäksi olisi hyvä sisällyttää lähtötietoihin mahdolliset kalustekuvat rakennuksesta sekä pintamateriaalivalinnat, jos sellaisia on tehty (kuva 2). (Saarelainen 2019a.)

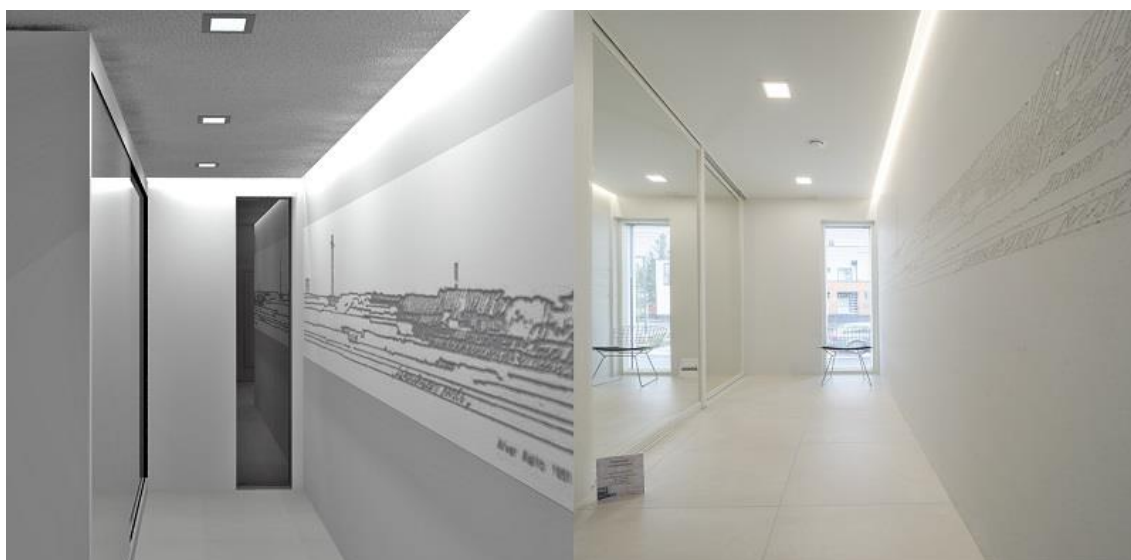


KUVA 2. Esitietolomakkeeseen liitettävä keittiön leikkauskuva, jota suunnittelija voi hyödyntää mallintaessaan keittiötä (Saarelainen 2019a.)

Monilla yhtiöillä on omat tapansa tiedustella lähtötietoja kohteesta. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää Winled Oy:n lähtötietolomaketta, joka on luotu helpottamaan asiakkaita tarpeiden selvittämisessä. Kyseisessä lomakkeessa on omat kohtansa kohteen yleistiedoille, piirustuksille, aikataululle ja budjetille. Asuinhuoneiden tietoihin on oma osionsa, johon on tarkoituksena täyttää huoneen mitat ja oletetut tai suunnitellut pintamateriaalit, jos sellaisia on vielä ehditty miettimään. Valaistuksen kannalta asiakkaan on mahdollista valita kattavasta kuvagalleriasta miellyttäviä valaistustyyliä sekä toteutuksia, joita galleriassa on monenlaisia. Lisäksi asiakkaan omien toiveiden huomioiminen on valaistussuunnittelijalle erityisen tärkeää. (Winled n.d.)

## 2.2.2 Suunnitteluvaihe

Lähtötietojen perusteella suunnittelija alkaa suunnitella valaistuslaskentaohjelmalla kohteesta 3D-mallia, joka kuvastaa kohteen visuaalista lopputulosta (kuva 3). 3D-malli helpottaa asiakasta hahmottamaan tulevan kohteen lopputulosta jo varhaisessa vaiheessa. Sen avulla voidaan myös havainnollistaa mahdollisia ongelmakohtia. Ongelmakohtien muuttaminen on huomattavasti halvempaa ja helpompaa projektin alku- kuin loppuvaiheessa. Usein asiakas näkee ensimmäisen kerran kohteensa kunnolla vasta 3D-mallin valmistuttua. Malli voi auttaa asiakasta hahmottamaan mahdollisia muutoksia jopa rakenteisiin tai muihin rakennuksen osiin. (Rekilä 2018.)

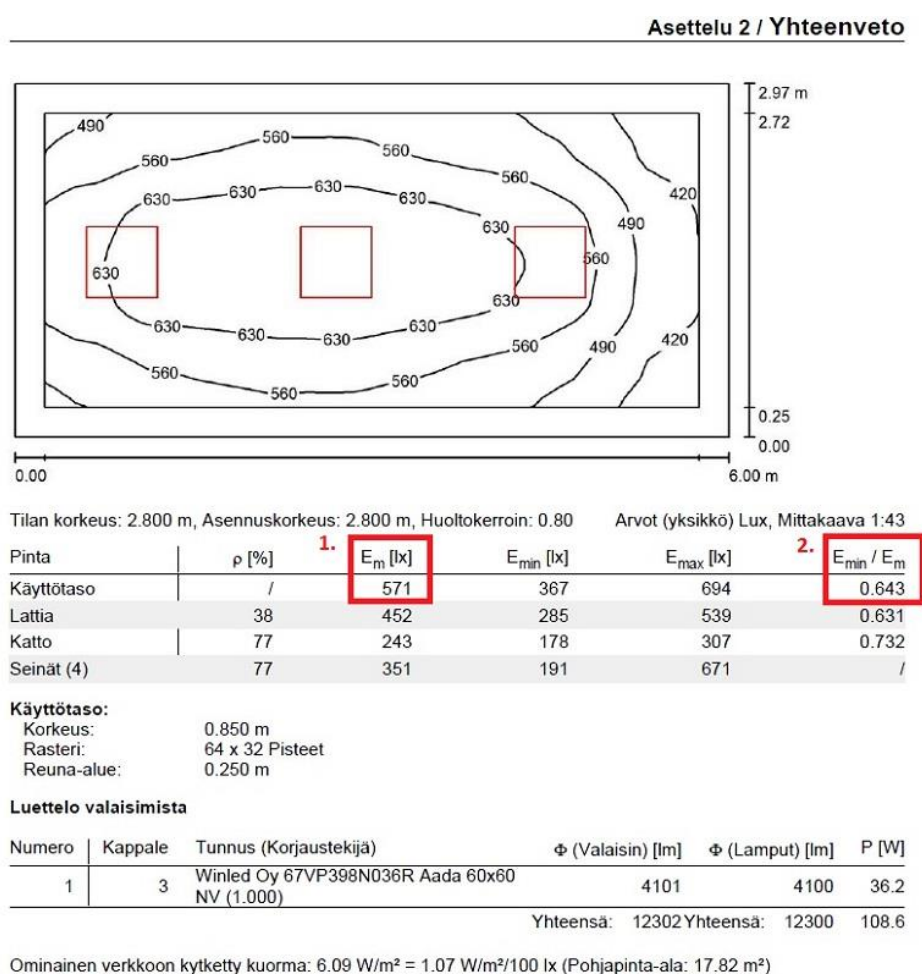


KUVA 3. Vasemmalla olevalla 3D-mallilla on helppo havainnoida millainen lopputulos (oikealla) tulee olemaan (Rekilä 2019.)

Valaistuksen suunnittelua varten on laadittu omia standardeja, joita suunnittelijoiden tulee noudattaa. Sisätyökohteita suunnitellessa tärkein noudatettava dokumentti on standardi SFS-EN 12464-1:2011, jossa käydään läpi sisätilojen työkohteiden valaistusvaatimukset. Ulkotiloille on laadittu vastaavanlainen standardi SFS-EN 12464-2:2014, sekä energiatehokkuudelle on oma standardinsa SFS-EN 15193-1:2017. Näiden standardien perusteella suunnittelija suunnittelee valaistuksen, joka noudattaa standardeissa annettuja arvoja. (ST 58.04 2017.)

## 2.2.3 Lopputulos

Valaistussuunnittelun yksi tärkeimmistä lopputuloksista on kohteesta laaditut valaistustekniset laskelmat (kuva 4). Laskelmissa suunnittelija on varmistanut kohteesta olevan standardien mukaiset tarvittavat valaistustasot. Laskelmat tehdään valaistuslaskentaohjelmilla, joissa on monia erilaisia tapoja esittää ja tulostaa saatuja tuloksia kohteesta. Kohteen valmistuttua asiakas voi verrata saatuja tuloksia suunnittelijan antamiin tuloksiin ja varmistaa niiden oikeellisuuden. Asiakkaan kannattaisikin aina tarkistaa, edes jollain tapaa valaistustasot kohteen valmistuttua. (Saarelainen 2019b.)



KUVA 4. Valaistuslaskentaohjelmasta saatava dokumentti tilan valaistusteknisistä laskuista (Saarelainen 2019b.)

Valaistussuunnitelman lopputulos ei rajoitu pelkästään kohteen 3D-malliin, vaan sisältää paljon muutakin. Lopputuloksena kohteesta muodostetaan valaisinpiste-

kuvat ja muut tarvittavat yksityiskohdat valituista valaisimista, esimerkiksi tarvittavat upotustarpeet ja reikävaraukset. Valituista valaisimista toimitetaan asiakkaalle valaisinluettelo, joka helpottaa valaisimien tilausta sisältäen valaisimien määrät ja mallit. Mahdollisessa työselostuksessa kerrotaan valaisimien ohjaus- ja säätötavoista sekä kytkentäryhmistä. (ST 58.04 2017.)

### **2.3 Valaistussuunnittelu ja tietomalliprojekti**

Perinteisesti valaistussuunnittelu aloitetaan sen jälkeen, kun arkkitehdit, rakennesuunnittelijat ja osittain tekniset suunnittelijat ovat saaneet suunnitelmat valmiiksi. Tämän tyyllisissä tapauksissa valaistussuunnittelijalla ei jää paljoakaan vaikutusvaltaa asioihin. Suuren määrän rajoituksia ja vaatimuksia aiheuttavat suunnittelussa rakennus, rakenteet ja muu talotekniikka. Kun valaistussuunnittelija on alkanut työstää omaa suunnitelmaa, olisi tärkeää, ettei rakennusta muutettaisi. Varsinkin seinien ja kattojen sijaintien olisi syytä pysyä paikallaan muuttumattomina. Huonona puolena perinteisessä valaistussuunnittelussa onkin se, jos rakennusta muokataan valaistussuunnittelijan jo aloitettua työnsä. Muokkauksien johdosta melkein kaikki valaistussuunnittelijan aiemmin tekemä työ joudutaan tekemään uudestaan. (Luxreview 2016.)

#### **2.3.1 Tietomallissa suunnittelu valaistussuunnittelijana**

Tietomallipohjaisessa valaistussuunnittelussa tilanne on erilainen verrattuna perinteiseen valaistussuunnitteluun. Tietomalliprojektissa on valaistussuunnittelijalla mahdollisuus osallistua rakennuksen suunnitteluun ja antaa omia mielipiteitään jo huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa projektia. Tämä tarkoittaa sitä, että suunniteltaessa rakennuksen varsinaisia seiniä, kattoja ja muita osia voidaan ottaa huomioon muiden alojen tarvitsemat tilat sekä mielipiteet. Tällöin kaikkien eri alojen tilan tarpeet saadaan mahtumaan suunnitelmiin ja lopputuloksesta tulee selkeämpi. (Luxreview 2016.)



Tietomalliprojekteissa valaistussuunnittelijan haasteena on valaistuskalkulaatioiden ominaisuudet toimia tietomallien kanssa. Osassa yleisesti käytössä olevissa valaistuskalkulaatioissa ei ole vielä mahdollisuutta kommunikoida tietomallin kanssa. Ne ovat siis vain erillisiä kalkulaatioita, joilla tehdään laskenta ja sen perusteella saadut tiedot joudutaan tekemään tietomalliin erikseen ja tietomallinnuksen hyötyjä ei saavuteta täysimääräisesti. (Luxreview 2016.)

Omasta työhankkeestaan tehdyssä tutkimuksessa arkkitehdit Majid Miri ja Simon Nyström kertovat omia kokemuksiaan ollessaan valaistussuunnittelijoina tietomalliprojektissa. Hyötyinä he kokivat läheisen yhteistyön muiden suunnittelijoiden kanssa, virtuaalimallin hyödyntämisen törmäystarkastelussa, kontrolloinnin helpouden, energia-analyysien tekemisen tuotteiden oikeiden tietojen avulla ja mahdollisuuden vaikuttaa valaistukseen jo huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa. (Miri & Nyström 2019.)

Vaikeuksina Miri ja Nyström kertovat olleen ihmisten taidot työskennellä tietomallien parissa. Työn ollessa heidän ensimmäinen tietomalliprojektinsa, aiheutti sen suuri koko ongelmia. Lisäksi ongelmien ratkominen ja uuden ohjelman opettelu vei aikaa. Tärkeänä projektissa he kokivat tietomallikoordinaattorin, joka auttoi ongelmien kanssa sekä toimi yhteyshenkilönä koko projektin ajan. Vastuualueiden määrittely oli myös tärkeää, jotta kaikki tietävät mitä kenenkin kuuluu tehdä. (Miri & Nyström 2019.)

### **2.3.2 Valaistuskalkulaatioiden ja tietomallin yhdistämisen kehittäminen**

Vuonna 2019 kaksi valaistuskalkulaation kehittäjäyhtiötä Dial ja Relux aloittivat yhteistyön tarkoituksena luoda kokonaan uusi avoimeen dataan perustuva valaisintiedostomuoto. Se sisältäisi tietoja valaisimista sekä sensoreista, joita voisi hyödyntää suunnitteluohjelmissa. Yhtiöiden halu kehittää uusi tiedostomuoto nykyään yleisesti käytettyjen IES- (Illuminating Engineering Society) ja LTD- (Luminaire Data Format) valaisintiedostomuotojen tilalle, perustuu niistä saatujen tietojen vähäisyyteen. Uuteen tiedostomuotoon tulisi sisältyä ainakin

tuotteen geometria, fotometria, tekstit, tuotteen kuvat, tuotteen dynaaminen ohjaus sekä sen ohjausmahdollisuudet. Valmistajat hyötyisivät uudesta tiedostomuodosta huomattavasti, sillä se vähentäisi tarvetta määritellä tuotteita usealle tiedostomuodolle. Valmistajat voisivat panostaa kaiken vain yhteen tiedostomuotoon, joka toimisi eri suunnitteluohjelmissa. (Dial 2019.) Uusi tiedostomuoto on nimeltään GLDF (Global Lighting Data Format) ja sen tulisi saapua valmistajille käytettäväksi vuoden 2021 aikana (Dialux 2021).

Valaistussuunnittelun kannalta olisi tärkeää, että valaisimien asennustavat ja muut fyysiset ominaisuudet olisivat suunnitteluohjelmissa vastaavanlaiset kuin ne ovat myös oikeasti. Eli ohjelmassa voisi valaisimen asentaa sellaiseen asentoon, kuin sen oikeastikin voisi asentaa. Valaisimen valo jakautuisi myös sen mukaisesti mihin asentoon valaisin on asennettu. Esimerkiksi Winled on kehittänyt Autodeskin Revit-suunnitteluohjelmaan oman lisäosan Lights. Suunnittelija saa lisäosasta valaisimien kaikki tiedot sekä 3D-mallin. Valaisimen tiedot sisältävät myös asennusrajoitukset lisäosassa. Rajoitusten perusteella valaisimen voi asentaa suunnitteluohjelmassa vain asennusrajoitusten sallimiin asentoihin. (Lightsforrevit n.d.)

Valaistuslaskentaohjelmien kommunikointi tietomallien kanssa sekä mahdollisuus suunnitella valaistusta tietomallissa on monen suunnitteluohjelman kehittäjän tavoite ja kehityssuunta (Luxreview 2016). Luvussa 3 käydään läpi yleisten valaistuslaskentaohjelmien kyvykkyyttä toimia tietomallipohjaisessa projektissa ja pohditaan niiden mahdollisuuksia sekä yhteensopivuutta tietomallien kanssa.

### **3 VALAISTUSLASKENTA-OHJELMAT JA NIIDEN YHDISTÄMINEN TIETOMALLIIN**

Tietomallien parissa työskentelevillä tahoilla voi olla käytössä monia erilaisia ohjelmia ja ohjelmistoja, jotka tukevat tietomallia. Ohjelmia, joita Suomessa arkkitehdit käyttävät suunnitteluun ovat usein joko, Graphisoftin valmistama ArchiCAD tai Autodeskin yhtiön kehittämä Revit. Tässä työssä käsitellään enemmän suunnitteluohjelmaa Revit. Muita erilaisia ohjelmia, joita käytetään tietomallien kanssa työskentelyyn ovat esimerkiksi erilaiset tietomallien katseluohjelmat.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään valaistuslaskentaohjelmiin, joita voi käyttää suunnitteluun tietomalliprojekteissa. Ohjelmat, joita työssä tutkitaan ovat Autodeskin Revit-ohjelmassa toimivat liitännäiset Elumtools ja ReluxCad for Revit sekä omina ohjelminaan toimivat ReluxDesktop ja Dialux Evo. Työhön valituilla ohjelmilla on erilaiset lähestymistyyliä tietomalleihin.

#### **3.1 Revit ja Elumtools**

Autodesk Revit on pörssi-yhtiö Autodeskin omistama maksullinen tietomallinnus-ohjelmisto. Ohjelmaan on ladattavissa monenlaisia lisäosia. Lighting Analysts -yhtiön kehittämä valaistuslaskentaohjelma Elumtools on yksi niistä.

Autodesk Revit on suunniteltu erityisesti BIM-tietomallinnusta varten ja ohjelmisto sisältää ominaisuuksia arkkitehtuuriin, talotekniikkaan, mekaniikkaan ja rakennesuunnitteluun. Revitillä luotu rakennuksen tietomalli on vain yksi tiedosto. Siihen sisältyvät kaikki projektin piirustukset, taulukot sekä 2D- ja 3D-näkymät. Työskenneltäessä Revit-tiedostossa, ohjelma kerää tiedon tehdyistä muutoksista ja koordinoi muut näkymät vastamaan tehtyjä muutoksia. Kyseinen ominaisuus helpottaa yhtäaikaista tiedoston käyttämistä suunniteltaessa samaa projektia monen eri suunnittelijan kanssa. (Autodesk n.d.) (Arksystems n.d.)

Autodeskin omilta sivuilta voi käyttäjä ladata sekä ilmaisia, että maksullisia lisäosia Revit-ohjelmistoon. Niiden avulla työntekoa voi helpottaa sekä nopeuttaa

huomattavasti. Esimerkiksi tässä työssä käytettävä lisäosa Elumtools on ladattavissa maksua vastaan heidän sovelluskaupastaan. (Autodesk App store n.d.)

Elumtools on Lighting Analysts yhtiön luoma täysin integroitu valaistussuunnittelu- ja laskentaohjelma Autodesk Revit ohjelmistoon. Se toimii siis täysin Revitin sisällä eikä se vaadi erillistä ohjelmaa käyttääkseen sitä. Ohjelman tarkoitus on helpottaa ja nopeuttaa valaistussuunnittelua Revit-työympäristössä. Lisäosan avulla suunnittelijan ei tarvitse siirtää rakennuksen geometriaa ja tietoja erilliseen valaistuslaskentaohjelmaan. (Lighting Analysts n.d.)

Ohjelmalla on mahdollista suorittaa valaistuslaskenta yksittäiseen tilaan tai moneen tilaan kerralla. Ohjelman suoritettua laskennat, voidaan laskettuja tiloja tarkastella 2D- ja 3D-näkymässä sekä tulokset voidaan piilottaa tai pitää näkyvillä. Tulokset pysyvät koko ajan projektin mukana ja ne voidaan milloin vain ottaa esille työskenneltäessä. (Elumtools n.d.) (Lighting Analysts n.d.)

### **3.1.1 Ohjelmien ominaisuudet**

Elumtools on ohjelma, joka on tehty suoraan Autodesk Revit ohjelmiston sisälle omana lisäosanaan ja se toimii jatkuvasti yhteistyössä Revitin kanssa. Eli kaikki Revit-projektissa tehdyt muutokset tapahtuvat myös Elumtoolsissa. Tämän ominaisuuden suurin hyöty koskien valaistussuunnittelua on tiedostonsiirron tarpeen poistumisen eri ohjelmasta toiseen. Tiedostonsiirto toiseen erilliseen ohjelmaan vie huomattavan paljon aikaa itse suunnittelutyöstä ja hidastaa varsinaista valaistussuunnittelua. Tämä myös aiheuttaa enemmän kustannuksia sekä työtunteja. Siirrettäessä projektia erillisiin suunnitteluohjelmiin voi tietoja poistua kyseisessä prosessissa tai siinä voi tapahtua mahdollisia inhimillisiä virheitä. (Lighting analysts n.d.)

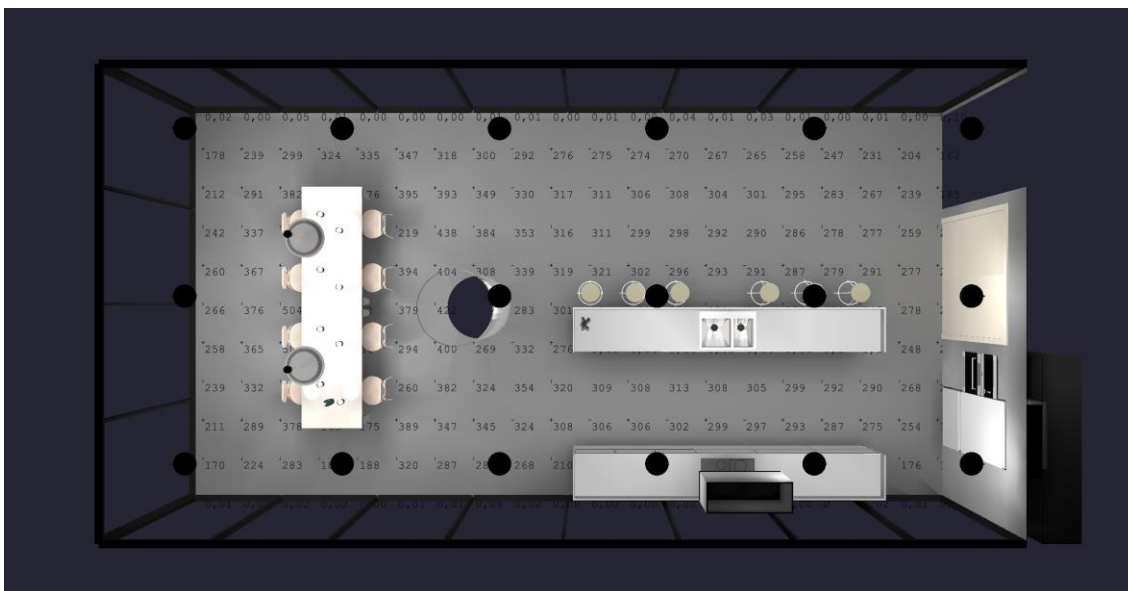
Valaistussuunnittelu Elumtoolsissa tapahtuu omalla välilehdellään Revitissä. Ohjelma käyttää Revit-malliin luotuja tiloja tai huoneita, jotka ovat määritelty mahdollisesti jo mallin tehneen arkkitehdin toimesta. Tilojen tai huoneiden pintamateriaalit suunnittelija itse muokkaa haluamikseen ja mahdollisesti määrittää pintojen

heijastavuuksia, jos se on tarpeellista. Materiaalien muuttaminen on helppoa ohjelman omassa materiaalin muokkaustilassa, jossa on lista kaikista pintamateriaaleista, joita tilassa on. Jos listassa esiintyy lasisia pintamateriaaleja osaa ohjelma itse muuttaa nämä pinnat suoraan läpinäkyviksi eikä suunnittelijan tarvitse tehdä niihin muutoksia. (Elumtools 2020.)

Laskelmat suorittaakseen ohjelma tarvitsee tiedot tilan geometriasta, pintojen heijastavuuksista, pintamateriaaleista, valaisimien paikoista ja niiden fotometriasta. Tilan geometrian ohjelma osaa lukea itse, jos Revitissä on määritelty huoneet tai tilat oikein. Suunnittelija voi itse sijoittaa laskentapinnat tilaan tai käyttää tarvittaessa automaattista sijoitusta. (Elumtools 2020.)

Valaisimien valinta ja niiden hallinta on tehty ohjelmassa helpoksi valaisimenhallintaa työkalulla. Valaisimen valonjakotiedosto tuodaan ohjelmaan IES-muodossa, joka sisältää valaisimen valonjakotiedoston tekstimuodossa. Valonjakotiedoston perusteella ohjelma osaa simuloida kyseisen valaisimen valonlähteen malliin (Fisher 2020). IES-tiedoston voi tuoda oman koneen tiedostoista tai sen voi valita ohjelman omasta valaisinkirjastosta. Valaisinkirjasto sisältää monien yritysten valaisimia painottuen Yhdysvaltalaisiin valmistajiin (Elumtools 2020).

Ohjelmassa voidaan valita joko yksittäinen tai useampi tila kerralla ja suorittaa niihin laskelmat samanaikaisesti. Varsinkin vierekkäisten tilojen, joissa valaistus voi mahdollisesti vaikuttaa kumpaankin tilaan, kannattaa laskelmat suorittaa yhtä aikaa. Tuloksia voidaan tarkastella esimerkiksi esittäen valaistusvoimakkuudet isolux-käyrillä tai vääräväreillä. Ohjelma näyttää tulokset suoraan Revit-mallissa ja avaa samalla erillisen 3D-näkymän, jossa voidaan tutkia miltä tilan valaistus oikeasti näyttää (kuva 5). (Elumtools n.d.)



KUVA 5. Elumtools-ohjelman 3D-mallissa voidaan tutkia tilan ulkonäköä ja laskettuja tuloksia.

Elumtoolsin visualisointia ei ole tarkoituksella tehty huippulaatuiseksi vaan se on suunnittelijaa helpottava ominaisuus. Sillä voidaan nopeasti tutkia kyseisen tilan valaistusta sekä tuloksia ja valon jakautumista tilassa. Varsinaista visualisointia varten Revitissä on omat ohjelmat.

Laskettaessa tiloja, suuret huonekalut ja muut vastaavat isot objektit voivat aiheuttaa tulosten vääristymistä peittämällä esimerkiksi tilaan sijoitettuja laskentapintoja. Tämä on mahdollista välttää ohjelmassa poistamalla kyseiset objektit 3D-näkymästä, jolloin ohjelma ei ota niitä huomioon tehdessään laskelmiaan. Laskentapintoja on myös mahdollista muokata ja tehdä isompien esineiden kohdalle reikä, jossa ei ole yhtäkään laskentapistettä. (Elumtools 2020.)

Laskentaominaisuudet ohjelmassa ovat hyvinkin samantyylliset kuin muissakin yleisesti käytetyissä valaistuslaskentaohjelmissa. Elumtoolsin käyttämistä helpottaakseen on Lighting Analysts tehnyt kattavat ohjeet ja opastukset ohjelman käyttöön. Varsinaisesti koko rakennuksen kattavaan valaistussuunnitteluun ohjelma ei ole suunniteltu. Lisäksi ohjelman visualisointiominaisuudet ovat huomattavasti heikommat kuin muissa tässä työssä tutkittavissa ohjelmissa.

### 3.1.2 Ohjelman yhteensopivuus tietomalliin

Suurin syy Elumtoolsin olemassaoloon on Revitin käytön yleistyminen maailmalla. Ohjelma onkin kehitetty korvaamaan muiden valaistuslaskentaohjelmien ongelmia, joita on ilmennyt yhteistyössä Revit-projektien kanssa. Revit-projek-teissa ohjelma onkin helppo valinta valaistussuunnittelijan valaistuslaskentaoh-jelmaksi.

Varsinkin valaistussuunnittelun alkuvaiheessa on yleistä, että rakennus ja raken-teiden paikat voivat muuttua. Tämä voi olla iso ongelma valaistussuunnittelijalle, joka haluaisi olla projektissa mukana alusta lähtien. Jatkuvasti muuttuva pohja-kuva ja rakenteet mahdollisesti keskeyttävät valaistussuunnittelun siksi aikaa, kun muutoksia tehdään edes yhteen huoneeseen. Erillisillä valaistuslaskentaoh-jelmilla tämä aiheuttaisi jatkuvan tiedonsiirron tarpeen toiseen ohjelmaan ja siellä suunnitelmien tekemisen alusta asti uudestaan. (Luxreview 2016.) Tämä onkin Elumtoolsin suurin kilpailuvaltti muihin ohjelmiin nähden. Elumtoolsilla voidaan suunnitella projektin sisällä valaistusta jo valmiina oleviin huoneisiin tai tiloihin. Mahdollisten muutosten tullessa voidaan laskelmat tehdä uudestaan vain muu-toksia koskeviin tiloihin. Suunnittelijan ei tarvitse itse muokata rakenteita, sillä arkkitehdin tekemät muutokset ovat Revitin kautta suoraan myös Elumtoolsissa näkyvissä. Esimerkiksi, jos yhdessä huoneessa siirretään seinien paikkaa hie-man tai lisätään ikkuna, ei valaistussuunnittelijan tarvitse kuin valita kyseinen huone suunniteltavaksi uudestaan.

Ohjelmalla suunnitellut tilat jäävät projektiin ja niiden 2D- ja 3D-näkymät sekä tulokset ovat aina avattavissa uudelleen. Ohjelman esittämät tulokset ovat aina viimeisimmät lasketut tulokset. Tuloksista voidaan tehdä erilaisia listoja ja taulu-koita käyttäjän itse haluamallaan tavoilla. Tulosten hallinta ja niiden muokkaami-nen on tehty helpoksi hallintasivulla. Siellä on mahdollisuus määrittää millaisia, tuloksia halutaan esitellä ja kuinka monesta tilasta kerrallaan. (Elumtools 2020.)

Jos projektissa käytetään suunnitteluun jotain muuta ohjelmaa kuin Revittiä, esi-merkiksi Suomessa suosittua Graphisoftin Archicadia, ei Elumtoolsista ole apua. Ohjelma menettää silloin oman kilpailuvaltinsa, joka on Revitin sisällä tapahtuva

suunnittelu. Tässä tapauksessa se ei ole järkevä ohjelmavalinta suunnitteluun käytettäväksi.

## **3.2 Relux ohjelmat**

Relux Informatik AG on sveitsiläinen yhtiö, joka on erikoistunut valaistusohjelmistojen kehittämiseen. Yhtiöllä on monia erilaisia ohjelmia, kuten esimerkiksi itsenäinen valaistuslaskentaohjelma ReluxDesktop. Yhtiöllä on myös Revittiin oma lisäosa nimeltään ReluxCAD for Revit. Se toimii Revitin sisällä omana lisäohjelmanaan. Reluxilla on myös oma tuotekirjastonsa ReluxNet, jossa on monen valmistajan erilaisia valaisimia ja muita tuotteita. (Relux n.d.)

ReluxCAD for Revit on Revitin sisällä toimiva liitännäinen, jolla voidaan asettaa valaisimia eri tiloihin käyttäen oikeiden valaisimien tietoja. Valaisimien ja sensorien tiedostot voidaan tuoda ohjelmaan suoraan ReluxNetistä. Varsinaisia valaistuslaskentoja ei voi tässä ohjelmassa tehdä, vaan ne suoritetaan ReluxDesktop ohjelmassa. (Relux n.d.)

ReluxDesktop-ohjelmaan voi tuoda kokonaisen rakennuksen tai sen erillisiä tiloja sekä niiden valaisimia ReluxCAD for Revit-ohjelman omalla "tuo" komennolla. ReluxDesktop ohjelmassa valaisimia ja esimerkiksi niiden sijaintia voidaan muokata ja tämän jälkeen tehdä laskelmat kyseiseen tilaan. Kun suunnitelmat on tehty, voidaan valaisimet siirtää takaisin Revittiin muokattuina ja oikeissa paikoissa.

### **3.2.1 Ohjelmien ominaisuudet**

Relux Informatik AG on kehittänyt vastatakseen nykypäivänä koko ajan yleistyvään tietomallinnukseen oman liitännäisensä Autodesk Revit-ohjelmaan, jonka nimi on ReluxCad for Revit. Ohjelma on maksullinen ja se on ladattavissa jokaiselle maksua vastaan Revittiin lisäosaksi Autodeskin sovelluskaupasta. Ohjelmalla itsessään ei varsinaisesti suunnitella tai lasketa valaistusta, vaan se toimii

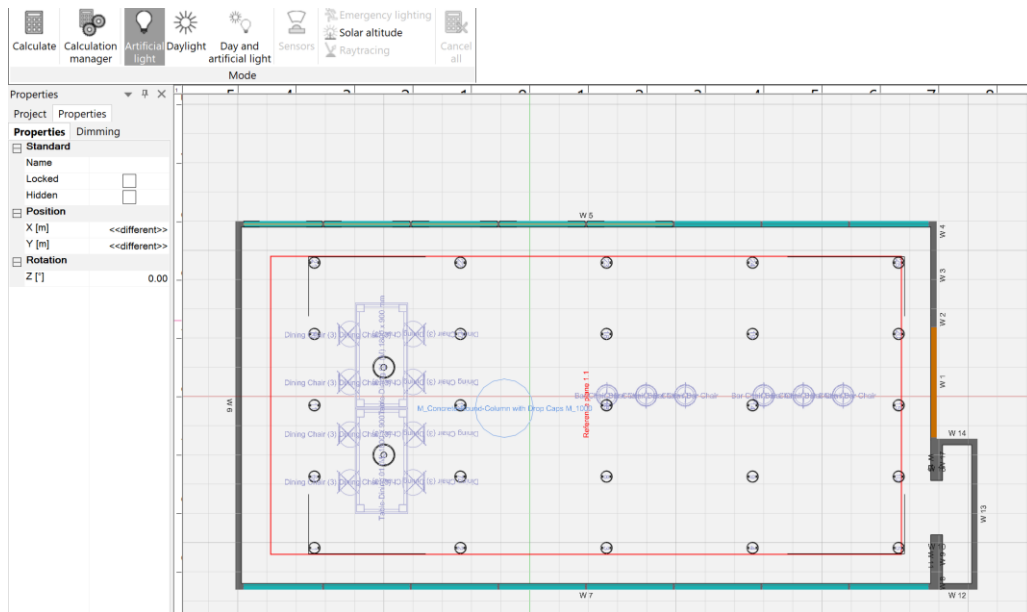


eräänlaisena linkkinä Revitin ja varsinaisen laskentaohjelman, eli ReluxDesktopin välillä. (Relux n.d.)

ReluxCad for Revit lisäosalla suunnittelija voi tehdä alkuvalmisteluja kohteeseen jo Revitissä. Ohjelmassa on mahdollisuus käyttää Reluxin omaa valaisin- ja sensorikirjastoa nimeltä Reluxnet, jossa on yli sadan valaisin- sekä sensorivalmistajan tuotteita. Valittaessa valaisin tai sensori kirjastosta, siirtyy se automaattisesti projektiin sisältäen kaikki sen oikeat tiedot. Tämä mahdollistaa jo varhaisessa vaiheessa jonkinlaisen käsityksen siitä millaisia tuotteita kohteeseen olisi tulossa ja kuinka monta. (Relux n.d.)

Valaisimien sijoitus kohteeseen voidaan tehdä jo Revitissä lisäosasta löytyvän ominaisuuden avulla, jonka nimi on Zonal Cavity. Tällä toiminnolla suunnittelija valitsee huoneen tai tilan, johon valitut valaisimet halutaan sijoittaa ja samalla määritetään huoneen käyttötarkoitus. Käyttötarkoitus kertoo ohjelmalle sen, kuinka korkea valaistustaso kyseiseen huoneeseen tarvitaan standardien mukaan. Sisätiloissa ohjelma noudattaa Suomessa käytettävää sisätyötilojen standardia EN 12464-1:2013. Ohjelmassa on myös mahdollisuus määrittää moneen tilaan yhtäaikaaisesti valaisimet sekä käyttötarkoitus ja siihen käytetään Room manager-toimintoa. (Relux 2017.)

Valaistuslaskenta sekä tulosten käsittely tehdään ReluxDesktop-ohjelmassa. Ohjelma on käyttöliittymältään helppokäyttöinen sekä yksinkertainen valaistuslaskentaohjelma (kuva 6).



KUVA 6. ReluxDesktop-ohjelman käyttöliittymä on yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä.

ReluxDesktop-ohjelmassa voidaan tehdä valaisinten sijoittelua ja hakea ohjelman omasta kirjastosta valaisimet sekä sensorit haluttaessa projektiin, jolle niitä ole jo haettu tai sijoitettu Revit-ohjelman lisäosassa. Ohjelman käyttämiseen on valmistajan sivuilla ohjeita videomuodossa mutta jonkinlainen selvä opas olisi hyvä olla ohjelman käyttämisestä saatavilla.

### 3.2.2 Ohjelmien yhteensopivuus tietomalliin

Relux kehitti valaistussuunnittelijoille oman lisäosan Revittiin, jonka tarkoitus on luoda sujuva yhteistyö tietomalliin ja erillisen laskentaohjelman välille. Kuten aikaisemmin mainittiin, voi ReluxCad for Revit-ohjelmalla tuoda valaisimia ja sijoittaa niitä projektiin. Yhteyden luominen varsinaisen laskentaohjelman kanssa on ohjelman suurin hyöty tietomallien kanssa toimittaessa. Yhteyden luomiseen on kehitetty oma erillinen työkalunsa, jossa on ”tuo” ja ”vie” toiminnot. Toiminnoilla on mahdollista nimensä mukaisesti, joko viedä tai tuoda Revit-projekti ReluxDesktopiin. (Relux 2018.)

Revit-projektia siirrettäessä vie komennolla, on mahdollisuus valita monta eri asiaa mitä halutaan projektista viedä ReluxDesktopiin. Koko rakennuksen voi viedä kerralla, jolloin koko rakennus siirtyy sellaisenaan toiseen ohjelmaan. Muita

vaihtoehtoja ovat viennin yhteydessä siirtää vain yksittäiset tilat tai huoneet, joita esimerkiksi arkkitehti on luonut jo valmiiksi rakennukseen. Viennin yhteydessä valitaan myös, kuinka yksityiskohtaisesti halutaan tuoda esimerkiksi kalusteet ja arkkitehtuurilliset elementit. Näistä vaihtoehtoista voidaan valita tuotavaksi yksittäiset tai kaikki objektit. Valaisimet, joita on sijoitettu ReluxCad for Revit-ohjelmassa siirtyvät myös toiseen ohjelmaan sisältäen kaiken tiedon valaisimista sekä niiden sijoituspaikoista. (Relux 2018.)

Viennin yhteydessä tiedostosta tehdään RDF-muotoinen, joka on Reluxin käyttämä tiedostomuoto. Kyseinen tiedostomuoto voidaan avata tai viennin yhteydessä asettaa avautuvaksi automaattisesti ReluxDesktop-ohjelmassa. Tiedosto sisältää valaisimien oikeat tiedot ja huoneiden sekä tilojen käyttötarkoitukset, jos sellaisia on määritelty valmiiksi. Ohjelmassa voidaan myös määritellä uudestaan käyttötarkoituksia tai muuttaa jo valmiiksi luotuja käyttötarkoituksia vastaamaan oikeaa tarkoitusta. Valaisimien paikkoja rakennuksessa voidaan muuttaa sekä niitä voidaan lisätä tai tuoda kokonaan uusia valaisimia. (Relux 2018.)

Kun ohjelmalla tuotetut tulokset kohteesta on saatu valmiiksi ja tarvittavat tulokset on dokumentoitu ja todettu standardien mukaisiksi voidaan ohjelma sulkea. Tiedostoon tallentuvat kaikki muutokset, joita kohteeseen tehtiin ReluxDesktop-ohjelmassa. Tallennettu tiedosto avataan Revitissä lisäosan "tuo" -komennolla. On tärkeää muistaa, että vain kyseisestä projektista vietyjä tiedostoja voidaan tuoda takaisin samaan projektiin. Tuonnin yhteydessä valaisimien paikat ja määrät vaihtuvat, jos niihin tehtiin muutoksia. Valaisinten tiedot pysyvät tiedostossa ja näin ollen projektissa on mukana koko ajan valaisimet, jotka sisältävät kaiken valmistajien antaman tiedon. (Relux 2018.)

Saadut tulokset eivät siirry tuonnin yhteydessä vaan jäävät katseltaviksi vain varsinaiseen laskentaohjelmaan. Mahdollisuus saada tulokset Revit-projektiin on luoda kokonaan uusi näkymä (sheet) Revittiin, johon tuodaan lasketut tulokset kuvamuodossa näkyviin.

### **3.3 Dialux Evo**

Dialux Evo on osakeyhtiö Dialin vuonna 2012 kehittämä valaistuslaskentaohjelma, joka on tarkoitettu suunnittelijoille ja valaisinvalmistajille. Se on ilmainen ohjelmisto kaikille ja sillä on kuukausittain yli 750 tuhatta käyttäjää. Dialux Evo on ladattavissa 25:lle eri kielelle. (Dialux n.d.)

Ohjelmalla voidaan suunnitella, laskea ja visualisoida valaistusta sisä- ja ulkotiloihin. Ohjelma sisältää kattavan valikoiman erilaisia valaisinvalmistajia ja heidän valaisimiaan. Valaisimet sisältävät myös valonjakotiedoston, joita voi myös ladata erikseen valmistajien omilta sivuiltaan käytettäväksi.

Dialux Evolla voi suunnitella koko rakennuksen valaistuksen kerralla, toisin kuin taas Dialuxin vanhemmassa Dialux 4 ohjelmassa, jossa pystyi mallintamaan vain yksittäisiä huoneita tai tiloja kerralla. Evolla voidaan luoda ja laskea monenlaisia valaistusratkaisuja, sekä tiloihin voidaan sijoittaa erilaisia laskentapintoja, joiden avulla saadaan haluttuja tuloksia. Ohjelman laskiessa haluttuja tuloksia, se ottaa huomioon tilan erilaisia parametreja esimerkiksi pintojen heijastavuuden. Laskennan jälkeen tilaa ja tuloksia voidaan tutkia niin 2D- kuin 3D-näkymässäkin. Mallissa voi tarkastella millainen valaistus on suunnitteluvaiheessa sekä täyttääkö se standardeissa vaaditut kriteerit. (Dialux n.d.)

Dialux Evo on monen valaistussuunnittelijan käyttämä ohjelma ja siinä on monia käytännöllisiä ominaisuuksia sekä sitä kehitetään uusilla päivityksillä usein. Ohjelmassa on kuitenkin vielä nykypäivänä paljon parannettavaa ja työn kannalta suurin mielenkiinto kohdistuu sen ominaisuuksiin toimia tietomallien kanssa.

#### **3.3.1 Ohjelman ominaisuudet**

Dialux Evon tietomalli ominaisuuksia on kehitelty viime vuosina ja hyvänä esimerkkinä voidaan pitää vuonna 2017 julkaistua päivitystä. Päivityksessä lisättiin mahdollisuus tuoda IFC-tiedosto suoraan laskentaohjelmaan ensimmäisenä valaistuslaskentaohjelmana markkinoille. Kyseisellä ominaisuudella saadaan kaikki rakennuksen rakenteet ja mahdollinen ympäristö tuotua Dialux Evo-ohjelmaan.

Tällä ominaisuudella vältetään valaistussuunnittelijan yksi aikaa kuluttavimmista työvaiheista omassa työssään, eli rakennuksen mallintaminen ohjelmaan itse. (Dial 2017.) Rakennuksen pintamateriaalit ja värit täytyy suunnittelijan silti valita itse, jollei arkkitehti ole niitä määritellyt vielä tässä vaiheessa. Kyseinen IFC-tiedoston tuominen ei silti ole aina kovin toimiva ratkaisu, sillä tuodun rakennuksen täytyy olla oikein tehty kaikilta osin ja sen toimivuus onkin paljon kiinni sen alkuperäisestä suunnittelijasta.

Dialux Evo ei pysty käsittelemään kaikkia asioita, joita arkkitehti on saattanut tehdä omalla ohjelmallaan rakennukseen eli esimerkiksi piilottanut ylimeneviä seiniä katosta. Tällöin ne eivät näy arkkitehdin omassa ohjelmassa mutta Dialux Evo esittää ne edelleen ylimenevinä. Dialin omalla ohjesivustolla on hyvä muistilista rakennuksen suunnittelijalle, kuinka suunnitella tai muuttaa rakennusta, jotta rakennuksesta saisi toimivan käytettäessä Dialux Evoa. Ohjeessa mainitaan tärkeänä asiana rakennuksen tilojen oikein määrittely sillä, jos tiloja ei ole määritelty tai ne on määritelty väärin se vaikeuttaa huomattavasti valaistussuunnittelijan työtä ja saattaa tehdä rakennuksesta mahdottoman käyttää suunnittelussa. Osa ohjelmista, joilla IFC-tiedostoja avataan kykenevät joitakin virheitä korjaamaan, mutta Dialux Evo ei osaa niitä käsitellä vaan muodostaa rakennuksen niin kuin se on tehtykin. Eli, jos seinien välissä on pienikin rako niin se esiintyy Dialuxissa myös niin. Myös jokainen rakenne täytyy olla määritelty omakseen ja esimerkiksi, jos ikkunaa ei ole määritelty ikkunaksi, se vaikeuttaa tai mahdollisesti jopa estää päivänvalolaskennat. (Evo.support 2021c.)

IFC-tiedostomuotona suositellaan ja käytetäänkin yleisesti IFC 2X3-muotoa. Uudemmaa IFC 4-muotoa ei ole vielä Dialux Evossa mahdollista käyttää. IFC-tiedostosta tuotujen yksityiskohtien määrää on syytä miettiä koska, tiedoston koko voi kasvaa erittäin suureksi tuotaessa kaikki pienetkin kalusteet mallista (kuva 7). (Evo.support 2021c.)



KUVA 7. Dialux Evo-ohjelmaan avattavasta IFC-tiedostosta valitaan, kuinka tarkasti ja mitkä objektit rakennukseen tuonnin yhteydessä siirretään.

Kalusteet tai muut itse tehdyt 3D-komponentit saattavat olla liian hyvin mallinnettuja sisältäen monia kymmeniä erilaisia pintoja. Tämä hidastaa huomattavasti ohjelman laskujen suorittamista ja saattaa aiheuttaaakin kohtuuttoman suuria laskenta-aikoja. (Evo.support 2021c.)

Suunnitteluominaisuudet ovat Dialux Evon suurimmat vahvuudet verrattuna muihin työssä käytettäviin ohjelmistoihin ja sen visualisointi on hyvällä tasolla. Kokonaisuutena Dialux Evo on helppo oppia käyttämään ja saatavilla on paljon ohjeita ja oppaita ohjelman käyttämiseen.

### 3.3.2 Ohjelman yhteensopivuus tietomalliin

Dialux Evon suurin ongelma tietomallien kanssa toimiessa on sen kykenemättömyys kommunikoida toisten ohjelmien kanssa. Ohjelmaan saa tuotua nykyään IFC-muotoisen suunnitelman tietyin ehdoin. Kuten aiemmassa luvussa todettiin, Dialux Evosta ei saa vietyä IFC-muotoista tiedostoa toiseen ohjelmaan. Kyseinen vientiominaisuus on erittäin toivottu ja kysytty asia heidän omalla keskustelupalstalla. Vastaukseksi moniin kysymyksiin on Dial jo monta vuotta luvannut kyseisen

vienti mahdollisuuden tulevan Dialux Evoon, mutta vielä sitä ei ole saatu ohjelmaan tuotua. (Dialux board 2020a.) Vientiominaisuus lisäisi sekä helpottaisi huomattavasti Dialux Evolla työskentelyä tietomallien kanssa. Dialin vanhemmassa Dialux 4-ohjelmassa kyseinen vienti- ja tuontiominaisuus on toteutettu STF-tiedostomuotona. Kyseistä STF-tiedostomuotoa ei Dial ole tuonut Dialux Evoon, vaan kaikki keskittyminen on kohdistettu pelkästään IFC-tiedostomuotoon. (Dialux board 2020a).

STF-tiedostomuotoon sisältyy huoneen geometria, sijainti, ikkunoiden ja ovien paikat, sekä valaisimien sijainnit, jos sellaisia on määritelty (Evo.support 2021d). Jos nämä tiedot saisi siirtymään Dialux Evosta toiseen ohjelmaan, helpottaisi ja yksinkertaistaisi se suunnitteluprosessin kulkua.

IFC-tiedoston ohjelmaan tuotaessa avautuu se aina uutena projektina. Eli tällä hetkellä ei ole mahdollista päivittää vanhaa tuotua projektia uudella IFC-tiedostolla, jonka esimerkiksi arkkitehti on päivittänyt vastaamaan uusia muutoksia. Tästä aiheutuu suunnittelijalle jälleen suuri määrä työtä, kun suunnittelu joudutaan aloittamaan alusta uudessa versiossa. Rakennusta itsessään ei tarvitse mallintaa, mutta kaikki muut tehdyt työt ovat tehtävä uudestaan. Myös kaikki edelliset tulokset on laskettava uudelleen, jotta ne vastaavat tulleita muutoksia. (Dialux board 2020b.)

Dialux Evon vientiominaisuudella on mahdollista viedä suunnitelman erilaisia tuloksia ja pohjakuvia, kuten esimerkiksi valaisinpistekuvia muihin ohjelmiin avattavaksi DWG-tiedostomuodossa. Kyseisellä ominaisuudella saadaan tulokset näkymään erilliselle näkymälle Revit-ohjelmaan kuvamuodossa. Näiden kuvien avulla voidaan valaisimet sijoittaa oikeille paikoille oikean tyyppisinä varsinaisessa suunnitteluohjelmassa. Halutut laskentatulokset saadaan myös näkymään viedyissä dokumenteissa sekä valaisinluettelo, josta löytyy kaikkien valaisimien tiedot. (Evo.support 2016b.)

Säilyttääkseen markkinajohtajan aseman on Dialuxin pakko reagoida paremmin tietomallipuoleen ja kehittää ohjelmaansa. Ohjelman tulisi toimia yhteensopivammin muiden ohjelmien kanssa ja sen tulisi sallia tiedonvaihdon olevan molemminpuolista. Ohjelmassa on paljon hyvää, mutta myös paljon parannettavaa.

## 4 KYSELYTUTKIMUS ARKKITEHTI- JA SUUNNITTELUTOIMISTOILLE

Osana opinnäytetyön tiedonhankkimista sekä valaistussuunnittelun nykyisen tilanteen kartoitusta tehtiin sähköpostikysely. Sähköpostikyselyt lähetettiin arkkitehti- ja suunnittelutoimistoille, joiden tiedettiin suunnittelevan tietomalliprojekteja. Kyselyyn koottiin valmiiksi 12 kysymystä, joiden avulla oli tarkoitus selvittää millaisia ovat nykypäivän tietomalliprojektit sekä millaista valaistussuunnittelua ne sisältävät.

Sähköpostikysely lähetettiin 20:lle suunnittelu- ja arkkitehtitoimistolle. Vastauksia tuli kuusi kappaletta ja vastausprosentiksi muodostui siis 30 prosenttia. Kyselyn vastaukset käydään aihealueittain läpi ja varsinainen kysymyslista on liitteessä 1. (liite 1)

### 4.1 Tietomallien ja valaistussuunnittelun nykyinen tilanne

Sähköpostikyselyn kysymykset 1–7 käydään aihealueittain läpi ja ne koskivat tietomalliprojekteja sekä niissä käytettäviä ohjelmia. Kysymyksillä pyrittiin selvittämään millaista ja kuinka yleistä on tehdä suunnittelua tietomallina sekä millaisia ohjelmia projekteissa käytetään yleisesti. Kysymysten avulla selvitettiin myös, millaista valaistussuunnittelu on ollut projekteissa.

*” Kuinka paljon ja millaisiin kohteisiin teillä tehdään tietomalleja?”*

Vastauksien perusteella tietomalliprojekteja tehdään paljon nykypäivänä ja niiden vaatimustaso vaihtelee runsaasti. Tietomalleja tehdään useasti vaikei vaatimusta siihen olisi määritelty. Niiden käyttäminen auttaa usein projekteissa esimerkiksi yhteensovituksessa, määrälaskennoissa ja suunnittelun apuna. Kohteina ovat pääasiallisesti suuret ja varsinkin julkiset kohteet. Myös korjauskohteissa käytetään paljon tietomalleja ja usein kaikki kohteet mallinnetaan ainakin jonkinlaiseen tasoon.



*”Mitä ohjelmia käytätte tietomallien kanssa toimissa?”*

Ohjelmat, joita käytetään kyselyiden perusteella yleisesti, ovat opinnäytetyössäkin mainitut Autodesk Revit ja Graphisoft Archicad. Nykypäivän hankkeissa arkkitehtitoimistojen on melkein välttämätöntä käyttää suunnitteluohjelmana joko Revittiä tai Archicadia. Muita ohjelmia, joita käytetään tietomallien kanssa, ovat erilaiset tarkasteluohjelmat sekä visualisointiohjelmat. Revitistä mainitaan käyttökokemusten olevan sekä positiivisia että negatiivisia. Negatiivisia puolina mainitaan olevan hidas ohjelmallisten ongelmien korjaus sekä eri tiedostomuotojen huono yhteensopivuus.

*”Millaista valaistussuunnittelu on ollut tietomalliprojekteissa?”*

Vastauksien perusteella valaistussuunnittelu on vaihtelevaa projekteissa. Osassa projekteista valaistussuunnittelu tehdään sähkösuunnittelijan toimesta vain standardien ja sähkötehojen perusteella. Yleinen tunne onkin sen olevan välillä liian paljon vain pakollista tekemistä, ja siksi tehdään vain välttämätön. Usein unohdetaan, kuinka laadukkaasti suunniteltu valaistus voisi vaikuttaa valmiin projektin yleisilmeeseen positiivisesti. Valaistussuunnittelun tarpeen koetaan olevan suuri ja sen katsotaan olevan erittäin tärkeä osa arkkitehtuurillista suunnittelua. Usein valaistussuunnitteluun on alettu panostaa tarkemmin alakattojen suunnittelun alkaessa ja se on jatkunut usein projektin ihan viimeisille metreille asti.

Valaisimet mallinnetaan usein objektikirjastoista löytyvillä valaisimilla ja siksi yleisesti käytetään isoimpien massavalmistajien tuotteita. Valaisimen oikeanlainen mallinnus on tärkeää sekä toivottavaa ja siihen olisikin hyvä kiinnittää huomiota. Kyselyyn vastanneilla ei ollut tiedossa mitä ohjelmia valaistussuunnittelijat käyttävät. Kohteen visualisointi on yleistynyt huomattavan paljon ja valaistuksen suunnittelulla on iso osuus siihen. Toiveena on projekteissa yleistyvän kunnianhimoisen valaistussuunnittelu.

## 4.2 Kehitysehdotukset ja toiveet tuleviin tietomalliprojekteihin

Sähköpostikyselyn kysymykset 8–12 keskittyivät kehitysehdotuksiin ja siihen millaisia asioita pidetään tärkeinä tietomalliprojektien tulevaisuutta ajatellen.

*”Kuinka hyödyllistä voisi olla valaistussuunnittelun mukaantulo jo aikaisessa vaiheessa?”*

Projektin alussa valaistussuunnittelun mukaantuloa pidetään yleisesti hyvänä tapana. Se on myös tärkeää rakennuksen sekä projektin onnistumisen kannalta. Liian varhaisessa vaiheessa mukaantulosta ei kuitenkaan ole hyötyä, koska tarvittavia lähtötietoja ei ole vielä saatavilla. Toisaalta esimerkiksi valaistussuunnittelijan mielipiteitä voisi konsultoida aikaisessa vaiheessa. Arkkitehdit haluavat usein olla mukana valaistuksen suunnittelussa ja yhteistyö on tarpeellista eri alojen suunnittelijoiden välillä. Myös mallien yhteensovitus ja yhteneväisyys arkkitehdin suunnitelmien kanssa on asia, johon tulisi panostaa.

*” Millaisia kehitysideoita tai parannusehdotuksia tulee mieleen liittyen valaistussuunnitteluun ja tietomalliprojekteihin?”*

Valaisimien esiintyminen oikean näköisinä tietomallissa pidetään tärkeänä asiana koko ajan yleistyvässä visualisoinnissa. Valaisimista mainitaan niiden olevan nykyään paljon muutakin kuin vain valonlähde. Ne voivat olla tärkeä osa kokonaisuutta tai jopa katseenvangitsijoita tiloissa. Projekteissa käytettävien valaisimien mallinnukset ovat usein heikosti tehtyjä, eivätkä ne aina toimi eri ohjelmien kanssa.

Valonjakotiedostojen sisältyminen arkkitehtimalleihin olisi tärkeää tulevaisuudessa, jotta valaisimet esiintyisivät visualisoinneissa oikeanlaisina. Nykyään joillain visualisointiohjelmilla valaisimien valonjakoa voi joutua itse määrittelemään eikä se vastaa todellisuutta. Visualisointi nousee suurena asiana esille kehitysehdotuksissa ja siihen toivotaankin valmistajien sekä suunnittelijoiden panostavan tulevaisuudessa enemmän.

Valaistussuunnittelun toivotaan muuttuvan liiallisesta teknisestä ajattelutavasta enemmän ihmislähtöisyyteen ja siihen, kuinka se voisi parhaimmassa tapauksessa vaikuttaa onnistuneeseen lopputulokseen. Yhteistyön lisääntyminen nähdään erittäin suurena asiana tulevaisuudessa ja esimerkiksi arkkitehdin ja sisustussuunnittelijan kanssa jatkuva yhteistyö tulisi olla lähtökohtana tulevaisuuden projekteissa. Usein kohteen perusajatus tilankäytöstä tulee juuri arkkitehdilta tai sisustussuunnittelijalta ja yhteistyö heidän kanssaan auttaisi paljon ymmärtämään mitä halutaan valaista ja millä tavalla.

Vastausten perusteella huomataan kehitysehdotuksina olevan myös tässä työssä käsiteltäviä asioita. Valaistuslaskentaohjelmien yhteentoimivuutta muiden ohjelmien kanssa pidetään tärkeänä kehityskohtana tulevaisuutta varten. Projektien suunnittelu helpottuisi ja lopputuloksista voisi tulla vieläkin parempia, jos yhteistyötä saisi muutettua jouhevammaksi. Saman asian tekeminen myös lisää huomattavan paljon suunnittelijoiden työmäärää ja toiveena onkin kaikkien pystyvän suunnitella samassa tiedostossa tai ainakin pystyvän hyödyntämään samaa pohjakuvaa.

## **5 CASE OMAKOTITALO: VALAISTUSSUUNNITTELUN TOTEUTTAMINEN TIETOMALLI-KOHTEESEEN ERI VALAISTUSLASKENTA-OHJELMILLA**

Esimerkkikohteeseen tehdään kolme valaistussuunnitelmaa opinnäytetyössä tutkittavilla ohjelmilla. Suunnitelmien avulla selvitetään, kuinka ohjelmien yhteistyö toimii Revit-projekteissa tietomallin kanssa. Näiden suunnitelmien toteuttamisen jälkeen saadaan hyvä kuva siitä, kuinka se kullakin ohjelmalla onnistuu ja millä tavalla. Lopuksi vertaillaan, kuinka kyseisillä ohjelmilla suunnitelman toteuttaminen ja yhteistyö Revitin kanssa onnistui. Vertailussa käydään läpi ohjelmien hyviä ja huonoja puolia. Siinä otetaan huomioon suunnitelmaan käytetty työaika sekä ohjelman käytettävyys tietomallien kanssa. Lopuksi luodaan kaksi erilaista toimintamallia valaistussuunnittelijalle eri valaistuslaskentaohjelmien käyttämisestä.

### **5.1 Suunniteltava kohde**

Esimerkkikohteena suunnitelmissa käytetään Autodesk Revit-ohjelman omaa esimerkkiprojektia. Se on luotu auttamaan suunnittelijoita, jotka harjoittelevat Revit-ohjelman käyttämistä. Voidaan luottaa, että kohde on mallinnettu oikein, eikä suurempia puutteita pitäisi olla.

Kohde on omakotitalo, jossa on oma piha ja autopaikka (kuva 8). Talossa on kaksi kerrosta ja ikkunapintaa rakennuksessa on paljon. Tarkoituksena on suunnitella valaistus isoon keittiöön sekä olohuoneeseen.



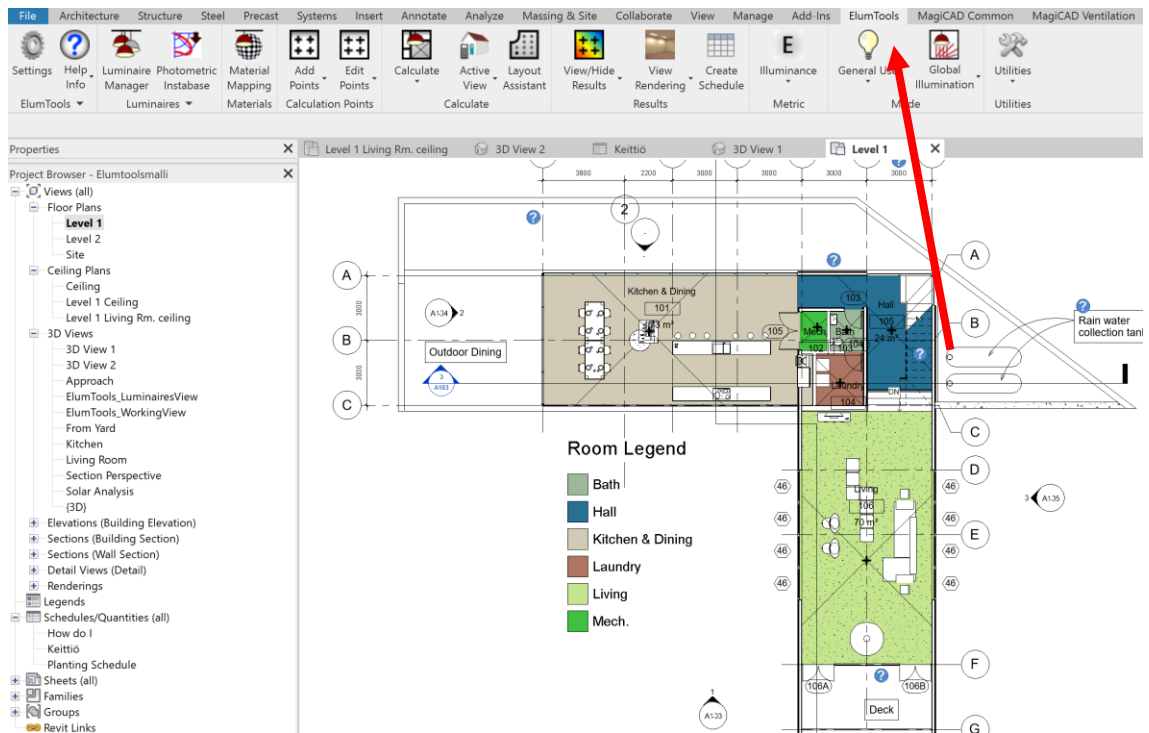
KUVA 8. Esimerkkikohteena toimiva Revit-malli.

## 5.2 Revit ja Elumtools

Lighting Analysts yhtiön kehittämä ratkaisu tietomalliprojekteissa tehtävään valaistuksen suunnitteluun on ollut luoda kokonaan oma lisäosa Revit-ohjelmaan. Sen avulla valaistuslaskenta voidaan tehdä poistumatta Revit-ohjelmasta missään projektin vaiheessa. Luvussa 5.2.1 käydään läpi, kuinka valaistuslaskenta-ohjelma Elumtools toimii Revitin sisällä ja millä tavalla ohjelmasta saadut tulokset pysyvät mukana projektissa.

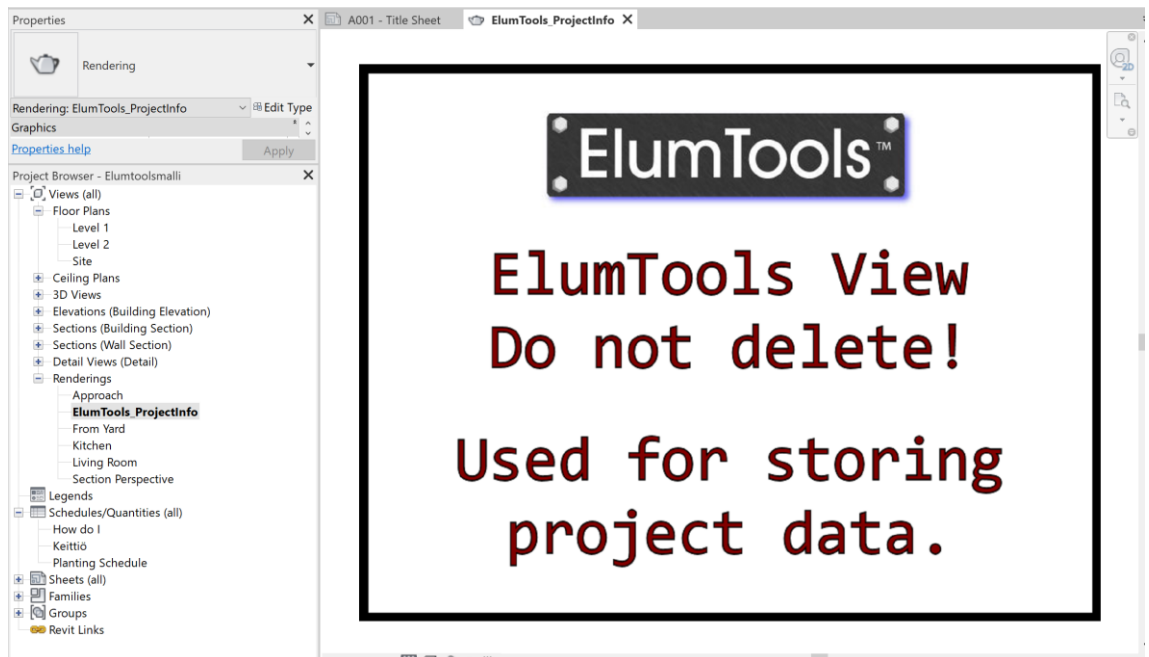
### 5.2.1 Ohjelman käyttäminen ja yhteistyö tietomallin kanssa

Revit-ohjelmassa esimerkkiprojektin käyttäminen on yksinkertaista. Elumtoolsia käyttääkseen on käyttäjän ensin ladattava se koneelle, joko Autodeskin sovelluskaupasta tai yhtiön omilta sivuilta. Asennettu ohjelma ilmestyy Revit-ohjelmaan omana välilehtenä (kuva 9). Asentamisen jälkeen on lisäosa vielä ladattava projektiin. Tämä tapahtuu painamalla "Initialize project" painiketta.



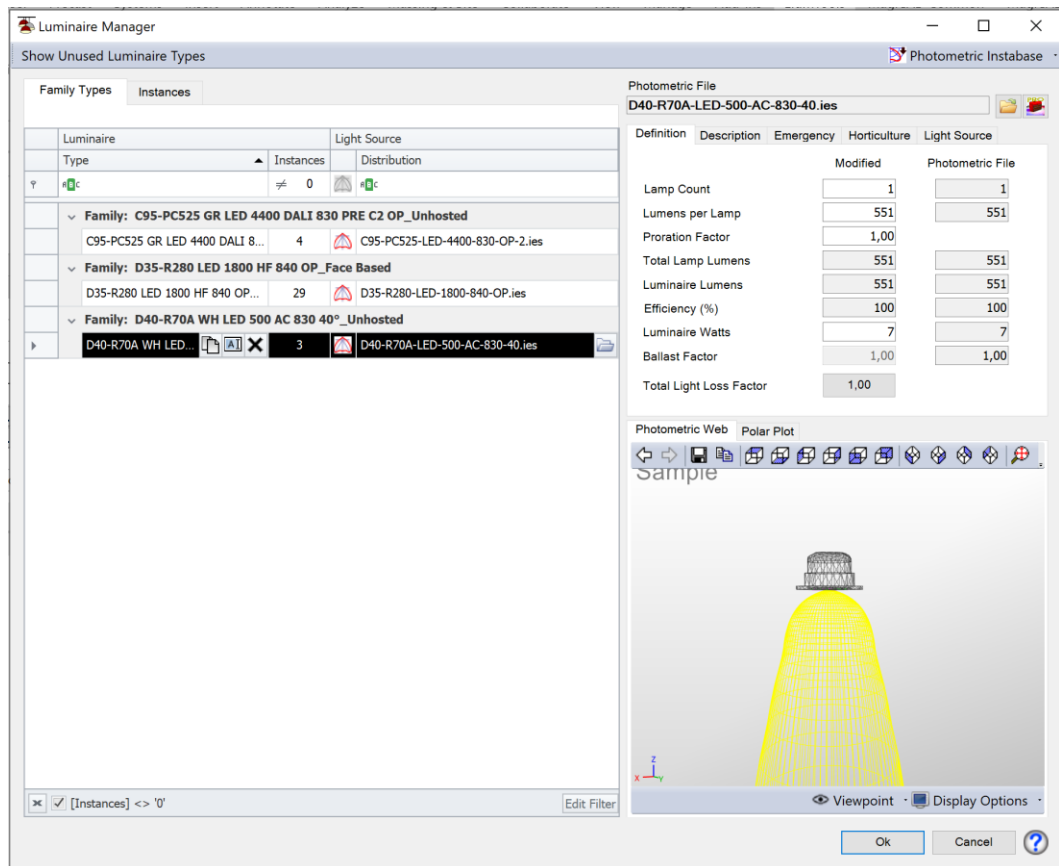
KUVA 9. Elumtools esiintyy Revit-ohjelmassa omana välilehtenä ylävalikossa.

Kun Elumtools on asennettu, ilmestyy Revittiin "Renderings" valikon alle Elumtools\_Projectinfo näkymä. Sitä ei saa poistaa projektista, sillä muuten Revit käsittelee Elumtoolsia, kuin sitä ei olisi asennettu ollenkaan projektiin (Kuva 10).



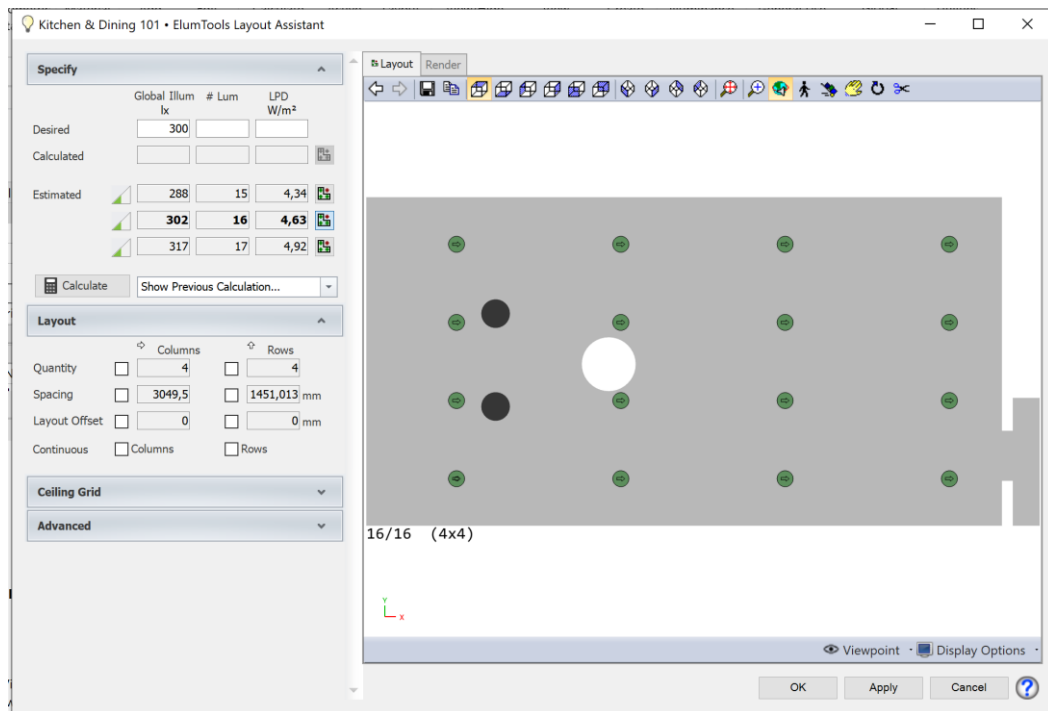
KUVA 10. Elumtools\_Projectinfo näkymä projektipuussa "Renderings" valikon alla.

Valaisinten hallintaan lisäosassa on oma toiminto ”Luminaire Manager”. Sillä voidaan hallita projektissa olevia valaisimia, määrittää niille uusia tietoja ja tuoda valaisimille IES-muodossa valonjakotiedosto. Elumtools ei anna tuoda kuin IES-muotoisia valonjakotiedostoja ja toiminto ilmoittaa millä valaisimilla kyseinen tiedosto sisältyy sen tietoihin ja millä ei (Kuva 11).



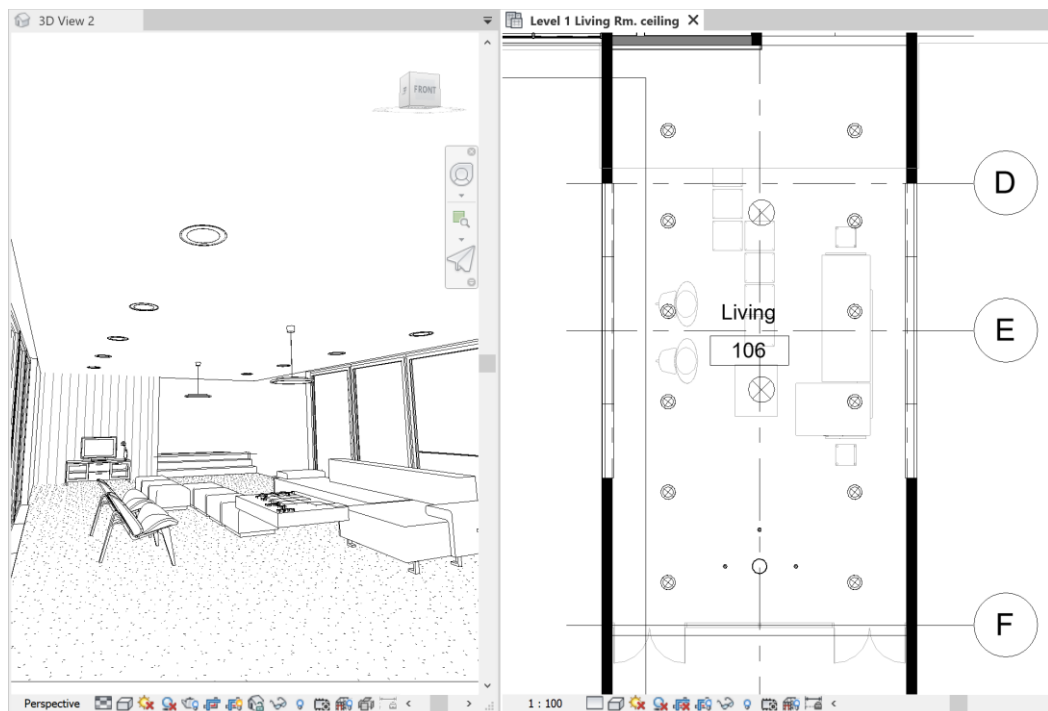
KUVA 11. ”Luminaire manager”-toiminto, jossa voidaan tuoda valaisimelle valonjakotiedosto IES-muodossa esimerkiksi valmistajan sivuilta.

Valaisimien sijoitus kohteeseen onnistuu käyttämällä Elumtoolsin tai Revitin omia toimintoja. Esimerkiksi Elumtoolsista löytyvän ”Layout assistant” toiminnon avulla voi tilaan lisätä valaisimia yksinkertaisesti (kuva 12).



KUVA 12. Elumtoolsin ”Layout assistant” toiminnon oma ehdotus, kuinka sijoittaa valaisimet tilaan halutun luksimäärän saavuttamiseksi.

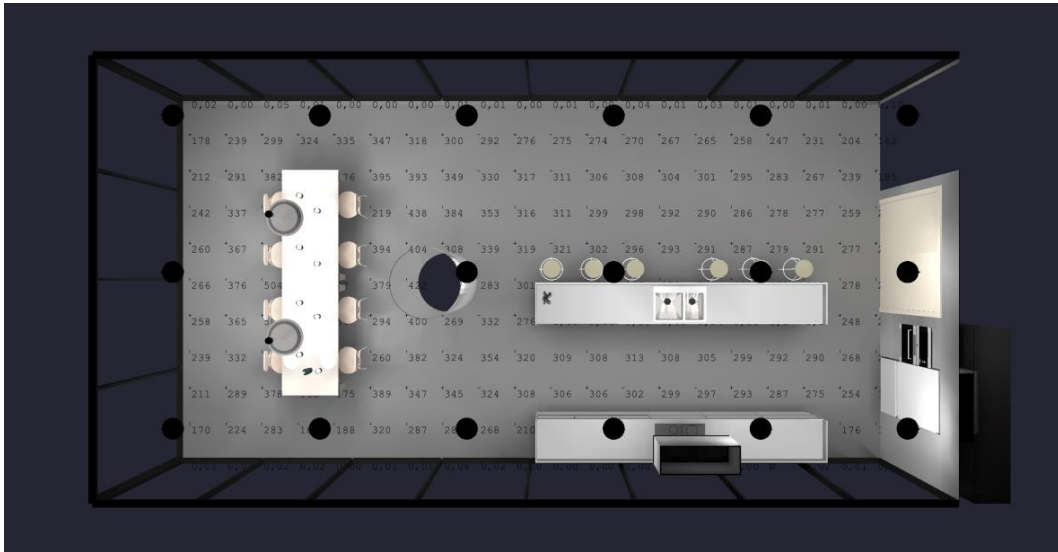
Elumtoolsin avulla sijoitettuja valaisimia voi tarkastella Revitin omissa näkymissä. Kuvassa 13 on Revitissä käytössä jaettu näyttö, jossa on 2D-näkymä tilasta ja toisella puolella 3D-näkymä samasta tilasta.



KUVA 13. Elumtoolsilla tuotujen valaisimien sijaintien tarkistaminen onnistuu Revitin jaetussa näkymässä.

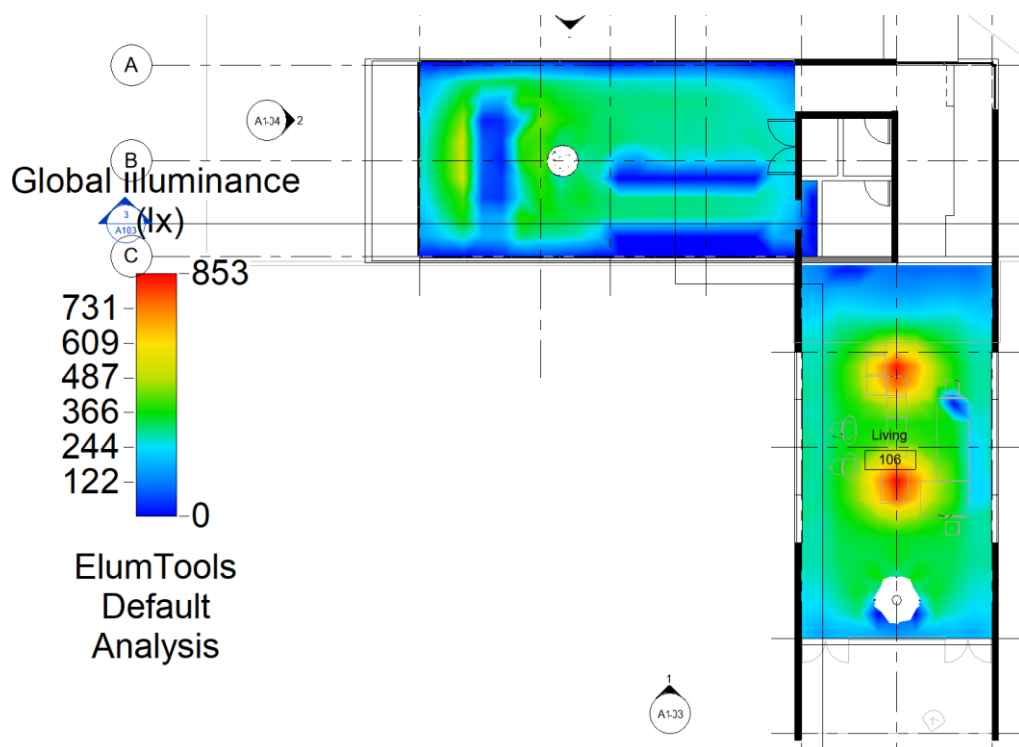


Tiloista laskettuja tuloksia voidaan tarkastella Elumtoolsin omilla toiminnoilla kuten kuvassa 14. Ohjelmassa on monia erilaisia tyylejä, joilla voidaan tuloksia esittää ja tarkastella.



KUVA 14. Elumtoolsin 3D-malli keittiöstä, jossa tulokset voidaan esittää esimerkiksi yksittäisinä luksimäärinä.

Tuloksia voidaan tarkastella myös Revitin pohjakuvassa. Ne saadaan näkymään pohjakuvaan Elumtools välilehden ”show/Hide results” painikkeella (kuva 15).



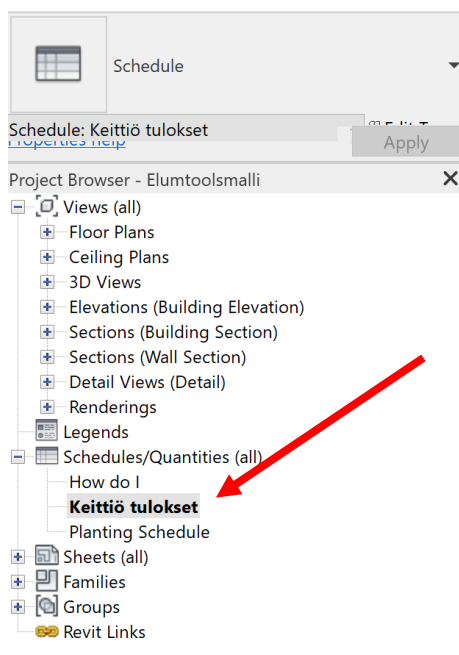
KUVA 15. Tulosten tarkastelua Revitin pohjakuvaan väärvärein.

Kohteen visualisointi ohjelmassa on suuntaa antava ja sillä voidaan tutkia tilaa nopeasti ja havaita mahdolliset ongelmakohdat. Esimerkiksi varjojen hahmottaminen on helppoa visualisoidussa 3D-mallissa (kuva 16).



KUVA 16. Elumtoolsin visualisointi kohteen keittiöstä helpottaa valaistuksen suunnittelua ja sen lopputuloksen määrittämistä.

Tilasta saadut tulokset saadaan näkymään taulukkomuodossa, jota käyttäjä voi muokata haluamansa näköiseksi. Taulukko tuloksista tulee näkyviin Revitin ”Schedules/Quantities” valikon alle (kuva 17).



KUVA 17. Keittiön tuloksista muodostettu taulukko tulee näkyviin Revitin projektipuuun.

## 5.2.2 Yhteenveto ohjelmasta

Elumtools on hyvä ja nopea työkalu työskenneltäessä Revit-ohjelmassa. Se ei vaadi rakennuksen siirtelyä eri ohjelmasta toiseen. Sen avulla voidaan myös hyödyntää juuri sitä tietomallia, jonka arkkitehti on luonut.

Mikäli suunnittelussa tilassa käytetään yhtä valaisintyyppiä, on Elumtoolsilla suunnitteleminen helppoa ja nopeaa. Useampien valaisimien käyttäminen on mahdollista mutta hieman hankalampaa. Ohjelmassa on monia toimintoja, jotka helpottavat käyttäjää sekä nopeuttavat työskentelyä huomattavasti. Vaativampaan ja yksityiskohtaisempaan valaistussuunnitteluun ei ohjelman käyttäminen ole kovin sujuvaa. Niiden tekemisessä kannattaa ottaa käyttöön jokin erillinen valaistuslaskentaohjelma.

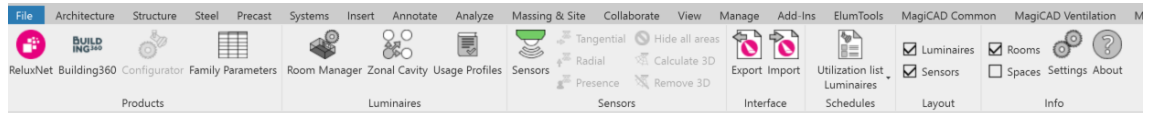
Revit-projektissa Elumtools on hyvä lisäapu varsinkin sähkösuunnittelijalle, jonka työnkuvaan kuuluu tehdä osittain myös valaistussuunnittelua. Ohjelmaan on hyviä oppaita saatavilla yhtiön kotisivuilla ja niiden avulla opetteleminen on helppoa. Yleisesti Elumtoolsin ja Revitin käyttäminen vaatii käyttäjältä erilaisen ajattelutavan kuin muissa suunnitteluohjelmissa.

## 5.3 Relux ohjelmat

Reluxin tapa toteuttaa yhteistyö tietomallien kanssa on yhtiön luoma lisäosa Revit-ohjelmaan. Sen avulla voi tuoda ja viedä valaisimia ohjelmien välillä ja tämä nopeuttaa ja helpottaa yhteistyötä Revitin ja valaistuslaskentaohjelman välillä. Luvussa 5.3.1 käydään läpi, kuinka ohjelmien välinen siirto toimii ja millä tavalla ohjelmalla voi olla mukana tietomalliprojektissa esimerkkikohteen avulla.

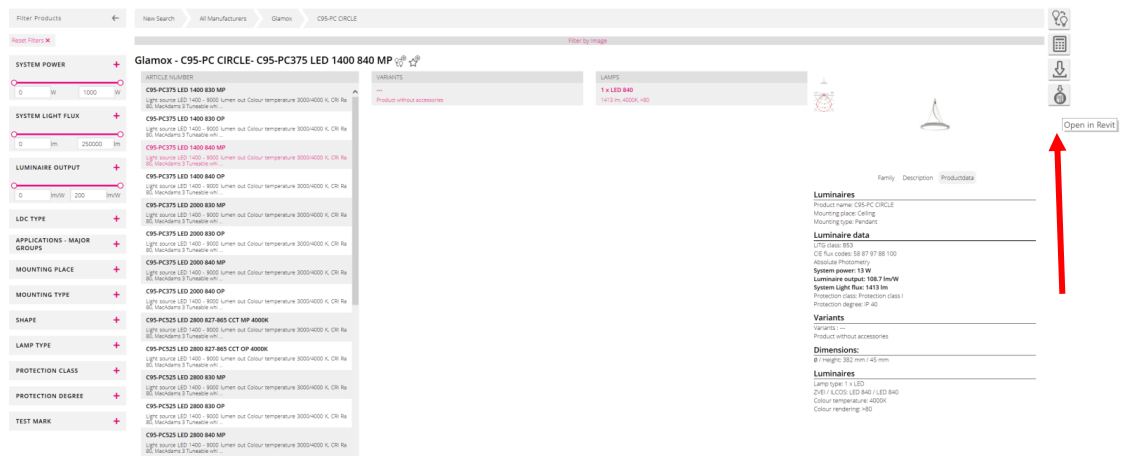
### 5.3.1 Ohjelman käyttäminen ja yhteistyö tietomallin kanssa

ReluxCad for Revit lisäosan lataaminen onnistuu samalla tavalla kuin Elumtoolsin lataaminen Autodeskin sovelluskaupasta. Ohjelman ladattua ja asennettua se ilmestyy Revitin yläpalkkiin omana välilehtenä sisältäen omat toiminnot (kuva 18).



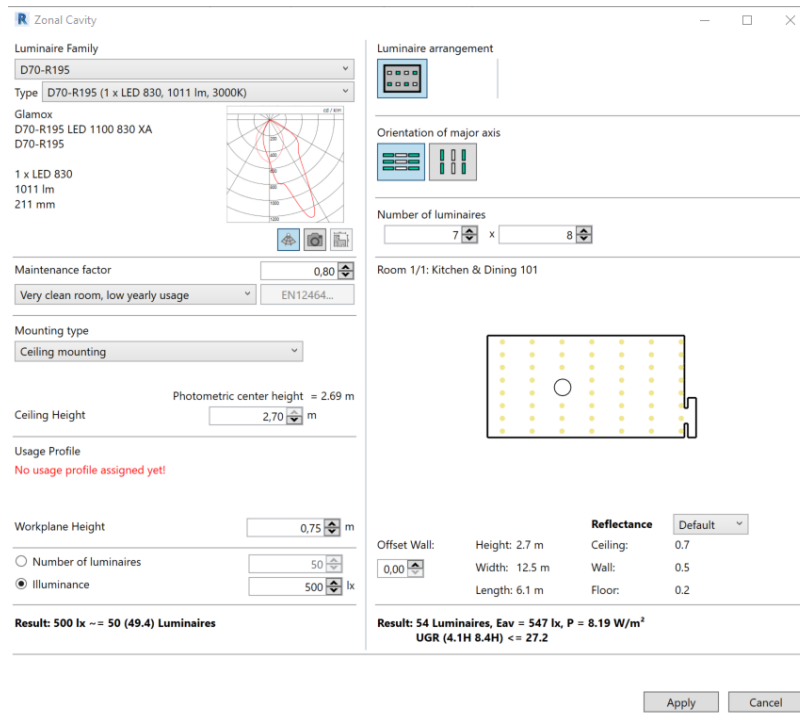
KUVA 18. Relux välilehti Revitissä näkyvissä ja sen toiminnot.

Reluxnetistä on käyttäjän helppo etsiä valaisimia tiloihin käyttäen hakutoimintoja. Valaisimen löydettyään voi käyttäjä siirtää valaisimen suoraan projektiin painamalla ”Open in Revit” painiketta (kuva 19).



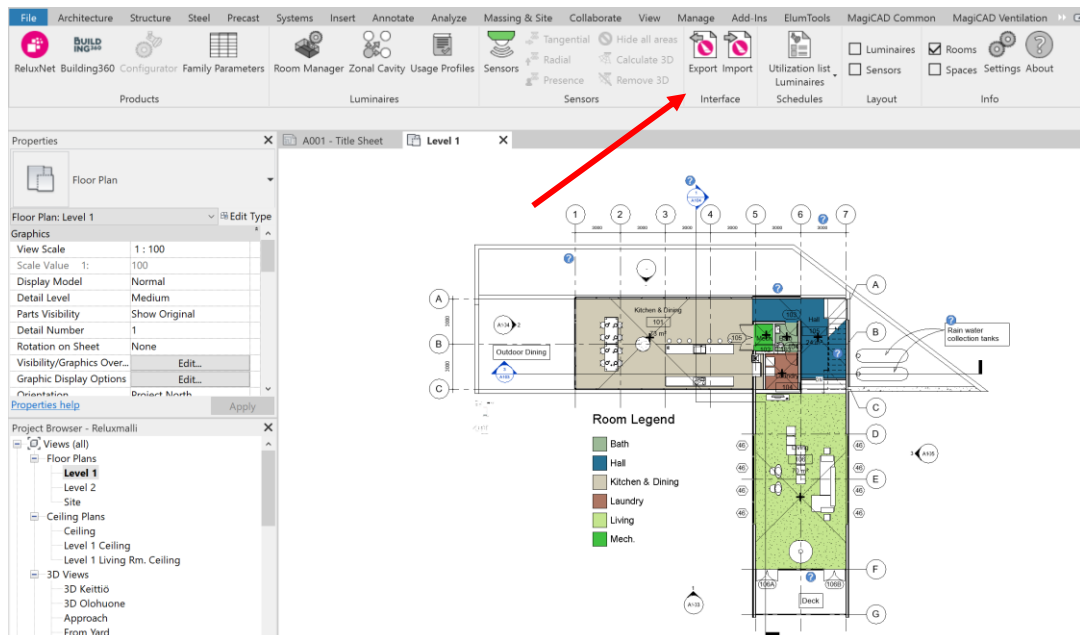
KUVA 19. Haluttu valaisin tuodaan Revittiin painamalla ”Open in Revit”.

ReluxCad for Revit lisäosan toiminnoilla voi valaisimia sijoittaa tiloihin jo Revit-ohjelmassa. Valaisimien sijoituksen voi tehdä myös vasta varsinaisen valaistuslaskentaohjelman toiminnoilla (kuva 20).



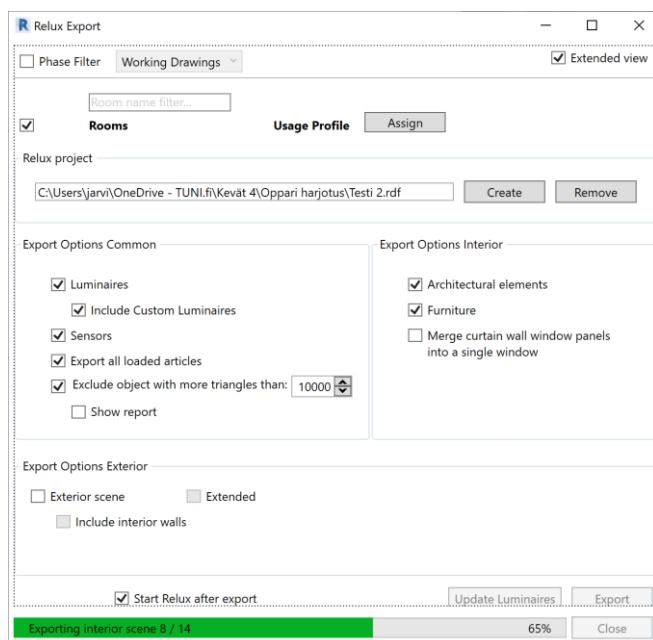
KUVA 20. ReluxCad for Revit lisäosan ”Zonal cavity”-toiminto, joka laskee kuinka monta valaisinta täytyy tilaan asentaa täyttääkseen halutun luksimäärän.

Siirto Revitistä varsinaiseen valaistuslaskentaohjelmaan toteutetaan lisäosasta löytyvällä ”Export” toiminnolla. Sillä luodaan halutuista tiloista tai koko rakennuksesta Relux-projekti, joka voidaan avata ReluxDesktopissa (kuva 21).



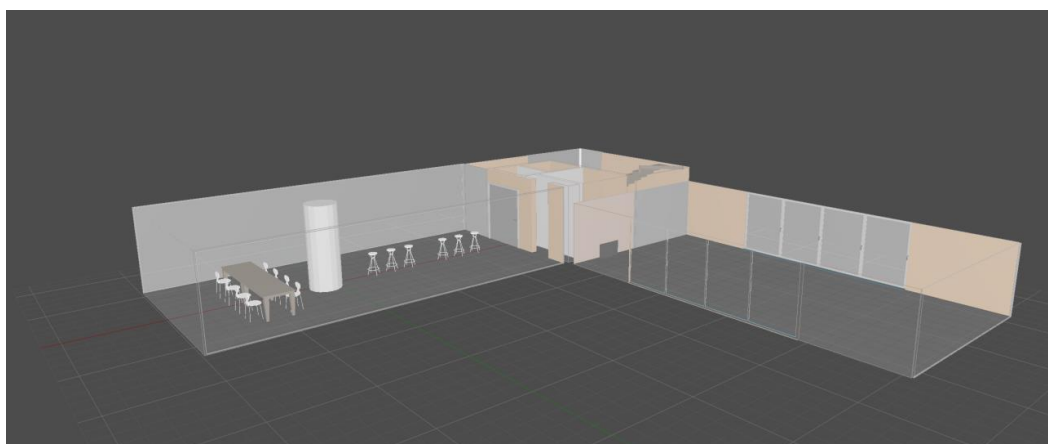
KUVA 21. ReluxCad for Revit lisäosasta löytyvillä ”Export” ja ”Import” toiminnolla voidaan tuoda tai viedä Relux-projekti Revittiin tai toiseen ohjelmaan.

”Export” toiminnossa on mahdollista valita mitä toiseen ohjelmaan halutaan viedä ja kuinka tarkasti. Vaihtoehtoina on viedä esimerkiksi vain yksittäisiä tiloja tai koko rakennus toiseen ohjelmaan laskettavaksi. Valaisimien lisäksi voidaan tiloista viedä myös huonekalut ja muut isommat esineet. Toiminnon suorittamisen jälkeen viedyt tilat avautuvat ReluxDesktop-ohjelmassa (kuva 22).



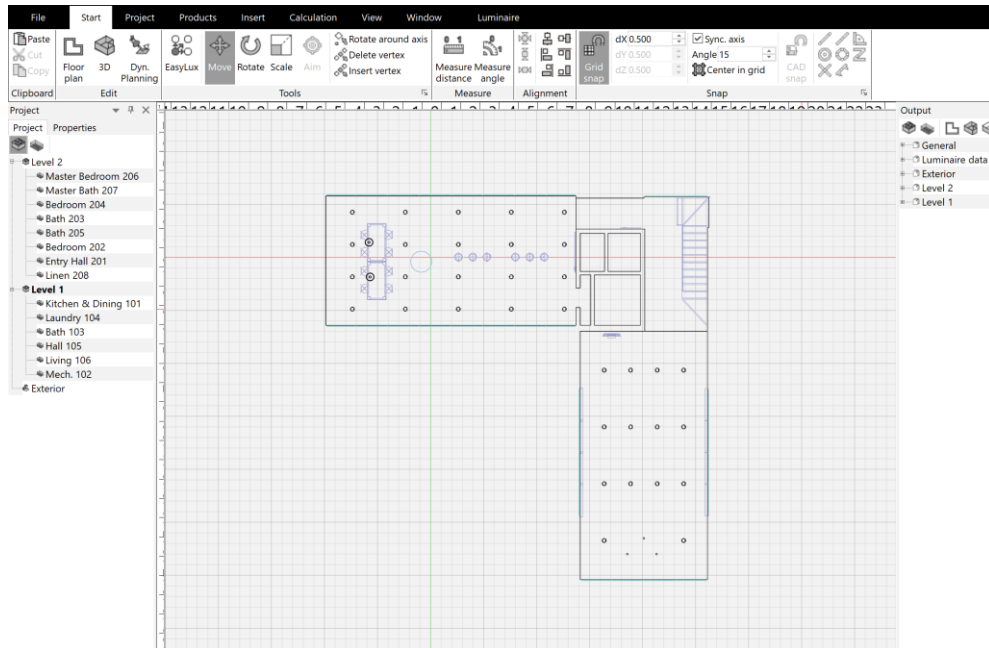
KUVA 22. Export-toiminto, jossa on mahdollista valita mitä siirron yhteydessä luotavaan Relux-projektiin sisällytetään.

ReluxDesktop-ohjelmassa tuotuja tiloja voi tarkastella 3D-mallina ja mallista huomaa nopeasti joidenkin kalusteiden puuttumisen, vaikka siirron yhteydessä tarkoituksena oli tuoda tilat kalusteineen (kuva 23).



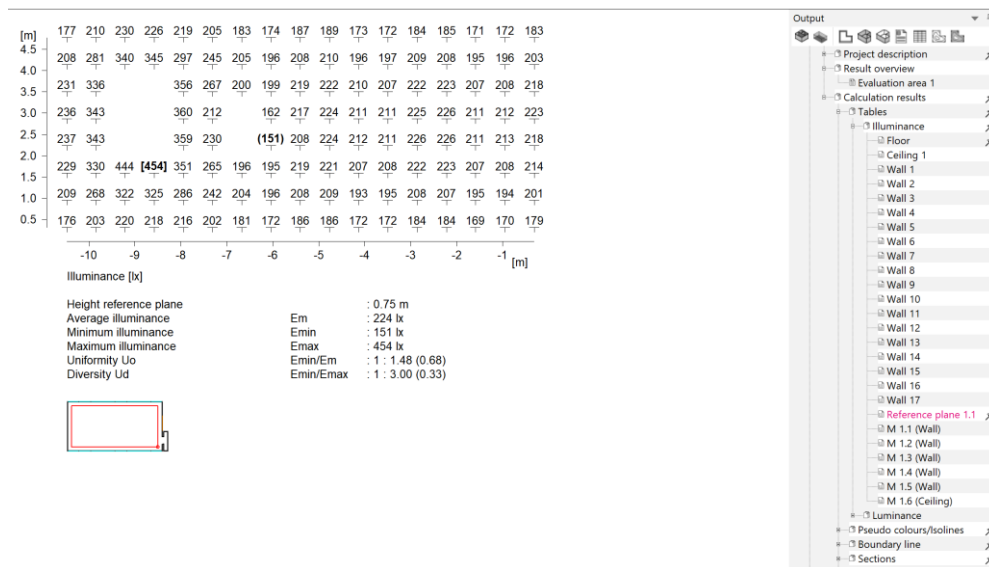
KUVA 23. Tuoduissa tiloissa ei ole kaikkia kalusteita mukana, esimerkiksi olohuoneessa on vain televisio.

Tiloihin voidaan tehdä muokkauksia ja valaisimia lisätä tai siirtää. ReluxDesktopin oma käyttöliittymä on selkeän näköinen ja siitä on helppo ymmärtää mitä voi tehdä missäkin toiminnossa ja välilehdessä (kuva 24).



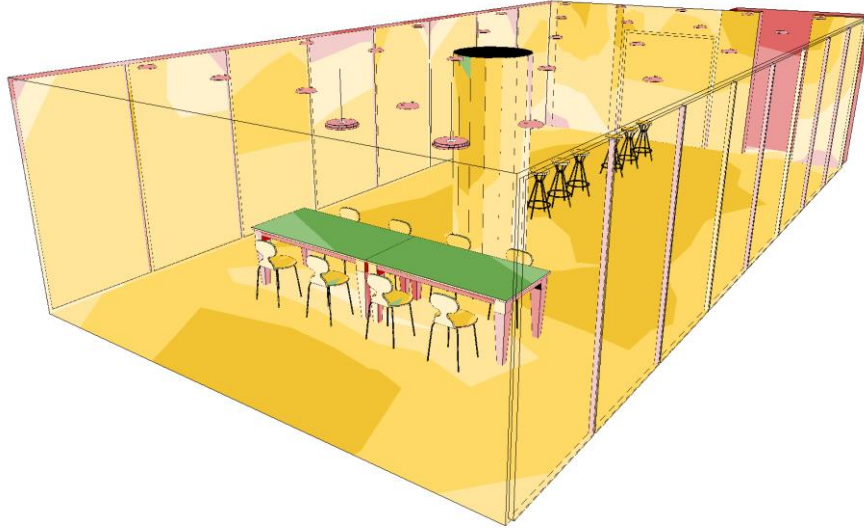
KUVA 24. ReluxDesktop käyttöliittymä on selkeän ja helppokäyttöisen näköinen.

Ohjelma muodostaa laskentatyökaluilla tehdyistä laskuista ja niistä saaduista tuloksista omat dokumentit. Käyttäjä voi muokata dokumentteja ja esittää niissä erilaisia tuloksia eri tavoin (kuva 25).



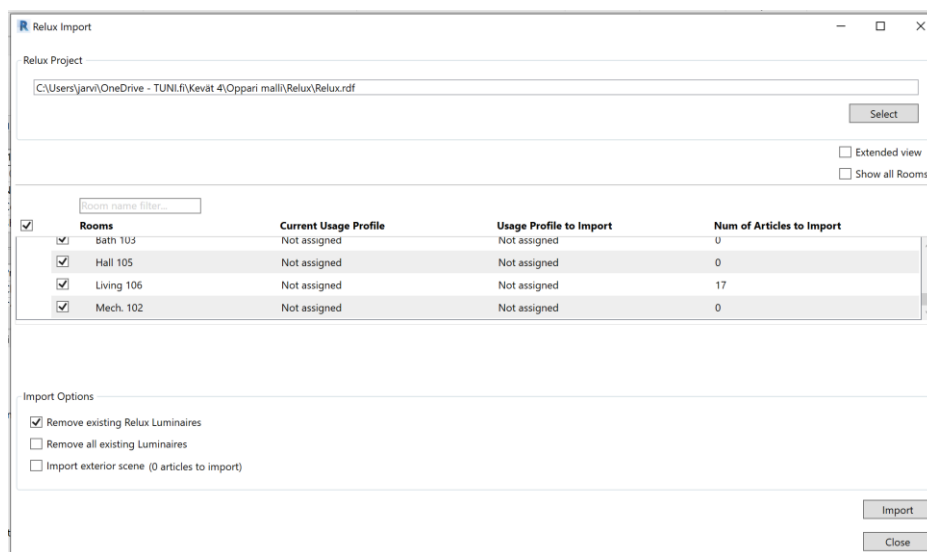
KUVA 25. Keittiön tulokset esitettynä yksittäisinä luksimäärinä.

Tiloista saatuja tuloksia ja yleisesti valaistuksen laatua voi myös tutkia ja tarkastella 3D-mallissa (kuva 26).



KUVA 26. 3D-mallissa voi tutkia tilan valaistusta tai sen tuloksia esimerkiksi vääräväreillä kuvattuna.

Saaduista tuloksista luodut dokumentit käyttäjä voi ladata itselleen PDF-muodossa. Projektin tallentamisen jälkeen tallennettu projekti avataan Revitissä ”Import” toiminnolla (kuva 27).



KUVA 27. Import toiminnossa valitaan mitä halutaan tuoda Relux-projektista takaisin Revittiin.

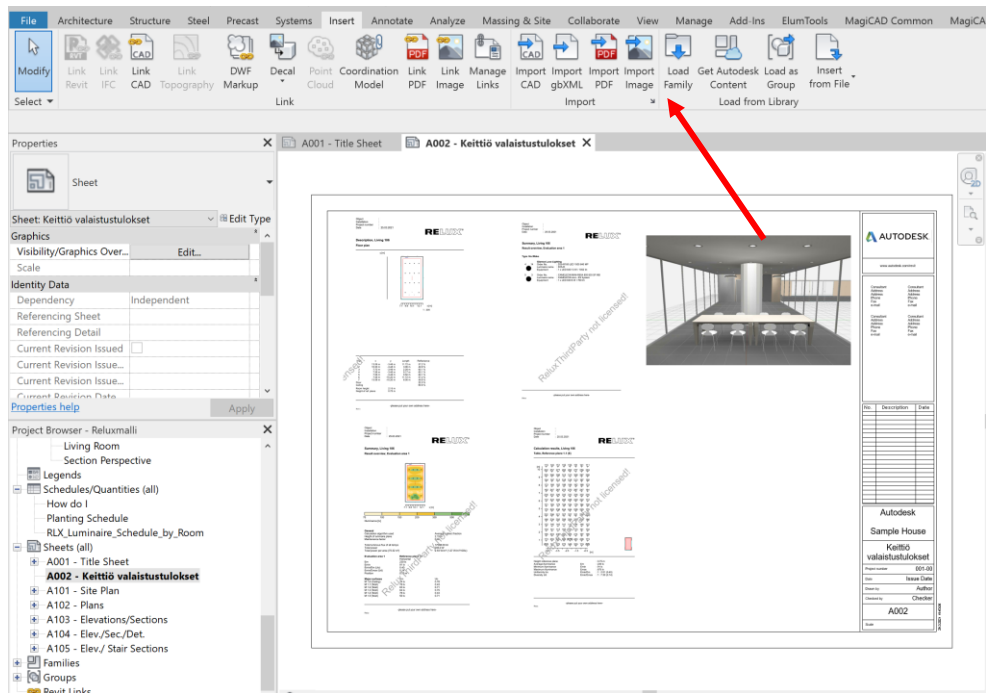


Revit-tuonnin yhteydessä voidaan valita mistä tiloista tuodaan valaisimia projektiin. Tiedosto, josta tuodaan tilojen valaisimia takaisin, on oltava sama kuin projektista tehty Relux-projekti. Jos tilojen valaisimien paikkoja tai määriä muutettiin niin ne muuttuvat myös Revitissä vastaamaan muutoksia. Valaisimien sijoittumisen tilassa voi tarkistaa Revitin 3D-näkymässä (kuva 28).



KUVA 28. Revitin 3D-näkymä keittiöstä ja sen katossa olevista valaisimista.

ReluxDesktop-ohjelmassa lasketut tulokset saadaan tuotua Revittiin Insert välilehdeltä löytyvällä "Import PDF" toiminnolla. Toiminnossa valitaan mitä PDF-tiedostoja halutaan tuoda yksitellen projektiin kuvina. Kuvat ovat helppo liittää erilliselle näkymälle projektissa ja siihen voi lisätä esimerkiksi myös visualisoinnin valaistuksesta (kuva 29).



KUVA 29. Valaistustulosten tuominen Revit-ohjelmaan ja niiden esittäminen omassa näkymässä.

### 5.3.2 Yhteenvedo ohjelmasta

Relux on kehittänyt hyödyllisen ja nopean tavan tehdä valaistussuunnittelua tietomallien kanssa lisäosan avulla. Se tuo mahdollisuuden suunnitella valaistusta Revit-projektissa käyttämällä erillisen valaistuslaskentaohjelman ominaisuuksia.

Reluxin kehittämä maksullinen lisäosa toimii hyvin ja sen muodostama yhteys erilliseen laskentaohjelmaan on sujuva. Rakennus, joka siirtyy erilliseen ohjelmaan saattaa olla hieman vajavainen esineiden ja huonekalujen suhteen. Siitä saattaa aiheutua lisää työtä valaistussuunnittelijalle. Laadukkaampien visualisointien takia malliin voi joutua mallintamaan esineitä, jotta niistä saataisiin luotua realistisia kuvia.

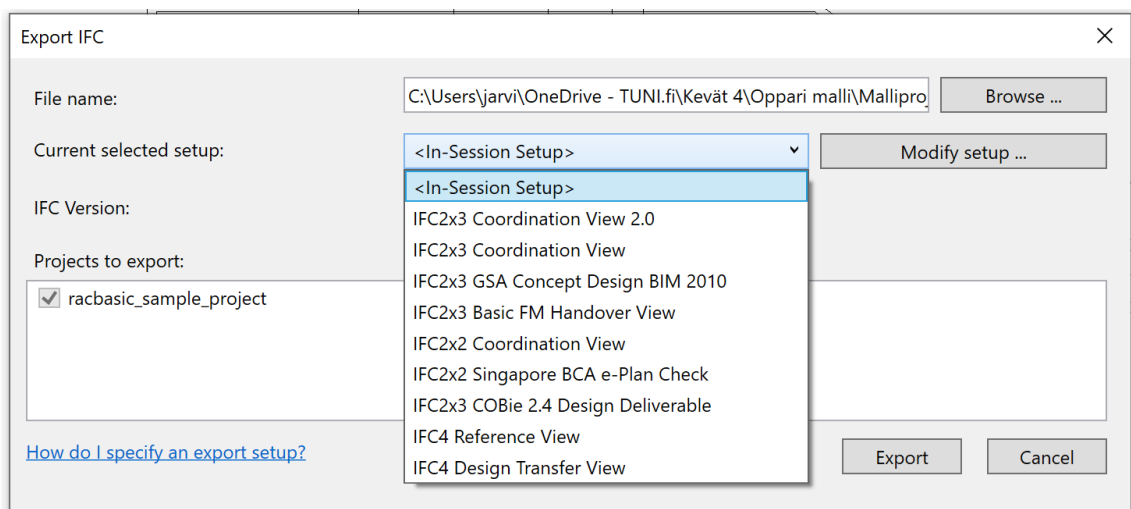
Yleisesti ohjelmat ovat selkeitä käyttää ja niillä saa tehtyä valaistuksen suunnittelua sekä laskentaa kohteeseen. Tarkempi valaistussuunnittelu onnistuu Reluxin erillisessä ReluxDesktop-ohjelmassa. Tulosten siirtyminen suoraan siirron yhteydessä olisi hienoa, mutta myös nykyisellä tyylillä se onnistuu melko vaivattomasti.

## 5.4 Dialux Evo

Dial yhtiön ratkaisu toteuttaa yhteistyö valaistuslaskentaohjelman ja tietomallin välillä on IFC-tiedoston lisääminen Dialux Evo valaistuslaskentaohjelmaan. Tällä ominaisuudella ohjelmassa voidaan hyödyntää suoraan tehtyä kohdetta ilman itse tehtyä mallintamista. Luvussa 5.4.1 käydään läpi, kuinka IFC-tiedoston tuominen onnistuu ja millaisella tavalla ohjelmalla voi olla mukana tietomalliprojektissa.

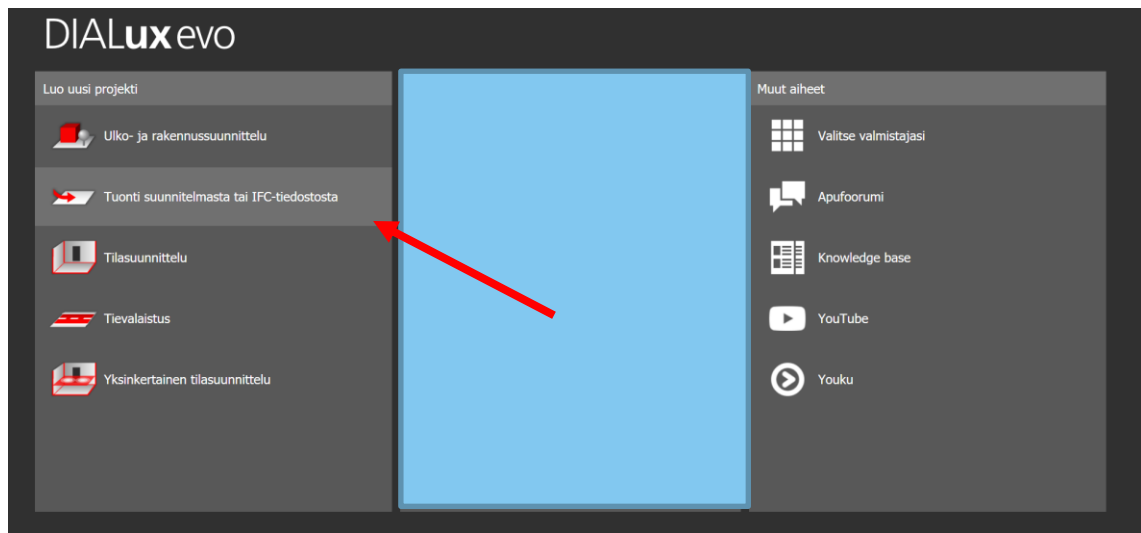
### 5.4.1 Ohjelman käyttäminen ja yhteistyö tietomallin kanssa

Dialux Evon ja Autodesk Revitin yhteistyö toimii IFC-tiedoston avulla. IFC-tiedoston luominen Revitissä tapahtuu sen omalla toiminnolla. Revitissä täytyy olla 3D-näkymä päällä luodessa IFC-tiedostoa, jotta ohjelma antaa luoda sen (kuva 30).



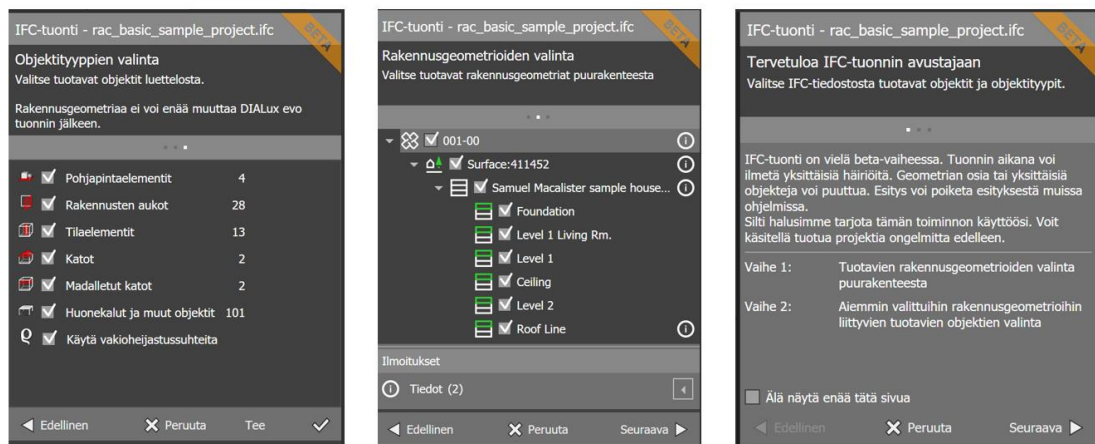
KUVA 30. IFC-tiedoston luonti käyttäen Revit-ohjelman omaa toimintoa.

Dialux Evossa on mahdollisuus tuoda IFC-tiedosto vain IFC 2X3-muodossa ja uudempaa IFC 4-muotoa ei ole vielä mahdollista tuoda. Tuodakseen Dialux Evoon IFC-tiedoston on se tuotava omana projektinaan ohjelmaan (kuva 31).



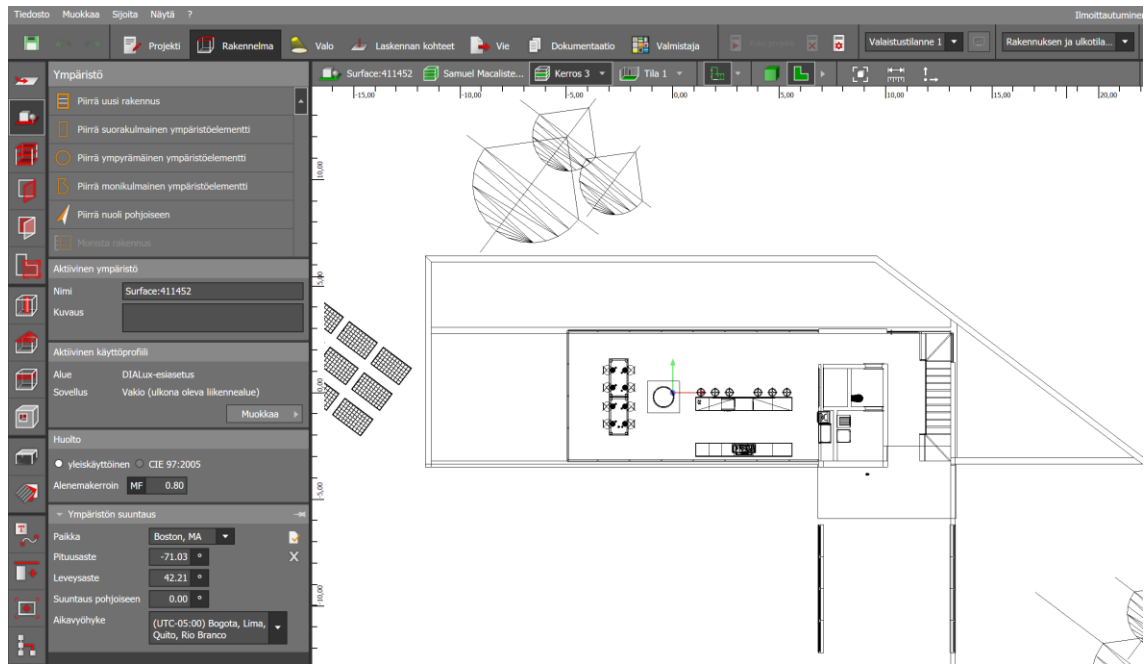
KUVA 31. IFC-tiedoston tuominen Dialux Evoon ”Tuonti suunnitelmasta tai IFC-tiedostosta” kohdasta.

IFC-tiedoston tuominen on vielä kehitysvaiheessa, vaikka kyseinen ominaisuus on ollut jo useamman vuoden mahdollisuutena Dialux Evossa. Tiedostontuonnin yhteydessä on mahdollista valita mitä rakennusgeometriaa halutaan tuoda suunnitelmaan sekä objektien määrä (kuva 32).



KUVA 32. IFC-tiedoston tuontiin liittyvät mahdollisuudet.

Ohjelman käyttöliittymä on selkeä ja helppokäyttöinen sekä sen välilehdet ovat selkeät ja havainnollistavat (kuva 33).



KUVA 33. Dialux Evon käyttöliittymä on selkeä ja helposti käytettävä.

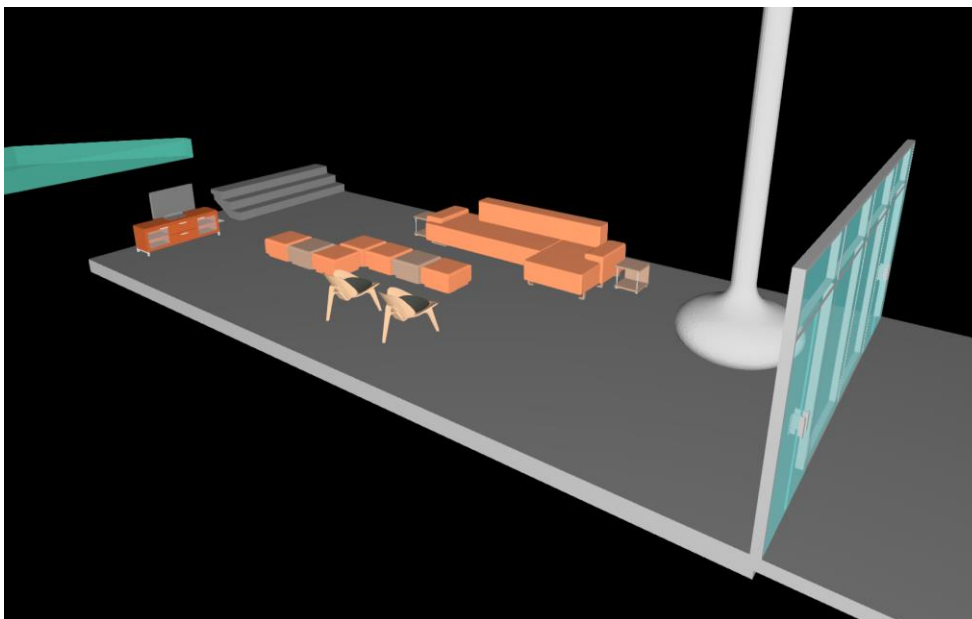
Tuodusta IFC-tiedostosta muodostettu rakennus on tarkka ja sisältää kaikki huonekalut, joita on alkuperäisessä mallissa. Tämä helpottaa huomattavasti yksityiskohtaisempaa suunnittelua (kuva 34).



KUVA 34. Tuotu IFC-malli näyttää samalta kuin alkuperäinen mallikin ja se sisältää kaikki objektit.

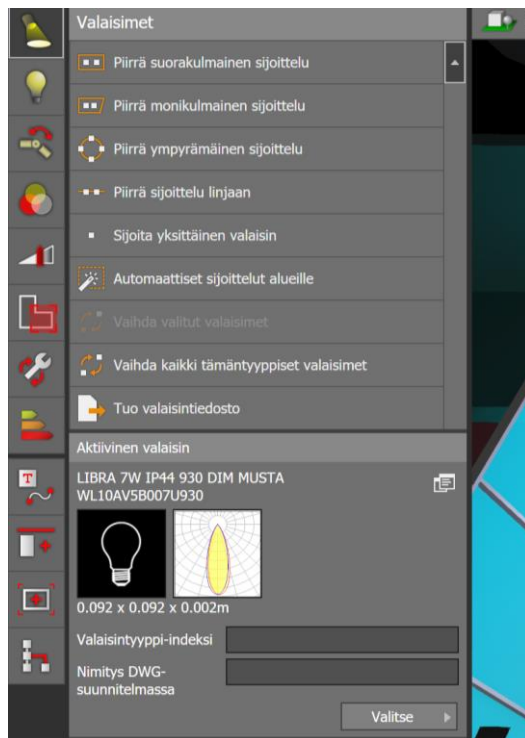
Dialux Evossa kerrosten ja tilojen määrittelyminen on helppoa, kun se tehdään alusta asti samassa ohjelmassa. Tuodussa IFC-mallissa kerrosten määrittely voi

olla erilaista ja aiheuttaa jonkin verran sekavuutta. Tuodussa rakennuksessa olohuoneen osa objekteista on eri kerroksessa kuin muut ja se näyttää kerrosten katselussa hieman sekavalta (kuva 35).



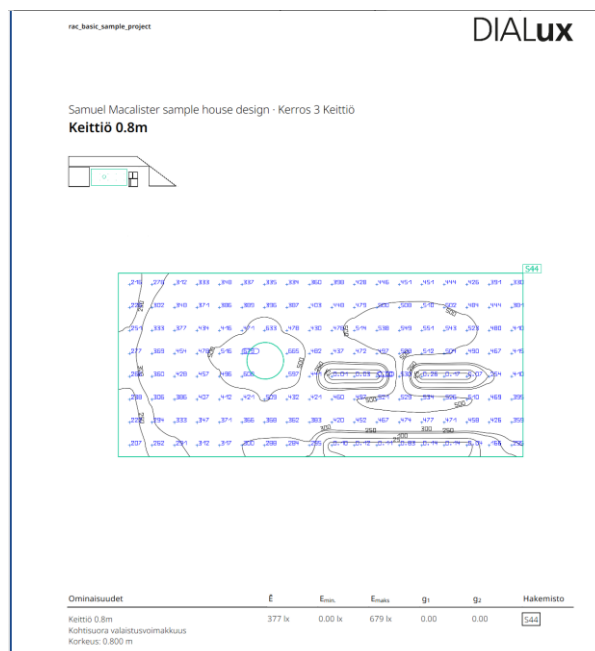
KUVA 35. Olohuoneen objektien puuttuminen aiheuttaa pientä sekavuutta kerrosnäkymissä.

Valaisimien lisääminen kohteeseen onnistuu helposti käyttäen ohjelman omia toimintoja. Valaisimien tiedot voi tuoda ohjelmaan joko, sen omasta valaisinkirjastosta, käyttäjän omista tiedostoista tai valaisin valmistajien sivuilta suoraan (kuva 36).



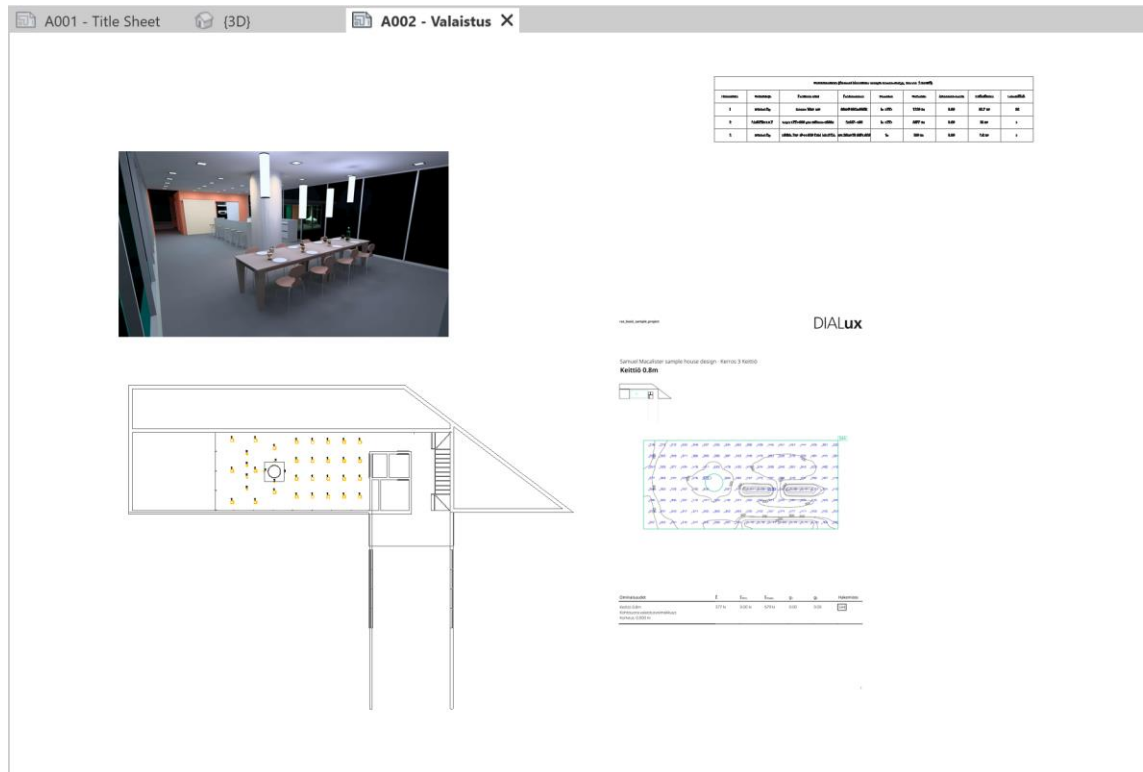
KUVA 36. Valaisimet on helppo tuoda projektiin käyttäen Dialux Evon omia toimintoja.

Ohjelmalla suoritettujen laskelmien tulokset eri tiloihin saadaan näkyviin Dokumentaatio välilehdellä. Dokumentaatioissa voi valita millaisia tietoja niissä halutaan esittää kohteesta (kuva 37).



KUVA 37. Keittiöstä saatujen tuloksien esittäminen yksittäisinä pisteinä luksimäärillä.

Saatuja tuloksia on mahdollista tulostaa ja tallentaa monessa eri tiedostomuodossa. Takaisin Revittiin ei Dialux Evosta suoraan saa tuloksia tuotua, mutta ne voidaan tuoda kuvina Revitin erilliselle näkymälle (kuva 38).



KUVA 38. Revit-ohjelman erillinen näkymä (sheet) sisältää keittiön laskentatulokset, visualisoinnin, valaisinluettelon ja valaisinpistekuvat.

#### 5.4.2 Yhteenveto ohjelmasta

Dial kehitti ensimmäisenä valaistuskalkulaatioohjelmaan mahdollisuuden tuoda IFC-tiedosto ja se on käytännöllinen keino toimia tietomallien kanssa yhteistyössä. IFC-tiedosto on usein tarkka kopio alkuperäisestä mallista ja se mahdollistaa yksityiskohtaisen suunnittelun kohteeseen.

IFC-tiedoston tuomisessa voi olla omat ongelmat ja se onkin riippuvainen alkuperäisestä mallista ja siitä, kuinka hyvin se on luotu. Esimerkkinä käytetty valmis esimerkkikohte on suhteellisen hyvin tehty eikä siinä ole isompia ongelmia. Joi-tain pieniä ongelmia koskien kerrosrajoja ja niiden määrittelemistä on, mutta ne eivät suunnittelutyötä häiritse.



Suunnitteleminen ohjelmalla on helppoa ja monipuolista verrattuna työssä käsiteltäviin kahteen muuhun valaistuslaskentaohjelmaan. Dialux Evo on työssä käytetyistä ohjelmista tutuin tämän työn tekijälle ja se voi vaikuttaa osittain käyttökokemukseen.

Dialux Evo toimii samalla tavalla kaikkien suunnitteluohjelmien kanssa, joissa voi luoda IFC-tiedoston. Muissa työssä tutkittavissa valaistuslaskentaohjelmissa ei vastaavaa mahdollisuutta ole ja se on Dialux Evolle suuri etu muihin ohjelmiin verrattuna.

## **5.5 Vertailu ja yhteenveto valaistuslaskentaohjelmien toimivuudesta tietomallien kanssa**

Käsiteltävistä valaistuslaskentaohjelmista vertaillaan niiden ominaisuuksia toimia tietomallien kanssa. Vertailtavia asioita ovat esimerkiksi, kuinka helposti ja nopeasti ohjelmilla voi tehdä valaistuslaskentaa. Vertailussa käsitellään myös sitä, millainen oli yleinen käyttökokemus ohjelmien käyttämisestä. Suunnitteluun ja laskentaan kuluva aika voi olla merkittävä osa kiireisiä projekteja, joissa usein aikaa on vähän. Vertailu perustuu opinnäytetyön tekijän omiin mielipiteisiin ohjelmista, joita on kertynyt työtä tehdessä ja Case-kohdetta suunnitellessa.

Elumtools-ohjelman vahvuudet muihin vertailtuihin ohjelmiin on sen toimivuus suoraan Revit-ohjelmassa. Rakennusta tai sen tiloja ei tarvitse siirtää missään vaiheessa suunnittelutyötä ja kaikki laskennat voidaan suorittaa Revitissä. Rakennuksen rakenteelliset ja muut muutokset päivittyvät Elumtoolsiin välittömästi, eivätkä ne aiheuta lisää työtä valaistussuunnittelijalle kuin tulosten uudelleen laskemisen. Elumtoolsin heikkous on mahdollisuus tuoda valonjakotiedostoja vain IES-muodossa ja tämä ominaisuus voi hieman rajoittaa valaisin vaihtoehtoja. Myöskään Elumtoolsin oma valaisinkirjasto ei sisällä esimerkiksi Suomen markkinoilta melkein yhtäkään valaisinvalmistajaa.

Ajallisesti Elumtoolsilla on vertailtavista ohjelmista nopein tehdä valaistuslaskenta yksinkertaiseen kohteeseen Revit-projektissa. Mahdolliset muutokset kohteeseen eivät lisää työmäärää suuresti valaistussuunnittelijalle.

Relux-ohjelmien vahvuus tietomallien kanssa on yhtiön kehittämä lisäosa Relux-Cad for Revit. Sen avulla yhteistyö Revit-ohjelman ja varsinaisen valaistuslaskentaohjelman ReluxDesktopin välillä on sujuvaa. Rakennuksen halutut tilat ja valaisimet saadaan siirtymään ohjelmasta toiseen tämän avulla. Ohjelmasta saatavia tuloksia ei ole mahdollista lisäosalla siirtää. Tämä aiheuttaa hieman lisää työtä suunnittelijalle mutta mahdollisuus tallentaa tulokset PDF-tiedostoiksi auttaa tässä ongelmassa.

Relux-Ohjelmilla valaistuslaskenta on suhteellisen nopeaa tehdä lisäosan ansiosta. Työvaiheita tulee hieman enemmän kuin Elumtoolsilla suunniteltaessa mutta ajallisesti ero ei ole suuri. Mahdolliset muutokset kohteessa lisäävät suunnitteluun ja laskentaan kuluva aikaa, sillä muutoksien jälkeen on rakennus tai sen tilat siirrettävä jälleen laskettavaksi erilliseen ohjelmaan.

Dialux Evon vahvuus tietomallien kanssa on mahdollisuus tuoda IFC-tiedosto ohjelmaan. Heikkoutena ohjelmassa on sen toimimattomuus toiseen suuntaan. Ohjelmasta ei voi viedä takaisin tietomalliin mitään tietoa. Kaikki tietomalliin siirrettävät tuotteet on sijoitettava manuaalisesti esimerkiksi valaisinpistekuvien avulla. Tulokset ja visualisoinnit ovat mahdollista tuoda varsinaiseen suunnitteluohjelmaan kuvamuodossa näkyviin.

Suunnittelu- ja laskentatoiminnot Dialux Evossa ovat hyvällä tasolla ja se onkin ohjelmista monipuolisin sekä omalla tavalla nykyaikaisin toiminnoiltaan. Ajallisesti ohjelman toiminnot ovat hitaimmat työskennellä tietomallien kanssa. Hitaus ja suuri työmäärä muihin ohjelmiin nähden, johtuu jatkuvasta IFC-tiedoston uudelleen tuomisesta Dialux Evoon. IFC-tiedosto tarvitsee tuoda aina uudestaan mahdollisten muutosten tullessa alkuperäiseen malliin. IFC-tiedostoa ei voi päivittää vanhaan projektiin, vaan se avautuu uutena projektina ja samat valaisinten sijoitukset sekä laskentapinnat ovat tehtävä uudestaan. Tämä vaihe on Dialux Evossa selvästi hitain vertailtavista ohjelmista ja se vaatisi päivitystä tai muutoksia muuttuakseen paremmaksi.

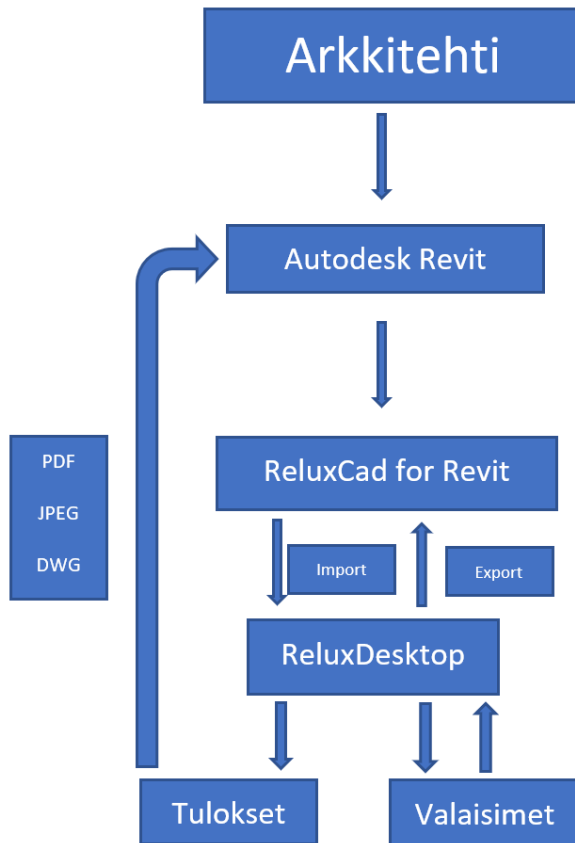
## **6 TOIMINTAMALLIN LUOMINEN KYSELYTUTKIMUKSEN JA CASE-KOHTEESEEN TEHTYJEN VALAISTUSSUUNNITELMIEN AVULLA**

Opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena oli luoda toimintamalli valaistuslaskentaohjelmien käytöstä työskenneltäessä tietomalliprojektissa. Toimintamallin tarkoitus on selvittää, kuinka valituilla ohjelmilla voi toimia tietomallin kanssa ja millainen työjärjestys silloin on suositeltavaa. Toimintamallissa esitetään kaksi erilaista ratkaisua. Ensimmäisessä mallissa arkkitehti käyttää suunnittelussa Autodesk Revit-ohjelmaa. Toisessa mallissa suunnitteluohjelmana käytetään jotakin muuta suunnitteluohjelmaa, jossa saa IFC-tiedoston luotua. Liitteessä 2 on toimintamalli kokonaisuudessaan esitettynä ja luvuissa 6.1 ja 6.2 kerrotaan, miksi valittiin kyseinen ohjelma käytettäväksi.

Ohjelmiksi toimintamalliin valikoitui Relux-ohjelmat ja Dialux Evo. Ohjelmilla on erilaiset lähestymistyyliyt yhteistyöhön tietomallien kanssa ja yhtiöiden valaistuslaskentaohjelmien ominaisuudet ovat monipuolisia. Kummallakin ohjelmalla on mahdollista tuottaa valaistuslaskennat sekä yksityiskohtaisempaa suunnittelua.

### **6.1 Toimintamalli käytettäessä tietomallin suunnitteluun Revit-ohjelmaa**

Autodesk Revit-ohjelmalla suunnitellessa valitaan toimintamallissa valaistuslaskentaohjelmaksi Relux. Silloin hyödynnetään Reluxin kehittämää lisäosaa Revit-ohjelmaan. Lisäosan avulla yhteistyö ReluxDesktopin ja Revitin välillä on sujuvaa ja nopeaa (kuvio 2).



KUVIO 2. Toimintamalli, kun käytössä on Revit-ohjelma tietomallin suunnitteluun.

Lisäosan Export- ja Import-toiminnot toimivat luotettavasti ja luovat aidon yhteyden tietomallin ja valaistuslaskentaohjelman välille. Valaisimia voidaan muokata ja lisätä Reluxdesktop-ohjelmassa ja viennin yhteydessä ne päivittyvät Revit-ohjelmaan. Laskentatuloksien tuominen PDF-muodossa Revittiin on hieman työläämpi tapa, kuin esimerkiksi Elumtoolsin tapauksessa, jossa tulokset pysyvät koko ajan projektissa.

Revit-ohjelmalla tehdyissä suunnitelmissa olisi voinut valita toimintamalliin myös Elumtools-valaistuslaskentaohjelman, mutta kyseisen ohjelman toiminnot eivät pärjää Relux-ohjelmille käytettävyydessä. Tulosten säilyminen Revitissä on hyvä ominaisuus Elumtoolsissa ja sillä ei tarvitse päivittää tai tuoda tuloksia projektiin uudestaan niiden muuttuessa.

## 6.2 Toimintamalli käytettäessä jotakin muuta suunnitteluohjelmaa kuin Revit

Arkkitehdin suunnitellessa jollakin muulla suunnitteluohjelmalla kuin Autodesk Revitillä, käytetään valaistuslaskentaan Dialux Evoa. Suunnitteluohjelmasta saatu IFC-tiedosto voidaan tuoda Dialux Evoon sen omalla IFC-tuonti toiminnolla (kuvio 3).



KUVIO 3. Toimintamalli käytettäessä jotakin muuta suunnitteluohjelmaa kuin Revit.

IFC-tiedoston hyödyntäminen Dialux Evossa nopeuttaa paljon valaistussuunnittelijan työtä ja mahdollistaa tarkankin valaistussuunnittelun kohteeseen. Valaisimia ei pysty siirtämään takaisin tietomalliin Dialux Evosta. Valaisinten sijoitus täytyy tuoda esille esimerkiksi valaisinpistekuvana, jonka saa luotua DWG-tiedostomuotona. Tulokset saa Dialux Evosta tulostettua PDF-muodossa haluamallaan tavalla esitettynä.

Dialux Evo on suosittu ja sitä käytetään paljon ympäri maailmaa sekä siihen usein tulevat päivitykset takaavat sen kehittyvän koko ajan. Ohjelmaan pitkään luvattu

ominaisuus viedä IFC-tiedosto takaisin toiseen suunnitteluohjelmaan on tulossa jollakin aikataululla. Tämän ominaisuuden avulla Dialux Evo voisi olla valintana valaistuskalkulaattoriksi toimintamallin kummassakin tapauksessa. Jos tulevasta IFC-tiedoston vientitoiminnosta tulee toimiva ja helppokäyttöinen, voi Dialux Evo olla hyvä valinta valaistussuunnittelijalle riippumatta arkkitehdin käyttämästä ohjelmasta. Tämän hetken toiminnoilla Dialux Evo ei pärjää Revit-projekteissa Reluxille ja Elumtoolsille.

## 7 POHDINTA

Idea tähän opinnäytetyöhön syntyi Dialux Evo valaistuslaskentaohjelman tiedossa olevista puutteista kommunikoida tietomalliprojektien kanssa. Opinnäytetyössä perehdyttiin siihen, millaista valaistussuunnittelu on tietomalliprojekteissa ja kuinka se on kehittymässä. Lisäksi tutkittiin kuinka eri valaistuslaskentaohjelmat toimivat tietomallien kanssa yhteistyössä. Tavoitteena oli luoda valaistus-suunnittelijalle toimintamalli, jossa esitetään mikä valaistuslaskentaohjelma valitaan eri suunnitteluohjelmien kanssa.

Eri valaistuslaskentaohjelmien ominaisuuksiin toimia tietomallien kanssa saatiin hyvä käsitys opinnäytetyön aikana. Tehtyjen valaistussuunnitelmien avulla eri valaistuslaskentaohjelmien hyvät ja huonot puolet tulivat esiin käytännössä. Suunnitelmista saatujen käytännön kokemusten sekä sähköpostikyselyn avulla, toimintamallista luotiin yksinkertainen valaistussuunnittelijan käytettäväksi. Toimintamalliin luotiin kaksi erilaista vaihtoehtoa käytettäväksi, riippuen mitä suunnitteluohjelmaa projektissa käytetään tietomallin luomiseen. Toimintamalliin valikoitui kaksi erillistä valaistuslaskentaohjelmaa, Reluxdesktop ja Dialux Evo. ReluxDesktop- ja Dialux Evo-ohjelmien monipuoliset mahdollisuudet suunnitella valaistusta olivat ratkaisevana erona valinnassa, verrattuna Revitin lisäosana toimivaan Elumtools valaistuslaskentaohjelmaan. Malliin valikoituneilla ohjelmilla on erilaiset tavat toimia tietomallissa. Dialux Evon vahvuus on sen mahdollisuus hyödyntää IFC-tiedostoja suunnittelussa. ReluxDesktop-ohjelman vahvuus on Reluxin tekemä lisäosa Revittiin, jolla muodostetaan yhteys varsinaiseen valaistuslaskentaohjelmaan.

Opinnäytetyötä tehdessä suurin haaste oli löytää aiheesta lähteitä sekä aihetta käsitteleviä tutkimuksia. Valaistuslaskentaohjelmien valmistajien sivuilta löytyvien oppaiden sekä monien eri artikkeleiden avulla saatiin luotua käsitys valaistussuunnittelun tilanteesta tietomalliprojekteissa ja sen kehittymisestä tulevaisuudessa. Tietoa hankittiin myös lähetettyjen sähköpostikyselyiden avulla. Kyselyt suunnattiin arkkitehti- ja suunnittelutoimistoille, joiden tiedettiin hyödyntävän tietomalleja omissa projekteissaan. Sähköpostikyselyn vastaukset olivat hyödyllisiä

ja niistä saatu tieto lisäsi ymmärrystä tietomallien käytöstä ja valaistussuunnittelun tarpeellisuudesta. Vastauksien perusteella opinnäytetyön aihe on ajankohtainen ja sille on tarvetta. Sähköpostikysely olisi voitu toteuttaa osittain monivalintakysymyksinä, jolloin olisi saatu tarkempaa tietoa esimerkiksi projekteissa käytetyistä ohjelmista. Kyselyiden määrää olisi voitu myös lisätä kattamaan esimerkiksi ulkomailla olevia arkkitehti- ja suunnittelutoimistoja sekä muita tietomalleja käytäviä yrityksiä. Aiheen ollessa melko uusi on erilaisilla kyselyillä ja haastatteluilla saatu tieto erittäin hyödyllistä.

Valaistuslaskentaohjelmien on kehitettävä jatkuvasti niiden ominaisuuksia toimia tietomallien kanssa. Varsinkin Dialux Evo, jossa ei ole vielä mahdollisuutta tuoda tietoa takaisin tietomalliin. Yhtiön hitaus luoda mahdollisuus tiedon tuomiseen tietomalliin, saattaa olla ratkaiseva ero valita toinen valaistuslaskentaohjelma käytettäväksi tietomalliprojektissa. Jos kyseinen mahdollisuus saadaan tuotua ohjelmaan lähiaikoina, olisi hyvä tehdä samanlainen tutkimus valaistuslaskentaohjelmiin uudestaan. IFC-tiedoston vientiominaisuuden tullessa saattaisi Dialux Evo olla silloin monipuolisin ja helpoin valinta kaikkiin projekteihin käytettäväksi.

Jatkokehittämisenä aiheeseen olisi mielenkiintoista suunnata keskittyminen valaistuslaskentaohjelmista projektissa tapahtuvaan yhteistyöhön ja sen kehittämiseen. Siihen, kuinka projektissa tapahtuva yhteistyö toimisi kaikille osapuolille paremmin ja alusta asti tapahtuva yhteinen suunnittelu yleistyisi projekteissa. Toinen mahdollinen jatkokehitysaihe voisi olla valaistussuunnitelmien lopputuloksien visualisointi ja sen mahdollisuuksien kehittäminen sekä tutkiminen. Sähköpostikyselyssä saatujen vastauksien perusteella visualisointi tulee lisääntymään huomattavasti ja sillä tulee olemaan suuri merkitys tulevaisuuden tietomalliprojekteissa. Arkkitehdin ja valaistussuunnittelijan yhteistyöllä olisi mahdollisuus visualisointia parantaa ja luoda erittäin realistisia kuvia tulevista kohteista jo etukäteen.



## LÄHTEET

Arksystems n.d. Revit. Luettu 20.1.2021.  
<http://www.arksystems.fi/tuotteet/revit/>

Autodesk n.d. Revit. Luettu 20.1.2021.  
<https://www.autodesk.fi/products/revit/overview>

Autodesk Apps tore n.d. Autodesk App store. Sovelluskauppa Luettu 20.1.2021.  
<https://apps.autodesk.com/en>

BuildingSmart. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 2. Julkaisusarja. Julkaistu 2012. Luettu 11.1.2021.  
[https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_2\\_lahtotilanne.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf)

BuildingSmart. 2021. Julkilausuma YTV 2020 Yleiset tietomallivaatimukset päivityksen merkityksellisyydestä on päivitetty uusilla allekirjoituksilla. Julkaistu 29.1.2021. Luettu 11.1.2021.  
<https://buildingsmart.fi/julkilausuma-ytv2020-yleiset-tietomallivaatimukset-paivityksen-merkityksellisyydesta-on-julkaistu/>

BuildingSmart n.d. Industry Foundation Classes (IFC)- An Introduction. Luettu 8.1.2021.  
<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>

Dial. 2017. IFC import and more efficient workflows. Artikkel. Julkaistu 5.4.2017. Luettu 10.2.2021. <https://www.dial.de/en/blog/article/release-dialux-evo-7-ifc-import-and-more-efficient-workflows/>

Dial. 2019. Uniform Data format for lighting design. 2019. Artikkel. Julkaistu 5.21.2019. Luettu 10.2.2021  
<https://www.dial.de/en/blog/article/uniform-data-format-for-lighting-design/>

Dialux. 2021. Uniform data format for the lighting industry: Global Lighting Data Format. Artikkel. Julkaistu 23.3.2021. Luettu 25.3.2021  
<https://www.dialux.com/en-GB/news-detail/uniform-data-format-for-the-lighting-industry-global-lighting-data-format>

Dialux board. 2020a. STF export in Dialux Evo 9.0 2020. Keskustelufoorumi. Julkaistu 16.4.2020. Luettu 20.2.2021.  
<https://dxboard.dialux.com/viewtopic.php?f=9&t=89605&p=110485&hilit=ifc+export#p110485>

Dialux board. 2020b. How to merge updated IFC file 2020. Keskustelufoorumi. Julkaistu 25.4.2020. Luettu 15.2.2021.  
<https://dxboard.dialux.com/viewtopic.php?f=2&t=89835&p=110619&hilit=ifc+export#p110619>

Dialux n.d. Dialux is the software for your professional lighting design. Luettu 20.1.2021.

<https://www.dialux.com/en-GB/dialux>

Elumtools. 2020. Brochure. Ohjekirja. Julkaistu 2020. Luettu 10.2.2021.

[https://lightinganalysts.com/wp-content/uploads/2020/02/ElumTools\\_2020\\_brochure\\_2-7-2020.pdf](https://lightinganalysts.com/wp-content/uploads/2020/02/ElumTools_2020_brochure_2-7-2020.pdf)

Elumtools n.d. Using Elumtools. Luettu 11.2.2021.

<http://www.elumtools.com/docs/2021/Default.htm>

Evo.support. 2021a. Data exchange between CAD Programs and DIALux. Artikkel. Julkaistu 5.1.2021. Luettu 1.2.2021.

<https://evo.support-en.dial.de/support/solutions/articles/9000073210-data-exchange-between-cad-programs-and-dialux>

Evo.support. 2016b. DWG Export. Julkaistu 2016. Artikkel. Luettu 15.2.2021.

<https://evo.support-en.dial.de/support/solutions/articles/9000073182-dwg-export>

Evo.support. 2021c. Requirements for good IFC import. Artikkel. Julkaistu 20.1.2021. Luettu 1.2.2021.

<https://evo.support-en.dial.de/support/solutions/articles/9000118341-requirements-for-a-good-ifc-import>

Evo.support. 2021d. STF-Data exchange. Artikkel. Julkaistu 5.1.2021. Luettu 1.2.2021.

<https://evo.support-en.dial.de/support/solutions/articles/9000073195-stf-data-exchange>

Fisher, T. 2020. What is an IES file? Artikkel. Lifewire. Julkaistu 15.12.2020. Luettu 11.2.2021.

<https://www.lifewire.com/ies-file-2621816>

Glamox n.d. D35R. Valaisimen ladattavat tiedostot. Luettu 29.3.2021.

<https://glamox.com/fi/products/D35-R/items/d35529867>

Grani H. 2016. What is IFC and what do you need to know about it? Blogi. Julkaistu 15.1.2016. Luettu 8.1.2021.

<https://blog.areo.io/what-is-ifc/>

Lighting analysts n.d. Lighting Analysts kotisivu. Luettu 20.2.2021.

<https://lightinganalysts.com/>

Lightsforrexit n.d. Real world functionality. Luettu 19.2.2021.

<http://www.lightsforrexit.com/>

Luxreview. 2016. Two-minute explainer: Bim and the future of lighting design. Artikkel. Julkaistu 24.8.2016. Luettu 20.1.2021.

<https://www.luxreview.com/2016/10/24/bim-and-the-future-of-lighting-design/>

Magicad n.d. What is BIM. Luettu 10.1.2021.

<https://www.magicad.com/en/bim/>

Majcher, J. 2019. Everything worth knowing about the ifc format. Bimcorner. Artikkele. Julkaistu 3.12.2019. Luettu 15.2.2021  
<https://bimcorner.com/everything-worth-knowing-about-the-ifc-format/>

Miri, M & Nyström, S. 2019. Lesson learned from bim-based lighting design project. Raportti. Julkaistu 2019. Luettu 20.1.2021.  
[http://aftabsoft.net/presentations/Proceedings\\_Miri%20and%20Nystroem.pdf](http://aftabsoft.net/presentations/Proceedings_Miri%20and%20Nystroem.pdf)

Rekilä P. 2018. Miten valaistussuunnittelu prosessi etenee. Blogi. Winled. Julkaistu 21.5.2018. Luettu 15.1.2021.  
<https://www.winled.fi/blogi/artikkeli/Miten-valaistussuunnittelu-prosessi-etenee>

Relux. 2017. Zonal cavity. Artikkele. Julkaistu 19.7.2017. Luettu 20.2.2021  
<https://relux.freshdesk.com/support/solutions/articles/17000055002-zonal-cav>

Relux. 2018. Interface to ReluxDesktop. Artikkele. Julkaistu 27.6.2018. Luettu 20.2.2021  
<https://relux.freshdesk.com/support/solutions/articles/17000073644-interface-to-reluxdesktop>

Relux n.d. Relux. Luettu 20.2.2021.  
<https://relux.com/en/>

Saarelainen J. 2019a. Mikä on valaistussuunnitelma. Blogi. Winled. Julkaistu 3.12.2019. Luettu 12.1.2021.  
<https://www.winled.fi/blogi/artikkeli/Mik%C3%A4-on-valaistussuunnitelma>

Saarelainen, J. 2019b. Valaistustekniset tulokset- miten niitä luetaan. Blogi. Julkaistu 3.12.2019. Luettu 16.1.2021.  
<https://www.winled.fi/blogi/artikkeli/Valaistustekniset%20tulokset%20%E2%80%94%20miten%20niit%C3%A4%20luetaan>

ST 58.02. 2017. Valaistuksen toteutus standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 10.1.2021.

Winled n.d. Esitiedot lomake. Lomake. Luettu 15.1.2021  
<https://www.winled.fi/esitiedot/lomake>

## LIITTEET

### Liite 1. Haastattelukysymykset yrityksille

#### **Haastattelukysymyksiä koskien opinnäytetyötä "Valaistussuunnittelu tietomalliprojektissa"**

1. Tehdäänkö teillä tietomalliprojekteja?
2. Millaisiin kohteisiin tietomalliprojekteja teillä tehdään?
3. Mitä ohjelmia käytätte tietomallien kanssa toimiessa?
4. Jos käytössänne on Revit, niin millainen mielipide teille on muodostunut kyseisestä ohjelmasta?
5. Onko Revitin käyttö yleistynyt projekteissa?
6. Minkälaista valaistussuunnittelu on tietomalliprojekteissa nykypäivänä?
7. Onko tietoa millä ohjelmalla valaistussuunnittelua on tehty projekteissa?
8. Kuinka tarpeellisena olette kokeneet valaistussuunnittelun?
9. Missä vaiheessa valaistussuunnittelu on tullut projektiin useimmiten mukaan?
10. Onko kokemuksia projekteista, joissa valaistussuunnittelu olisi ollut jomakin alusta asti mukana?
11. Kuinka hyödyllisenä pitäisitte valaistussuunnittelun mukaan tulla projektiin, jos varhaisessa vaiheessa?
12. Onko teillä ehdotuksia tai ajatuksia, kuinka tietomalliprojekteja voisi parantaa tai kehittää tulevaisuudessa? (Varsinkin valaistussuunnittelun kannalta?)

## Liite 2. Toimintamalli

