



Valtteri Vakkila

# Dalux-sovellus LVI-urakoinnin laadunhallinnan ja valvonnan työkaluna

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

26.11.2024

# Tiivistelmä

Tekijä:	Valtteri Vakkila
Otsikko:	Dalux-sovellus LVI-urakoinnin laadunhallinnan ja valvonnan työkaluna
Sivumäärä:	31 sivua
Aika:	26.11.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	LVI- urakointi
Ohjaajat:	Lehtori, Markku Leino Projektipäällikkö, Joonas Färdig

---

Tämä insinöörityö käsittelee Dalux-sovellusta ja sen hyödyntämistä LVI-urakoinnin laadunvalvonnan ja hallinnan työkaluna. Työssä käydään läpi Daluxin ominaisuuksia ja niiden hyödyntämistä käytännön projektissa. Insinöörityön ohessa suoritettiin ison LVI-hankkeen itselleluovutusvaiheet ja dokumentoinnit käyttämällä Daluxia.

Tavoitteena oli Daluxin ominaisuuksien testaamisen lisäksi edistää yrityksen laadunhallintaprosessia helpompaan ja mobiilimpaan suuntaa sekä yksinkertaistaa Daluxin avulla projektinjohtoa, työnjohtoa ja asentajien välistä kommunikointia erinäisissä laadunhallintaan ja valvontaan liittyvissä asioissa. Insinöörityössä käytettiin yrityksellä käytössä olevaa versiota Dalux-sovelluksesta, sekä insinöörityötä varten avattua malliprojektia, jossa oli mahdollista testata Daluxin ominaisuuksia laajemmin.

Kaikki dokumentointi suoritettiin työmaalla ja dokumentoinnin lähteenä oli yrityksellä käynnissä ollut ison kokoluokan LVI-urakka. Insinöörityön ohessa syntyi itselleluovutuslomakepohjat, joita pystyy jatkossa hyödyntämään tulevilla hankkeilla. Valmiit lomakepohjat ovat kopioitavissa Daluxista suoraan seuraaville projekteille.

Avainsanat: Dalux, LVI-urakointi, itselleluovutus, laadunhallinta

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Valtteri Vakkila  
Title: Dalux Application as Quality Management and Control Tool for HVAC Contracting  
Number of Pages: 31 pages  
Date: 26 November 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building services engineering  
Professional Major: HVAC contracting  
Supervisors: Markku Leino, Senior Lecturer  
Joonas Färdig, Project Manager

---

The aim of this thesis was to establish the usefulness of the Dalux application as a quality management tool for HVAC contracting. The ultimate aim was to improve the quality management process of a company to be easier and more mobile, as well as to simplify the internal on-site communication between the supervisors and installers of the company.

The features of Dalux and their utilization were observed in a project. Furthermore, the self-inspection phases of a large HVAC project in progress, together with the documentation of the phases were completed using Dalux. The thesis used the same version of Dalux as the company, as well as a model project that was opened for the thesis. In the model project, it was possible to test the features of Dalux more extensively.

Self-inspection forms created in this thesis will be used in future projects. Finished self-inspection forms can be copied in Dalux directly to the new project.

Keywords: Dalux, HVAC contracting, self-inspection, quality control

# Sisällys

## Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Laadunvalvonta LVI-urakassa	1
2.1	Laadunhallinnan suunnittelu	3
2.2	Hankkeen työnaikainen seuranta	5
2.3	Projektin jälkitarkastus ja dokumentointi	6
3	Dalux	6
3.1	Projektin aloitus	7
3.1.1	Käyttäjärühmät	7
3.1.2	Työpaketit	8
3.1.3	Työnkulku	9
3.2	Dalux BIM -viewer	10
3.3	Dalux Field	12
3.4	Dalux Box	13
3.5	TwinBIM ja Sitewalk	14
4	Puutteet, tehtävät ja esteet	17
4.1	Puutelistat	18
4.2	Tehtävälisat	19
4.3	Esteet	19
5	Itselleluovutukset	20
5.1	Itselleluovutuslomakepohjien luominen	21
5.2	Dokumenttipohjien kopiointi uudelle projektille	23
5.3	Dokumentointi	24
5.4	Puutteiden korjaus ja puhtaat itselleluovutuslistat	25
5.5	Dokumenttien lataaminen projektipankkiin	26
6	Palaute Daluxin käytöstä projektin aikana	27
7	Yhteenveto	28
	Lähteet	30

## Lyhenteet ja käsitteet

AR:	<i>Augmented reality</i> , Ohjelmistotekniikka, jossa näky-mään on lisätty tietokonegrafiikalla tuotettuja digitaalisia elementtejä.
BIM:	<i>Building Information Modelling</i> , Rakennuksen tietomalli.
IFC:	<i>Industry Foundation Classes</i> , Tiedostomuoto, joka mahdollistaa tiedonvaihdon eri ohjelmistoalustojen ja alojen välillä.
KVV:	Kiinteistön vesi-, ja viemärlaitteisto
Itselleluovutus:	Urakoitsijan tekemä tarkastus, jossa tarkastetaan oman työnsä jälki. Tarkastuksesta ilmenee virheet ja puutteet.
IV:	Ilmanvaihto
LVI:	<i>HVAC</i> , Lämmitys-, vesi-, ja ilmastointitekniikka.
RT:	Rakennustieto, tietokanta, joka sisältää ohjeita ja tietoja rakentamiseen.
RYL:	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset.
TATE01:	Helsingin kaupungin rakennusvalvonnan käyttämä lo-make taloteknisten järjestelmien käyttöönottoon
Tilaaaja:	Rakennushankkeeseen ryhtyvä osapuoli

## 1 Johdanto

Tässä insinööriyössä käsitellään Dalux-sovellusta ja sen hyödyntämistä LVI-urakoinnin laadunvalvonnan ja hallinnan työkaluna. LVI-käsite sisältää lämmitys-, vesi-, ja ilmastointitekniikan. Työssä käydään läpi Daluxin ominaisuuksia ja niiden hyödyntämistä käytännön projektissa.

Insinööriyössä käytössäni oli yrityksellä käytössä oleva versio Dalux-sovelluksesta sekä insinööriyötä varten avattu malliprojekti, jossa oli mahdollista testata Daluxin ominaisuuksia laajemmin. Kaikki dokumentointi suoritettiin työmaalla, ja dokumentoinnin lähteenä oli yrityksellä käynnissä ollut ison kokoluokan LVI-urakka. Aihe valikoitui, koska työssäni Dalux on päivittäisessä käytössä ja laadunhallinta työmailla on merkittävä osa urakkaa. Rakentaminen kehittyy myös koko ajan teknologiakehityksen mukana, siksi on tärkeää, että yrityksillä on osaaminen ja työkalut, jotka pysyvät kehityksessä mukana.

Tavoitteena oli Daluxin ominaisuuksien testaamisen lisäksi suorittaa ison hankkeen LVI-itselleluovutustarkastukset Daluxia käyttäen, edistää yrityksen laadunhallintaprosessia helpompaan ja mobiilimpaan suuntaan, sekä yksinkertaistaa Daluxin avulla projektinjohdon, työnjohdon ja asentajien välistä kommunikointia erinäisissä laadunhallintaan ja valvontaan liittyvissä asioissa. Insinööriyön ohessa luotuja itselleluovutuslomakkeita pystyy jatkossa hyödyntämään tulevaisissa hankkeissa, ja valmiit pohjat voi kopioida suoraan seuraaville projekteille. Itselleluovutus on urakoitsijan tekemä tarkastus, jossa tarkastetaan oman työn jälki. Tarkastuksesta ilmenee virheet ja puutteet ennen kohteen luovutusta.

## 2 Laadunvalvonta LVI-urakassa

Laadunvalvonta on todella isossa roolissa jokaisessa LVI-urakassa. Urakoitsijan on noudatettava sopimusasiakirjoissa edellytettyä laadunvarmistusta (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE1998: 10). Loppuvaiheen dokumentoinneista tulee ilmetä, että urakoitsija on tarkastanut oman työnsä jäljen,

dokumentoinut mahdolliset työnaikaiset puutteet ja korjannut ne vaaditulle tasolle. Kaikki puutteet ja virheet tulee olla urakoitsijan toimesta tarkastettuina ja korjattuina ennen kohteen luovutusta tilaajalle. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE1998: 11.) Tilaaja on rakennushankkeeseen ryhtyvä osapuoli.

Normaalisti urakoitsijan itselleluovutusten tekemisen takaamiseksi on itselleluovutuksille määrätty oma erillinen maksueränsä, jonka avulla pyritään varmistamaan se, että itselleluovutukset tulee varmasti tehdyksi. Maksuerä kuitataan vasta, kun urakoitsija on toimittanut itselleluovutuksiin liittyvät dokumentoinnit pääurakoitsijalle. (Puukko 2017.)

Laadunvalvonta LVI-alalla koostuu siitä, että kaikki vaadittu tekniikka ja laitteet ovat asennettuna kuvia noudattaen oikeille paikoilleen, ja niiden toimivuus tulee testata. Mahdolliset kuvista poikkeavat pienet reittimuutokset tulee kirjata punakynäpiirustuksiin, joiden avulla suunnittelija päivittää kohteen loppukuvat. Suurempiin muutoksiin ryhdyttäessä tulee asia olla käsiteltyä etukäteen valvojan, suunnittelija ja tilaajan kanssa ennen toimenpiteisiin ryhtymistä. Asennuksien tulee myös olla toteutettu vaadittuja detaljeja ja asennusohjeita noudattaen niin, että terveelliset ja turvalliset asennusolosuhteet täyttyvät. Kaikkien urakassa asennettavien laitteiden, osien ja materiaalien tulee olla tilaajan kautta hyväksytettyjä. Valvojan tulee varmistaa, että urakoitsijat dokumentoivat olennaiset tiedot, materiaalit ja tapahtumat sekä hoitavat urakoitsijalle itselleen kuuluvan laadunvalvonnan ja omavalvonnan dokumentoituna. (Talorakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo 2013: 6.)

Kohteen luovutuskelpoisuus talotekniikan osalta koostuu kokonaisuudessaan järjestelmien säädöistä ja virityksistä, urakoitsijoiden itselleluovutuksista, koe-käytöistä, käytönopastuksista, suunnittelijoiden tarkastuksista, valvojien tarkastuksista, teknisestä vastaanottotarkastuksesta ja viranomaisten katselmuksista (Puukko 2017). Kun työt ovat valmiit ja tämä prosessi kaikilta osin käyty läpi hyväksytysti, voidaan talotekniikan osalta kohde luovuttaa tilaajalle.

## 2.1 Laadunhallinnan suunnittelu

Urakan laadunhallintaprosessin suunnitteluun tulee kiinnittää huomiota ajoissa ennen urakan alkamista. Tärkeintä on laatia mahdollisimman kattava laadunvarmistussuunnitelma projektin aloituksesta luovutusvaiheeseen asti. Laatusuunnitelmassa on mainittu tarvittavat tarkastukset, joilla urakan aikaista laatua hallitaan ja niiden toteutusvastuita jaetaan. Suunnitelmassa tulisi olla myös vastaukset kysymyksiin, miten ja mihin dokumentointi suoritetaan. Lisäksi laatusuunnitelmassa pureudutaan jo etukäteen mahdollisiin ongelmakohtiin ja hankaliin asennuksiin sekä niiden työnaikaiseen seurantaan.

Hyvän laadunvarmistussuunnitelman avulla urakanaikainen laadunhallintaprosessi selkeytyy ja virheiden havaitseminen helpottuu. Laatusuunnitelman lisäksi tulisi löytyä talotekniikkaan liittyvä luovutusaikatauludokumenttipohja, jossa on listattuna luovutukseen vaadittavia tarkastuksia ja tehtäviä työvaiheita päivämäärineen ja kestoineen (kuva 1).

	Selite	Kesto	OK	Vastuuhenkilö	pvm
	<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b>				
1	IV- punakynät on toimitettu suunnittelijalle				
2	Kanaviston tiiveystarkastus on suoritettu				
3	Kanaviston puhtaustarkastus ennen säätöä on suoritettu				
4	Kanaviston puhtaustarkastus ennen järjestelmän käyttöönottoa on suoritettu				
5	Ilmavirrat eri käyttötilanteissa on säädetty ja mitattu				
6	IV- mittauspöytäkirjat on toimitettu tilaajalle				
7	Palopeltien käyttöönotto on suoritettu				
8	Huuvien käyttöönotto on suoritettu				
9	IV- koneiden toimintakokeet on pidetty				
10	Palopeltien toimintakokeet on pidetty				
11	Erillispoistot on testattu ja säädetty				
12	Äänimittaukset on suoritettu				
13	SFP- luvut on laskettu				
14	Palopeltien ja paloeristeiden asennustodistukset on pankitettu				
15	Luovutusaineistot on pankitettu				
16	Käytönopastus on pidetty				
17	Paine-ero mittaus vaipan yli on mitattu				
18	Itselleluovutukset on tehty				
19	Loppukuvat on toimitettu kohteeseen				
20	Palotarkastus on pidetty				
21	IV- töiden loppukatselmus on pidetty				
22	Vastaanottotarkastus on pidetty				

Kuva 1. Esimerkki IV-luovutusaikataulupohjasta.

Luovutusaikataulupohja auttaa seuraamaan luovutukseen vaadittujen vaiheiden etenemistä ja niiden aikataulua sekä toimii luovutusvaiheessa tilaajalle esitettävänä dokumenttina. Luovutusaikataulusta olisi hyvä löytyä samat asiat, joita TATE01-lomake sisältää. TATE01 on Helsingin kaupungin rakennusvalvonnan käyttämä taloteknisten järjestelmien käyttöönottolomake rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Kuvassa 2 on esitetty Helsingin kaupungin rakennusvalvonnan tarkastusasiakirja TATE01, ilmanvaihtojärjestelmien käyttöönottoon. (Rakennusvalvonnan ohjeet ja lomakkeet 2024.)

## ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tarkastusasiakirja

Kohteen tiedot				
Rakennuslupatunnus				
Osoite				
IV-mittaja				
Loppupäätökset on toimitettu lupapisteeseen	<input type="checkbox"/> ei tarpeen	<input type="checkbox"/> toimitettu	<input type="checkbox"/> toimittamatta	
Seuraavat kohdat allekirjoitetaan kun kukin osa-alue on valmis	VASTUUHENKILÖ	ALLEKIRJOITUS	PVM.	LITE
Urakoitsijan tarkastusasiakirjakokonaisuus on varmistettu				
Kanaviston tiiveys on suunnitelman mukainen				
Rakennuksen puhtaus on varmistettu ennen säätöä, vtj ja valvojat				
Puhtaus, koneet/kanavisto on tarkastettu ennen säätöä				
Puhtaus, koneet/kanavisto on tarkastettu ennen järjestelmän käyttöönottoa				
Paloturvallisuus (palopellit, -eristykset yms.) on tarkastettu ja testattu				
Kuristimina toimivat venttiilit/säätöpellit on lukittu				
Erillispoistot (vetokaapit, pakokaasunpoisto, ahjot, purunpoisto, rasvapoisto)				
Ilmavirrat eri käyttötilanteissa on säädetty, mitattu ja venttiilit lukittu				
Äänitasot sisällä on mitattu				
LVI-laitteiden äänitasot ulkona on mitattu				
SFP-luku				
Toimintakokeet on pidetty hyväksytysti				
Yhteiskoekäyttö on suoritettu hyväksytysti				
Käyttö- ja huolto-ohje on luovutettu				
Käytönopastus on pidetty				
Paine-ero rakennuksen vaipan yli on mitattu (ulkolämpötila, ilmanpaine, tuulen suunta)				
Ilmanvaihtojärjestelmä on suunnitelmien mukainen				

Kuva 2. Helsingin kaupungin rakennusvalvonnan tarkastusasiakirja TATE01, ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönottoon (Rakennusvalvonnan ohjeet ja lomakkeet 2024).

Helsingin kaupungin sivuilta löytyvästä taloteknisten järjestelmien käyttöönotto taulukosta löytyy KVV-, IV-, ja muiden järjestelmien käyttöönottolomakkeet, lisäksi taulukko sisältää IV-mittauspöytäkirjan ja asennusmalliluettelon. Urakoitsijan oma tarkastusasiakirja ei korvaa TATE01-asiakirjaa, vaan valvojan on tarkastettava kaikki järjestelmät ja niihin liittyvät dokumentaatiot erikseen. Helsingin kaupungin rakennusvalvonta vaatii kaikkien taloteknisten järjestelmien

osalta käyttöönottoon liittyvät asiakirjat. (Rakennusvalvonnan ohjeet ja lomakkeet 2024.) KVV tarkoittaa kiinteistön vesi-, ja viemärlaitteisto ja IV ilmanvaihtoa.

## 2.2 Hankkeen työnaikainen seuranta

Työnaikainen seuranta koostuu päivittäisestä asennusten seurannasta, työmaakerroksista, tarkastuksista ja palavereista, joissa myös muut urakoitsijat voivat tuoda esille havaitsemiaan puutteita. Tästä syystä onkin tärkeää, että työmaalla on jatkuvasti henkilö, jolla on osaaminen ja työkalut havaittujen virheiden ja puutteiden dokumentointiin. Virheet ja puutteet on tärkeä dokumentoida heti kun ne havaitaan ja yleensä myös korjata mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, tällöin työn jäljestä tulee parempi ja urakan loppuvaiheessa urakoitsijalla ei ole pitkä puutelistaa korjattavana. Monesti myös virheiden korjaaminen on helpompaa ja halvempaa, kun kaikki tekniikka ei ole vielä paikallaan, samalla todennäköisyys saman virheen tai puutteen toistuvuudelle pienenee, kun havaittu virhe tuodaan työryhmälle esille aikaisessa vaiheessa.

RYL:n mukaan urakan aikana tulee suorittaa myös virallisia laite-, ja asennustapatarkastuksia koko rakentamisvaiheen ajan toteutuksen etenemisen edellyttämässä järjestyksessä. Laite-, ja asennustapatarkastuksissa todetaan tuotteet, materiaalit ja asennustavat sopimusasiakirjojen mukaisiksi, sekä tuotteiden käyttö-, huolto-, ja työturvallisuus näkökulmat vaatimusten mukaisiksi. Tarkastuksissa todetaan myös, että kaikki asennetut tuotteet ovat puhdistettavissa asennettujen huolto-, ja puhdistusluukkujen sekä irrotettavissa olevien päätelaitteiden kautta. (Talotekniikka RYL2002. osa 1. 2002 s. 48). RYL eli rakennustöiden yleiset laatumääräykset, ovat julkaisuja, joissa määritetään vaatimukset rakennustyölle ja rakennustarvikkeille.

Työnaikaiseen seurantaan Dalux-sovellus soveltuu loistavasti, sillä sen helppokäyttöisyys ja mobiilius takaa, että myös asentajan on helppo ja nopea ilmoittaa havaitsemansa epäkohdista. Työnjohdon puolestaan on helppo viestiä asentajalle havaitsemansa puutteet Daluxin avulla ja näin asentaja löytää suoraan

tarkalla sijainnilla ja kuvaukselle korjattavat puutteet omasta puhelimestaan. Havaitun puutteen tai tehtävän voi myös kohdentaa tietylle henkilölle, jolloin epäolennainen tieto ei häiritse muiden tekemistä.

### 2.3 Projektin jälkitarkastus ja dokumentointi

Projektin lopussa ennen kohteen luovutusta tilaajalle, tulee urakoitsijalta löytyä puhtaat itselleluovutuslistat, joilla urakoitsija osoittaa oman työnsä tehdyksi ja tarkastetuksi, kaikki asennukset tulee olla tehtynä ja havaitut puutteet korjattuna. Työn jäljen tarkastaa myös osaltaan valvojat, käyttäjät sekä pääurakoitsija ja myös heidän havaitsemansa puutteet pitää olla korjattuna. Loppuvaiheen dokumenteista tulee löytyä jokaisen urakassa käytetyn laitteen ja osan tekniset tiedot, sekä huolto-, ja asennusohjeet. Palopeltien ja paloeristeiden osalta tulee loppudokumenteista löytyä myös asentavan yrityksen henkilön allekirjoituksella varustettu asennustodistus. Palopeltien osalta jokaista palopeltiä kohti täytyy olla oma asennustodistus. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE1998: 11.)

Urakan lopussa kaikista työn aikana suoritetuista tarkastuksista on löydyttävä dokumentit projektipankista. Näitä ovat mm. tiiveyskokeet, painekokeet, puhtaustarkastukset, mittaus-, ja säätötyöt, laitteiden käyttöönotto ja toimintakoe pöytäkirjat, itselleluovutuslistat ja palotarkastus, myös punakynä piirustuksien tulee olla toimitettuna suunnittelijalle loppukuvia varten. Enne luovutusta kaikki laitteet tulee olla käyttöönotettuina, testattuina ja urakoitsijan tulee olla järjestänyt järjestelmään liittyvät käytönopastukset tilaajan edustajille.

## 3 Dalux

Dalux on rakennusalalle suunnattu pilvipohjainen ohjelmisto, jossa BIM-katselin, projektipankki ja projektin hallinnalliset ominaisuudet yhdistyvät. BIM on rakennuksen tietomalli. Dalux perustettiin vuonna 2005 Tanskassa Kööpenhaminassa. Tällä hetkellä Dalux on käytössä 147:ssä eri maassa ja käyttäjiä sovelluksella on yli 700 000. Dalux BIM-katselin, on kaikille käyttäjille ilmainen ja se

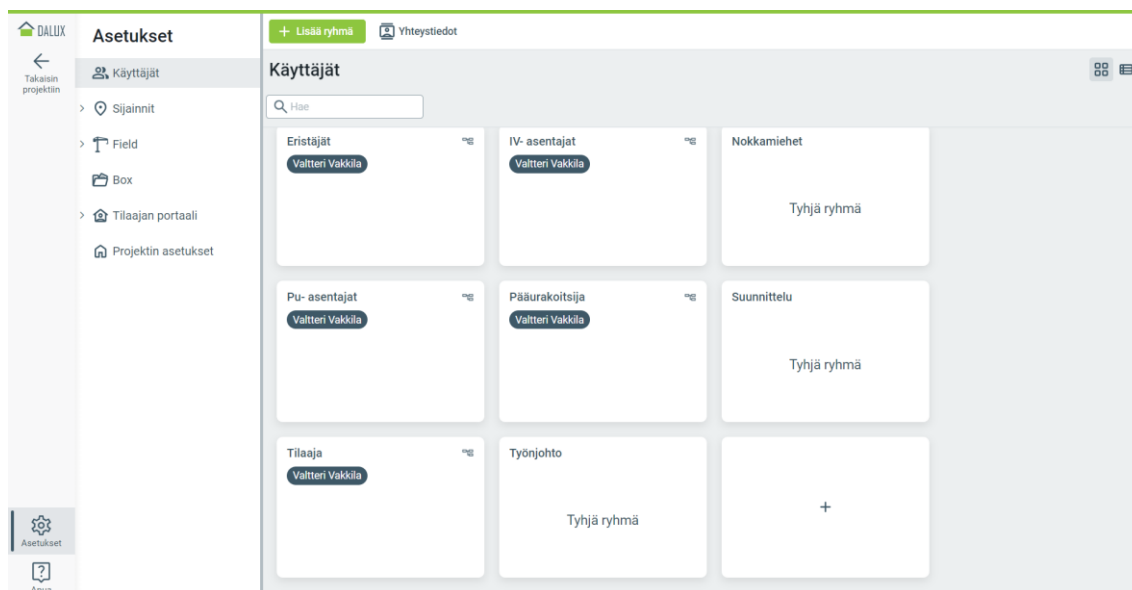
toimii tietokoneella, sekä mobiililaitteella. (Dalux 2024.) Vastaavanlaisia ohjelmistoja ovat mm. Solibri ja Trimble Connect.

### 3.1 Projektin aloitus

Daluxin käyttö alkaa uuden projektin perustamisesta ja kansiorakenteen luomisesta. Kansiot nimetään halutun mukaisesti. Ne tulevat sisältämään kohteen pohjakuvat, joten selkeä rakenne helpottaa myöhemmässä vaiheessa projektin tarkastelua. Tämän jälkeen uuteen projektiin tuodaan halutut IFC-mallit sekä 2D-pohjakuvat. IFC on tiedostomuoto, joka mahdollistaa tiedonvaihdon eri ohjelmistoalustojen ja alojen välillä. Ladattujen pohjakuvien tulee olla mittakaavassa 1:200:n, ja niille tulee määrittää oikeat korkotasot, jotta ne näyttävät katselimessa oikein ja vastaavat 3D-mallia. Mikäli yhdistelmämalli ja pohjakuvat näyttävät katselimessa vääränlaisina, johtuu se todennäköisesti kuvien kohdistuksesta väriin paikkoihin tai korkojen vääristä arvoista. Kun kuvat on ladattu projektiin ja yhdistetty yhdistelmämalliin, siirrytään käyttäjäryhmien luomiseen. (HelpDesk 2024)

#### 3.1.1 Käyttäjäryhmät

Käyttäjäryhmillä määritetään projektin rakennetta ja projektiin kuuluvien henkilöiden sijoittelua osastoittain. Näin saadaan selkeytettyä ja rajattua viestintää sekä jaettua työpaketteja käyttäjäryhmien välillä. Käyttäjät voi jakaa ryhmiin halutulla tavalla esimerkiksi asentajiin, nokkamiehiin, työnjohtoon ja projektinjohdun. Ryhmiä projektilla voi olla rajaton määrä. Kun ryhmät on luotu, lisätään projektin käyttäjät oikeisiin ryhmiin. (HelpDesk 2024.) Kuvassa 3 on esitetty esimerkki mukautetuista ryhmistä työpöytäsovelluksen näkymässä.



Kuva 3. Esimerkki mukautettujen ryhmien näkymästä työpöytäsovelluksessa

### 3.1.2 Työpaketit

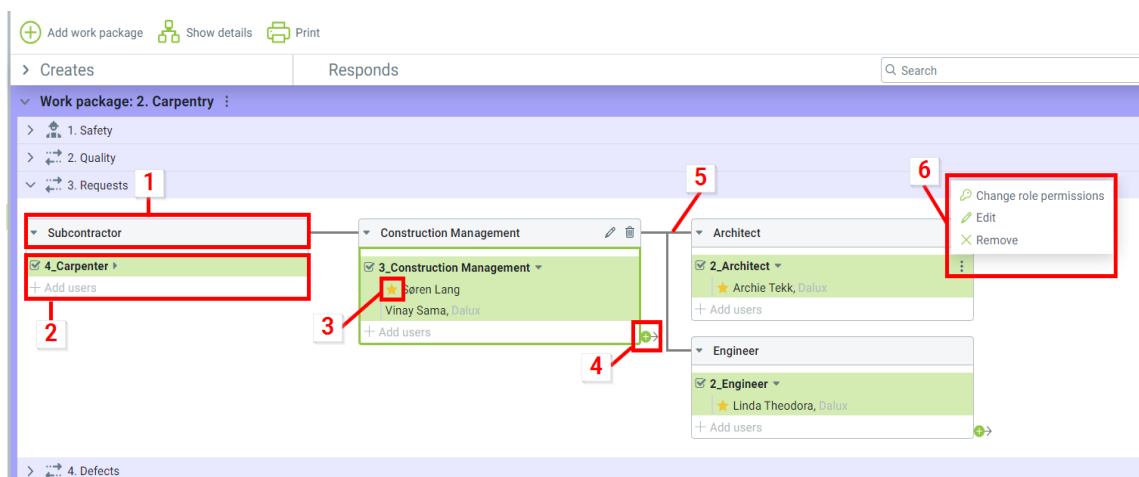
Käyttäjien lisäämisen jälkeen siirrytään määrittämään työpaketteja. Työpaketit ovat kokonaisuuksia, joihin jaotellaan käyttäjäryhmiä. Työpaketeille tulee myöhemmässä vaiheessa määrittää työnkulku, jolla ohjataan, miten ilmoitukset liikkuvat ryhmien sisällä. Työpakettina voisi olla esimerkiksi työjohton viesti asentajille, mikäli haluttaisiin, että ”työnjohto” -ryhmään kuuluvan henkilön työmaalla tekemä puutehavainto ohjautuisi ”asentajat” -ryhmässä olevien laitteisiin. Tällöin ainoastaan ”asentajat” -ryhmässä olevat henkilöt näkevät havainnon. Tässä tapauksessa työpakettiin kuuluvat ryhmät olisivat ”työnjohtajat ja asentajat”. (HelpDesk 2024.)

Samalla tavalla paketti voisi olla asentajan viesti työjohdolle tai projektinjohton viesti työjohdolle, näin työpaketit mahdollistavat sen, että haluttu tieto ja tehtävät liikkuvat halutuille henkilöille, eikä kaikkien projektissa mukana olevien henkilöiden laitteet ole täynnä heille epäolennaista informaatiota. Vastaavalla tavalla Daluxiin tehdyssä projektissa ja sen viestinnässä voi olla mukana esimerkiksi tilaaja, pääurakoitsija, valvoja tai muita urakoitsijoita, jolloin ryhmät ja työpaketit jaetaan vielä isommassa mittakaavassa, mutta viestinnän

peruseriaatteet pysyvät täysin samoina. Tässä opinnäytetyössä käsitellään ainoastaan yrityksen sisäistä viestintää projektin aikana. Valmiita työpaketteja on mahdollista kopioida suoraan uudelle projektille.

### 3.1.3 Työnkulku

Työnkululla määritetään projektissa mukana olevien henkilöiden roolit ja kunkin osa-alueen vastuulliset henkilöt. Se määrittää myös viestiketjun rakenteen, eli käytännössä henkilöt ja järjestyksen, jonka läpi lomakkeen on kuljettava ennen, kun lomakkeen voi lopullisesti kuitata hyväksytyksi (kuva 4). Daluxissa ”roolit” tarkoittavat työnkulun eri vaiheita. Niille tulee antaa nimet ja määrittää, mitkä käyttäjät tai käyttäjäryhmät kuuluvat minkäkin roolin alle. Jokaisessa roolissa tulee olla määritettynä myös vastuuhenkilö. Daluxissa on mahdollista määrittää viisi eri työnkulun tyyppiä, joita ovat hyväksynnän, tehtävän, toiminnon, ja turvallisuudentyönkulku sekä välivaihelomakkeet. (HelpDesk 2024.) Näistä yleisimpiä ovat hyväksynnän työnkulku ja tehtävän työnkulku, joita itsekin käytin tarkastuspöytäkirjoja ja puutelistoja tehdessä.



Kuva 4. Esimerkki luodusta työnkulusta ja sen alle lisätyistä käyttäjäryhmistä vastuuhenkilöineen (HelpDesk 2024).

Hyväksynnän työnkulku on yksisuuntainen, jolloin viesti ketjun sisällä voi liikkua ainoastaan yhteen suuntaan ja sen lopullisen kuitaamisen voi tehdä ainoastaan ketjun viimeinen jäsen. Tästä esimerkkinä on malliasennus, jonka hyväksyjänä

toimii valvoja. Urakoitsija laatii pöytäkirjan asennuksesta ja lähettää sen valvojalle, joka kuittaa kyseisen malliasennuksen hyväksytyksi. Hyväksyntä voi liikkua taaksepäin työnkulun prosessissa, mutta vain, jos vuorossa oleva hyväksyjä palauttaa sen (HelpDesk 2024).

Tehtävän työnkulku on kaksisuuntainen työnkulku, jossa viesti liikkuu ketjun sisällä molempiin suuntiin. Tästä hyvänä esimerkkinä toimii Daluxiin luodut puutteet (HelpDesk 2024). Työnjohtaja havaitsee työmaalla puutteen, jonka hän kirjaa ylös ja välittää asentajalle. Kun asentaja on korjannut puutteen, kuittaa hänen tehdyksi ja kuitattu puute palautuu työnjohtajalle hyväksyttäväksi. Työnjohtaja tarkastaa puutteen ja kuittaa lomakkeen hyväksytyksi, mikäli puute on korjattu. Tässä insinööri työssä käytettiin pääosin tätä työnkulkua tehtävä-, ja puutelistoja tehdessä.

### 3.2 Dalux BIM -viewer

Dalux BIM -viewer on kaikille käyttäjille ilmainen, monimutkaisten BIM-mallien tarkasteluun tarkoitettu katselin. Katselimella pystyy tarkastelemaan projektin mallia sen koosta riippumatta 2D- ja 3D-tilassa tietokoneella sekä mobiililaitteella. Mallin tarkasteleminen on mahdollista myös yhdistetyssä näkymässä (2D/3D), jolloin näytön näkymä jakautuu kahteen osioon (kuva 5). (Dalux BIM -viewer 2024.)



Kuva 5. Dalux BIM -katselimen jaettunäkymä (2D/3D) mobiililaitteen näytöllä.

Toisessa osiossa näkyy 2D-kuvat ja toisessa osiossa 3D-malli vastaavasta paikasta. Yhdistetyssä näkymässä liikkuminen onnistuu normaalisti 3D-näkymää liikuttelemalla tai klikkaamalla 2D-kuvasta huonetilaa tai paikkaa, johon halutaan siirtyä, tällöin 3D-mallin näkymä siirtyy suoraan haluttuun paikkaan. Kuvassa 6 on esitetty Dalux BIM -katselimen tietomallinäkymä työpöytäsovelluksessa.



Kuva 6. Dalux BIM -viewer sovelluksessa projektin tietomallinäkömää työpöytäsovelluksella.

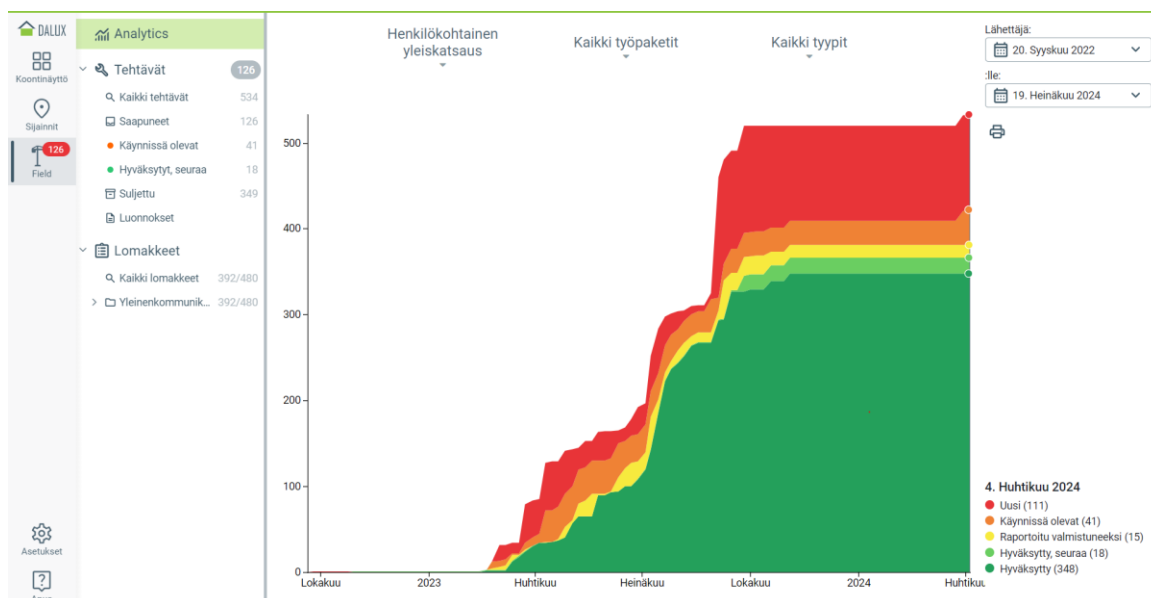
Dalux BIM -katselimessa mallia voi leikata tai rajata halutun mukaisesti. Katselimen avulla mallista voi ottaa myös haluamiaan mittoja sekä suodattaa ylimääräisiä objekteja pois näkymästä. Klikkaamalla katselimessa haluamaansa objektia, avautuu näkymään ikkuna, josta on havaittavissa valitun objektin tuotetiedot, mikäli kyseiset tiedot on suunnittelu vaiheessa tuotu malliin. (Dalux BIM -viewer 2024.)

### 3.3 Dalux Field

Dalux Field on projektin työnaikaiseen hallintaan keskittyvä työkalu. Fieldin avulla voi lähettää tehtäviä työryhmien välillä, jotka näkyvät vastaanottavien henkilöiden BIM-katselimeissa paikkamerkityinä. Fieldin avulla voi myös kasata esimerkiksi puute-, este-, ja itselleluovutuslistoja, dokumentoida turvallisuushavaintoja ja luoda malliasennuksista pöytäkirjoja. (Dalux Field 2024.) Käytännössä Fieldin avulla lähes kaiken työnaikaisen toiminnan dokumentointi on mahdollista.

Ennen dokumentointia on kuitenkin luotava jokaiselle dokumentille halutunlaiset lomakepohjat. Lomakepohjiin määritetään tiedot, jotka halutaan niistä löytyvän,

sekä mahdollisesti ehtoja minkä mukaan tarkastuksia tehdään. Kuvassa 7 on esitetty Dalux Field etusivunäkymä työpöytäsovelluksessa.



Kuva 7. Dalux Fieldin etusivunäkymä työpöytäsovelluksella.

Lomakkeet ja pöytäkirjat voi valmistuessaan muuttaa pdf-tiedostoiksi ja ladata raporttina tietokoneelle. Tiedostojen lataaminen ja siirtäminen toimii Daluxin avulla nopeasti. Kokonaisuudessaan Dalux Fieldin avulla projektinhallinta ja työmaan sisäinen viestintä helpottuu ja kaikki tiedot säilyvät tallessa samalla alustalla.

### 3.4 Dalux Box

Dalux Box on projektipankki, jonka avulla kaikki projektin tiedostot, dokumentit, tietomallit ja kuvat saadaan kasattua samaan paikkaan, ja niitä voi tarkastella puhelimella, sekä tietokoneella. Tiedostot voi synkronoida tietokoneelta suoraan pilveen. Projektipankki ominaisuuksien ollessa käytössä, kaikki kuva päivitykset ja tietomalli päivitykset päivittyvät automaattisesti BIM-katselimen 2D-kuviin ja 3D-malliin, kun suunnittelija tuo uudet kuvat järjestelmään. (Dalux Box 2024.)

Dalux Box sisältää myös merkintätyökalut, joiden avulla kuviin voi lisätä julkisia muille käyttäjille näkyviä merkintöjä, kuten pilviä, nuolia ja tekstilaatikoita. Boxin avulla myös kuvien versiopäivitysten vertailu ja Pdf-kuvien linkittäminen on mahdollista. (Dalux Box 2024.) Boxin kanssa vastaavanlaisia ominaisuuksia sisältäviä sovelluksia ovat Buildercom ja SokoPro. Tässä opinnäytetyössä ei ollut käytössä Dalux Boxia, eikä sen ominaisuuksiin perehdytty syvällisemmin.

### 3.5 TwinBIM ja Sitewalk

TwinBim on standardi toiminto Dalux Fieldissä. Se yhdistää BIM-mallin ajantasalla olevaan fyysiseen ympäristöön. TwinBIM-ominaisuuden avulla voi kesken-eräisessä huonetilassa nähdä puhelimen tai tabletin kameraa käyttäen sinne suunnitellun tekniikan virtuaalisena todellisuutena. Esimerkiksi kuvaamalla tyhjää seinää, johon on suunniteltu patterit putkineen, voi puhelimen näytöltä nähdä kyseiset patterit ja putket niille suunnitelluilla paikoillaan ja koroillaan. Näin tilojen tekniikkaa voi tarkastella ennakkoon ja havainnoida mahdollisia ongelmia kohtia etukäteen. Ennakko tarkastelu säästää aikaa ja rahaa. AR-ominaisuudet toimivat myös ilman verkkoyhteyttä offline-tilassa. (Dalux Field 2024.) AR on ohjelmistotekniikka, jossa näkymään on lisätty tietokonegrafiikalla tuotettuja digitaalisia elementtejä. Kuvissa 8 ja 9 on tuotu esille TwinBIM-työkalun toiminta käytännössä.



Kuva 8. Kuva rakennuksen aulasta, jossa patteri ja sen kytkennät ovat kesken.

Kuvassa 8 on ajantasainen näkymä työmaalta paikasta, jossa patteri ja hana ovat vielä asentamatta ja kuvassa 9 on näkymä mobiililaitteen näytöltä samasta paikasta TwinBIM-toiminnon ollessa päällä. TwinBIM näyttää puuttuvan patterin ja hanan kytkentöineen niille suunnitelluilla paikoillaan. Näkymää on mahdollista säätää myös niin, että seinän sisälle jäävät asennukset näkyvät.



Kuva 9. Mobiililaitteen näkymä TwinBIM-työkalun ollessa päällä paikasta, jossa asennukset ovat kesken.

Sitewalk on Daluxin toiminto, jossa kypärään asennetun 360°:n kameran (kuva 10) ja Dalux-sovelluksen avulla voidaan työmaakierroksen ohessa dokumentoida kaikki nähty suoraan videon muotoon. Videon voi sen jälkeen muuttaa kuva sarjaksi ja lisätä malliin tai piirustukseen. Videoon voi jälkikäteen lisätä myös huomioita, tehtäviä, puutteita, yms. haluttuihin paikkoihin, nämä havainnot näkyvät sen jälkeen Dalux-sovelluksessa paikkamerkittyinä. Mikäli videolla näkyy muita henkilöitä, sumentaa sovellus automaattisesti henkilöiden kasvat, jolloin kuvatessa kaikkien työt voivat jatkua normaalisti. (Dalux Sitewalk 2024.)



Kuva 10. Kypärään asennettu 360°:n kamera, jolla Sitewalk voidaan suorittaa (Dalux Sitewalk 2024).

Laadunhallinnan osalta Sitewalk-toiminto säästää huomattavasti aikaa, sillä yhdellä kierroksella kuvattua videota voi jälkikäteen käydä tietokoneellaan rauhassa läpi, pilkkoa videon kuviksi ja lisätä sinne haluttuja havaintoja. Sen jälkeen myös muut projektin jäsenet voivat tarkastella videota ja lisätä sinne omia havaintojaan. Sitewalk-toiminto sopii hyvin myös työmaan turvallisuuden seurantaan. (Dalux Sitewalk 2024.) Tässä opinnäytetyössä ei ollut käytössä Sitewalkin suorittamiseen tarvittavaa kypäräkameraa.

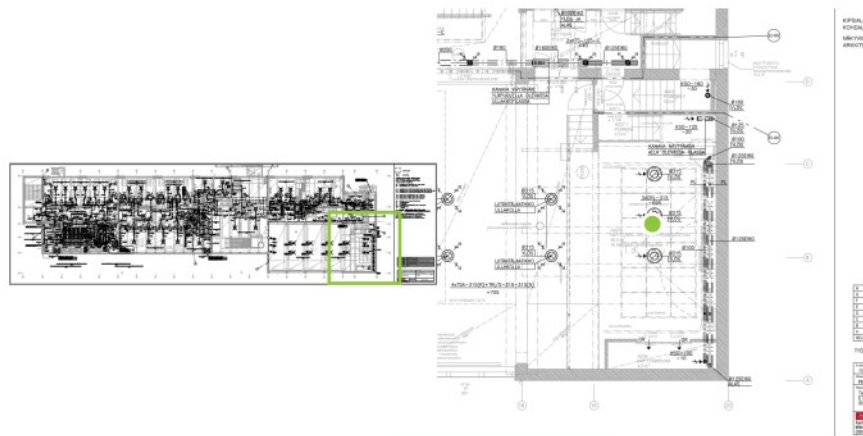
#### **4 Puutteet, tehtävät ja esteet**

Puutteilla, tehtävillä ja esteillä viestitään erinäisistä asioista, jotka täytyy tehdä, on jäänyt tekemättä tai estävät töiden tekemistä. Hyvin ylläpidetyt listat helpottavat projektin valmiiksi saattamista, säästävät aikaa ja ovat dokumentillisena tukena mahdollisissa ristiriitatilanteissa.

Hyvin ylläpidetyt listat parantavat myös työmaan sisäistä kommunikointia urakoitsijoiden, sekä työnjohdon ja asentajien välillä. Daluxin avulla näiden listojen ylläpitäminen ja valmiiksi kuittaaminen toimii urakasta riippumatta erinomaisesti. Lisätietoa este-, puute-, ja tehtävälisöjen määrittämisestä (HelpDesk 2024).


#### 4.1 Puutelista

Puutelista on lista puutteista, jotka tulee korjata hyväksytysti työn loppuun saattamiseksi. Kuvassa 11 on esitetty esimerkki havaitusta puutteesta laaditusta lomakkeesta. Puutteita ovat mm. asennusvirheet, puuttuvat laitteet, visuaaliset virheet ja puuttuvat merkinnät.



9. syyskuuta 2024, 11.43

Luonut:	
Sijaitaa:	
Valtuutettu:	
Aihe:	Pt-laitteet asentamatta
Kuvaus:	Pt-laitteet puuttuu



1.1, 2024-09-09, 11.42

Dalux Field

Tulostettu 20. syyskuuta 2024, 12.20  
Valtteri Vakkila

Kuva 11. Esimerkki havaitusta puutteesta Pdf-muodossa

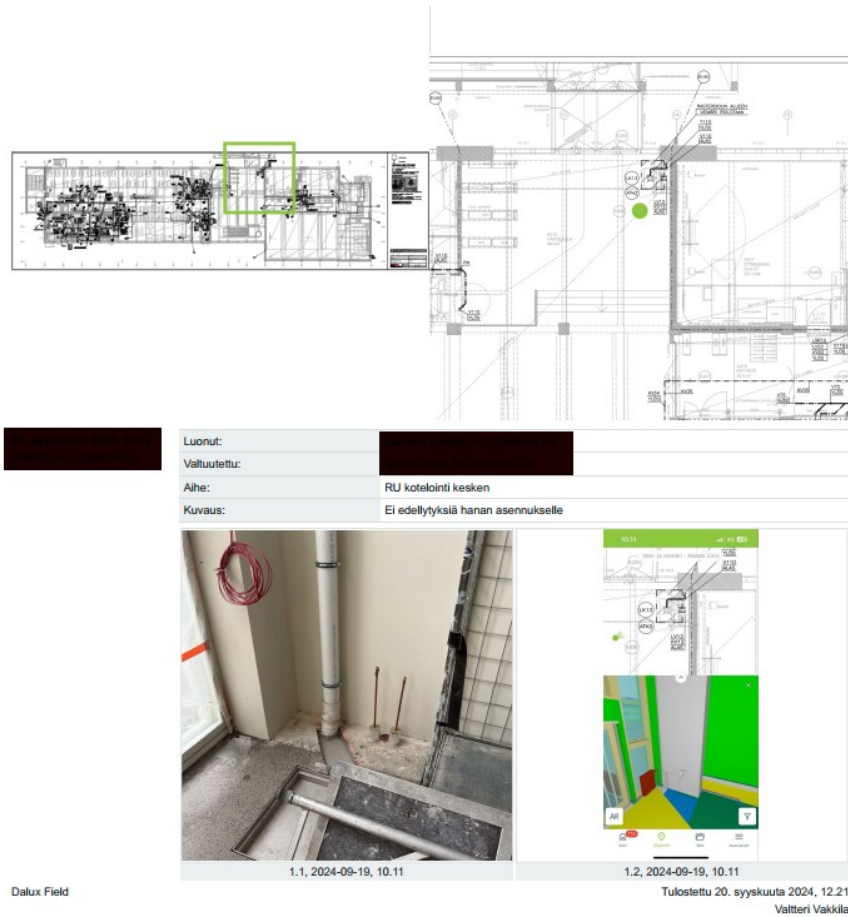
Urakoitsijan tulee valvoa omia asennuksiaan ja puutteita havaitessa, kirjata ne ylös sekä korjata suunnitelmissa vaaditulle tasolle. Projektin muutkin tahot kasaavat omia puutelistojaan ja myös heidän listoiltansa löytyvät puutteet, jotka koskevat kyseistä urakoitsijaa, tulee olla korjattuna ennen kohteen luovutusta.

## 4.2 Tehtävälister

Tehtävät ovat asentajille kohdennettuja kiireellisiä työtehtäviä, jotka tulee tehdä valmiiksi ja tehtävälisterin avulla asentajalla on ns. paikkamerkitty muistilista omassa laitteessaan tehtävistä töistä. Myös työnjohto saa nopeasti viestin, kun asentaja kuittaa tehtävän tehdyksi. Tehtävät eivät ole täysin rinnastettavissa puutteisiin, koska puutteet ovat pitkälti urakan loppuvaiheen tarkastuksissa ilmenneitä korjausta vaativia kohtia tai puuttuvia asioita. Tehtävät taas ovat urakan aikaisia asioita. Ne voivat olla yksittäisiä paikkoja tai isompia kokonaisuuksia. Tehtävillä voi esimerkiksi viestiä alaiselle seuraavan alueen, jolle hänen tulee siirtyä työskentelemään, kun edellinen alue valmistuu. Tehtävät voi kohdentaa tietyille henkilölle tai tietyille työryhmälle.

## 4.3 Esteet

Esteet ovat urakoitsijasta riippumattomia hänen työtään ja urakan etenemää estäviä asioita. Näitä voi olla esimerkiksi maalaamaton seinä, johon tulisi asentaa putket vasta maalauksen jälkeen tai puuttuvat reiät alueella, jolla tulisi olla asentamassa kanavaa. Estelisterin avulla kyseiset tarpeet ja huomiot voidaan ohjata suoraan oikealle urakoitsijalle, mikäli molemmat urakoitsijat käyttävät Daluxia. Mikäli toisella urakoitsijalla ei ole Daluxia, saa esteet muutettua koneella nopeasti pdf-tiedostoksi ja lähetettyä sähköpostilla haluamalleen henkilölle. Pdf-tiedostoon muutetusta esteestä ilmenee kuvailtu este, sen sijainti kohteessa pohjakuvaan merkattuna, sekä paikan päällä otetut kuvat kyseiseen asiaan liittyen (kuva 12).



Kuva 12. Esimerkki havaitusta esteestä Pdf-muodossa.

Estelistojen merkitys korostuu aikataulunhallinnassa, sillä niiden avulla syyt mahdollisiin aikataulu viiveisiin on helpommin todettavissa tehtyjen dokumenttien perusteella. Ilman kunnollista dokumentointia viiveiden syiden toteaminen on hankalaa varsinkin, jos viiveen aiheuttanut este on syntynyt urakan alkuvaiheessa ja aikataulun tarkastelu hetkellä kyseinen esteeksi muodostunut työvaihe on jo tehtynä. Hyvin tehtyjen ajantasaisten estelistojen avulla ristiriitailanteet vähentyvät ja syyt töiden viiveille on helpommin todettavissa.

## 5 Itselleluovutukset

Tässä osiossa perehdytään tarkasti itselleluovutustarkastuksiin ja niiden suorittamiseen Daluxin avulla. Itselleluovutustarkastus on urakoitsijan oman työnsä tarkastus, josta ilmenee urakan keskeneräisyys sekä mahdolliset virheet ja

puuteet. Urakoitsijan tulee itse suorittaa ja dokumentoida itselleluovutukset. Tämän opinnäytetyön ohessa tehdyissä itselleluovutustarkastuksissa dokumentoinnin lähteenä käytettiin opinnäytetyön aikana käynnissä ollutta isoa IV-urakkaa, jossa kohteen kaikki itselleluovutukset suoritettiin Daluxia käyttäen.

Kohteessa asennukset olivat loppusuoralla ja itselleluovutukset ajankohtainen asia. Itselleluovutukset suoritettiin kohteessa huonetila kohtaisesti, eli jokainen erillinen tila dokumentoitiin ja kuvattiin omaksi dokumentikseen. Dokumentoituja tiloja kertyi 340 kpl, ja käytännössä kaikista ilmanvaihto asennuksista tallentui kuvat järjestelmään, jotka hankkeen lopussa ladattiin Pdf-raportti muodossa projektipankkiin.

## 5.1 Itselleluovutuslomakepohjien luominen

Ensimmäisenä vaiheena oli luoda tarkastuksiin sopeutuvat lomakepohjat. Lomakepohjien luominen onnistuu Daluxin asetuksista Field-välilehdeltä, pohjalle tulee määrittää nimi ja työpaketti, johon se kuuluu. Tämän jälkeen näytölle aukeaa ikkuna, josta voi määrittää lomakkeen rivien sisällön sekä kunkin rivin ehdot ja raja-arvot. Esimerkkikuvassa 13 on lomakkeelle määritetty otsikko ja alaotsikko sekä raahattu tietokenttään kuvassa näkyvästä sivuvalikosta "lista".

Lomakepohja: (Ilmanvaihto) Itselleluovutustarkastus ×

Asetukset Esikatselu Lomakepohja Vertaile versioita

**T** Otsikko

**T** Alaotsikko

**T** Teksti

**L** Lista

**L** Lista monivalinta

**123** Kokonaisluku

**12.3** Desimaaliluku

**L** Laskelma

**P** Punainen/Keltainen/Vihreä

**P** Päivämäärä

**P** Päivämäärä ja aika

**H** Henkilö

**Sijainti**

**Otsikko**

Itselleluovutuslomake  
Ilmanvaihto

Vedä ja pudota kenttiä tänne

**tietokentät**

**Palopellit** OK, Virhe/Puute, Ei ole

Vedä ja pudota kenttiä tänne

Peruuta Tallenna

Kuva 13. Esimerkki itselleluovutuslomakepohjan luontinäköymästä.

Kuvassa 13 listalle on asetettu nimeksi ”Palopellit” ja listan ehdoiksi on määritetty ”OK, Virhe/Puute, Ei ole”. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tilan tarkastusta tehdessä tulee ehdoista valita se, mikä kyseisessä tilassa täyttyy. Mikäli tilassa olisi palopelteilijä, jotka ovat oikealla paikalla oikein asennettuna, tulee valita ”OK”. Listalle on määritetty ehdoksi myös, että asennuksesta tulee ottaa kuva, tässä tapauksessa ilman kuvaa kyseisen palopellin asennuksesta, lomaketta ei pysty kuittaamaan valmiiksi. Kuvassa 14 on esitetty valmis IV-itselleluovutuslomakepohja, jossa on listattu asiat, jotka halutaan tilakohtaisesti tarkastettavan.

Ilmanvaihtotyöt	
Täytä kohdat valmiiksi tai kirjaa virhe/puute	
Kanavisto	<OK, Virhe/Puute>
<Kommentti>	
Kanavistovarusteet	<OK, Virhe/Puute, Ei ole>
<Kommentti>	
Jälkilämmityspatterit	<OK, Virhe/Puute, Ei ole>
<Kommentti>	
Päätelaitteet	<OK, Virhe/Puute>
<Kommentti>	
Eristykset	<OK, Virhe/Puute, Ei ole>
<Kommentti>	
Kannakointi	<OK, Virhe/Puute>
<Kommentti>	
Palopellit	<OK, Virhe/Puute, Ei ole>
<Kommentti>	
Muut / Yleiskuva	<OK, Virhe/Puute>
<Kommentti>	

Kuva 14. Esimerkki luodusta itselleluovutuslomakepohjasta ja sille määritetyistä ehdoista.

Valmiin lomakepohjan jokaiselle riville on määritetty omat ehdot. Näiden lomakkeiden osalta määritettiin myös riveille ”Palopellit” ja ”Muut” ehto, jossa vaaditaan kuvat asennuksista. Huonetilojen tarkastuksia tehdessä, kaikki huoneti-  
lasta löytyneet asennukset kuvattiin ”Muut” -osioon. Lomakkeiden rivejä ja niiden ehtoja voi muokata haluamallaan tavalla, ja samalla lailla lomakkeesta voi muotoilla pohjan mille tahansa tarkastusasiakirjalle, esimerkiksi malliasennus-  
pöytäkirjan tai painekoepöytäkirjan. Lisätietoa lomakkeiden luomisesta (HelpDesk 2024).

## 5.2 Dokumenttipohjien kopiointi uudelle projektille

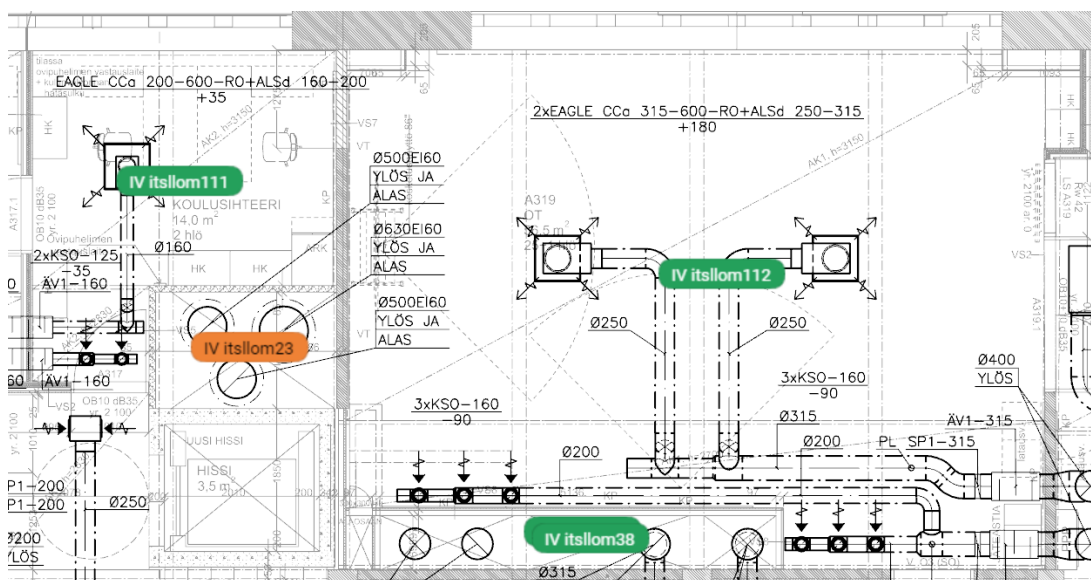
Aikaisemmin luotujen dokumenttipohjien käyttö seuraavassa projektissa onnistuu helposti Daluxin asetuksista Field-välilehdeltä. Kun uusi projekti on aloitettu, siirrytään Daluxin asetuksiin ja valitaan Field-välilehdeltä kohta ”Lomakepohjat”. Lomakepohjat ikkunasta klikataan ”Lisää”, jonka jälkeen tietokone antaa valita, haluaako luoda uuden pohjan vai mahdollisesti kopioida jonkin aikaisempiin

projekteihin luodun lomakepohjan nykyiselle projektille. Tämän jälkeen Dalux avaa ikkunan, josta näkee kaikki aikaisemmille projekteille luodut lomakepohjat. Näistä tulee valita se, jonka haluaa siirtää myös uudelle projektille. Lomakepohjan tuomisen jälkeen kopioitua lomaketta on mahdollista muokata haluamansalaiseksi, mikäli se ei suoraan ole täysin oikeanlainen vaadittavaan tarkoitukseen nähden.

### 5.3 Dokumentointi

Lomakepohjien luomisen jälkeen voidaan siirtyä kentälle tarkastusten ja dokumentoinnin pariin. Kaikki dokumentointi suoritetaan työmaalla mobiililaitteella tai tabletilla. Ensin tulee päättää, millä laajuudella dokumentointi suoritetaan.

Tässä työssä dokumentointi suoritettiin tarkasti huonetilakohtaisesti, mutta sen voisi suorittaa myös isommassa mittakaavassa lohko kohtaisesti tai kerroskohtaisesti. Dokumentoinnin laajuudesta huolimatta kaikki tilat ja asennukset tulee käydä läpi ja tarkistaa. On hyvä muistaa pitää myös pieniä taukoja itselleluovutusten lomassa, sillä pitkään identtisiä tiloja ja tekniikkaa tuijottaneena saattavat selkeätkin virheet ja puuteet jäädä huomaamatta. Kuvassa 15 on esitetty esimerkki, miten tehdyt itselleluovutuslomakkeet näkyvät Daluxin pohjakuvissa.



Kuva 15. Näkymä pohjakuvasta, jossa oranssilla keskeneräinen tila ja vihreällä täysin valmiiksi kuitattu tila.

Tilojen kiertäminen aloitettiin rakennuksen ylimmästä kerroksesta, josta edettiin järjestyksessä tila kerrallaan kerroksissa alaspäin. Kun tilat oli kierretty, käytiin asentajan kanssa läpi havaitut puutteet ja tilattiin korjauksiin vaadittavat materiaalit.

#### 5.4 Puutteiden korjaus ja puhtaat itselleluovutuslistat

Ensimmäisen tarkastuskierroksen jälkeen oli selvillä tilat, jotka vaativat korjauksia tai jossa oli vielä puutteita. Nämä tilat ja niissä ilmenevät puutteet ohjautuivat suoraan asentajien mobiililaitteisiin, joten niiden läpikäynti oli helppo aloittaa. Asentajat alkoivat kiertämään tiloja järjestyksessä ja kuittailivat puutteita valmistuneiksi sitä mukaa, kun ne valmistuivat. Mikäli vastaan tuli tila, jonka puuttuvia asennuksia ei jostain muusta urakoitsijasta johtuvasta syystä pystynyt vielä korjaamaan, tekivät asentajat Daluxiin esteilmoituksen, joka välitettiin eteenpäin listan muodossa pääurakoitsijan tietoon. Kuvassa 16 on esitetty valmistuneen tilan itselleluovutuslomake.

Ilmanvaihtotyöt	
Täytä kohdat valmiiksi tai kirjaa virhe/puute	
Kanavisto	OK
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	
Kanavistovarusteet	Ei ole
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	
Jälkilämmityspatterit	Ei ole
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	
Päätelaitteet	OK
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	
Eristykset	Ei ole
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	
Kannakointi	OK
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	
Palopellit	Ei ole
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	
Muut / Yleiskuva	OK
<i>Muutoksen teki Valtteri Vakkila, 22. heinäkuuta 2024, 13.21</i>	



Kuva 16. Esimerkki puhtaaksi kuitatusta IV-itselleluovutuslomakkeesta.

Kun pääurakoitsija oli tehnyt tilassa vaaditut toimenpiteet, kuitattiin este hyväksytyksi, ja näin ollen asentajat pääsivät tekemään tilassa olevat puutteelliset asennukset valmiiksi. Seuraavat tarkastuskierrokset suoritettiin kerros kerrallaan sitä mukaa, kun puutteet kerroksissa valmistuivat. Kun kaikki tilat oli saatu valmiiksi ja puutteet korjattu hyväksytysti, oli puhtaat tilakohtaiset itselleluovutuslomakkeet Daluxissa, josta ne olivat helposti jaettavissa muille henkilöille.

## 5.5 Dokumenttien lataaminen projektipankkiin

Kun itselleluovutusprotokkirja on valmis, voi sen muuttaa Pdf-tiedostoksi ja ladata raporttimuodossa koneelle. Ensin tulee valita haluttu lomake tai lomakkeet Dalux Field -välilehdeltä ja painaa ylävalikosta "vie".

Tämä valinta avaa uuden ikkunan, josta valitaan, haluaako lomakkeen Excel-muodossa, yksittäisenä Pdf-raporttina vai yleissuunnitelmana. Näistä yksittäinen raportti soveltuu projektipankki käyttöön parhaiten. Kun sovellus on muuttanut lomakkeet Pdf-tiedostoiksi, tulee ne tallentaa koneelle. Tämän jälkeen voi tiedostot yhdistää yhdeksi isoksi raportiksi käyttäen jotain tähän soveltuvaa Pdf-tiedostojen yhdistämistyökalua tai ladata raportit yksittäisinä lomakkeina projektipankkiin. Mikäli projektissa on käytössä Daluxin projektipankki ominaisuudet (Dalux Box), voi tiedostot siirtää suoraan Fieldistä projektipankkiin. Opinnäytetyön aikaisen kohteen osalta muutettiin valmiit itselleluovutuslomakkeet yksittäisiksi raporteiksi ja yhdistettiin Pdf-työkalulla kerroskohtaisesti omaksi listakseen. Valmiit listat ladattiin Pdf-muodossa projektipankkiin.

## **6 Palaute Daluxin käytöstä projektin aikana**

Kun kaikkien tilojen itselleluovutukset oli tehty valmiiksi ja näistä syntyneet dokumentit ladattu puhtaaksi korjattuina asiakirjoina projektipankkiin, oli kohde IV-asennusten osalta valmis. Pääurakoitsijan edustajat sekä valvojat antoivat Daluxilla tehdyistä kattavista loppudokumentoinneista pelkästään positiivista palautetta ja olivat ihmeissään, kuinka kattava materiaali projektipankkiin asennusten osalta oli saatu kasattua. Tarvittaessa kaikki kuvamateriaali näkyvistä sekä piiloon jääneistä asennuksista ovat näin tarkasteltavissa jälkikäteen.

Asentajilta tullut palaute Daluxin suhteen oli myös pelkästään positiivista. Tärkeimpinä asioina he nostivat esille Daluxin helppokäyttöisyyden ja yksinkertaisuuden. Puutteita korjattaessa ei tarvinnut enää kantaa mukana paperinippua, vaan kaikki tiedot löytyivät suoraan kännykästä pohjakuvaan merkattuina. Tehdävät ja puutteet olivat selkeitä ja annettujen tietojen avulla helppo löytää sekä toteuttaa. Edistymistä oli myös helppo seurata, koska korjattu puute hävisi näytöltä aina sen jälkeen, kun sen oli kuitannut tehdyksi.

Kuvien ajantasaisuus sai myös kehuja, sillä projektin aikana uusia revisiokuvia päivitettiin Daluxiin lähes samana päivänä kuin ne julkaistiin. Paperikuvat

kulkivat vielä asennusvaiheessa normaalisti asentajien mukana, mutta tarvittaessa kuvia pystyi vertaamaan Daluxin kuviin.

Asennuksiin liittyvissä ongelmakohtissa helposti selattavasta ja mobiilissa hyvin pyörivästä 3D-mallista oli todella paljon apua, sillä malli auttaa hahmottamaan muiden aselajien tekniikkaa, mahdollisia törmäilyjä ja näin ollen vähentää virheitä. Korokojen mittaaminen onnistuu myös mobiililaitteen 3D-tilassa helposti.

## **7 Yhteenveto**

Opinnäytetyön tavoitteena oli testata Daluxin ominaisuuksia käytännössä, suorittaa LVI-urakan itselleluovutukset ja niiden dokumentoinnit ainoastaan Daluxia käyttäen, sekä tätä kautta edistää yrityksen laadunhallinta prosessia mobiilimpaan suuntaan. Työn tuloksena syntyi itselleluovutuslomakepohjat, joita pystyy hyödyntämään tulevilla projekteilla, sekä käynnissä olleen urakan puhtaat itselleluovutuslomakkeet projektipankkiin ladattuina. Työn ohessa myös yrityksen sisäinen viestintä työmaalla asentajien, työnjohdon ja projektijohdon välillä yksinkertaistui laadunhallinnallisissa asioissa.

Tämän opinnäytetyön perusteella on todettavissa, että Daluxin käyttö hankkeen aikana edistää ja helpottaa merkittävästi työmaan sisäistä kommunikointia ja laadunhallintaa. Työnjohdon ja asentajien välinen viestintä Daluxin avulla toimii mutkattomasti ja oleellinen tieto liikkuu nopeasti asianomaisten henkilöiden välillä. Daluxin käytön osalta, on perusominaisuuksien ymmärtäminen ja sovelluksen käyttäminen helppoa, jolloin tavalliselle käyttäjälle ei tarvita pitkää koulutusta aiheeseen liittyen. Opinnäytetyön kohteessa Daluxin käyttäjät edustivat monia eri kansalaisuuksia ja kielitaito vaihteli henkilöittäin, mutta silti kaikki projektissa mukana olleet henkilöt ymmärsivät sovelluksen päivittäisen peruskäytön ja käyttötarkoituksen pienen perehdytyksen jälkeen. Alaisilta ja kollegoilta saadun palautteen perusteella muutos aikaisempaan, jolloin Daluxia ei ollut käytössä, oli merkittävä.

Itselleluovutusten osalta lomakepohjista sai tehtyä niin kattavat, että ne täyttivät vaaditut määreet, ja niiden avulla ison hankkeen itselleluovutustarkastukset oli yksinkertaista toteuttaa. Lomakkeet olivat selkeitä ja niistä välittyi kaikki tarvittava tieto. Daluxin avulla suoritettujen itselleluovutustarkastusten dokumentoinnin taso näkyi myös saadussa palautteessa, jossa projektin pääurakoitsijan edustajat ja valvojat kehuivat kokonaisuutta onnistuneeksi sekä sisältöä todella kattavaksi. Kokonaisuudessaan opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin, ja yrityksen työmaa kohtainen laadunhallinta otti merkittävän askeleen eteenpäin. Tulevaisuuden kohteissa Daluxin ominaisuuksia pyritään hyödyntämään vieläkin laajemmin ja tehokkaammin, mutta jo tällä hetkellä kehityksen suunta on oikea.

## Lähteet

Dalux. 2024. Verkkoaineisto. Dalux. <<https://www.dalux.com/fi/>>. Luettu 30.10.2024.

Dalux BIM-viewer. 2024. Verkkoaineisto. Dalux. <<https://www.dalux.com/fi/bim-viewer/>>. Luettu 27.9.2024.

Dalux Box. 2024. Verkkoaineisto. Dalux. <<https://www.dalux.com/fi/tuotteet/dalux-box/>>. Luettu 27.9.2024.

Dalux Field. 2024. Verkkoaineisto. Dalux. <<https://www.dalux.com/fi/tuotteet/dalux-field/>>. Luettu 27.9.2024.

Dalux Käyttäjöpäivät. Helsinki. Seminaari. Omat muistiinpanot. 30.3.2023.

Dalux Sitewalk. 2024. Verkkoaineisto. Dalux. <<https://www.dalux.com/fi/dalux-field/sitewalk/>>. Luettu 27.9.2024.

HelpDesk. 2024. Verkkoaineisto. Dalux. <<https://dalux.zendesk.com/hc/fi/sections/12739840839708-P%C3%A4%C3%A4asiat>>. Luettu 27.9.2024.

Puukko, Aleksi. 2017. Asuinkerrostalohankkeen hallittu luovutusprosessi. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Trepo-tietokanta.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE1998. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto.

Rakennusvalvonnan ohjeet ja lomakkeet. 2024. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/tontit-ja-rakentamisen-luvat/rakennusluvan-hakeminen/rakennusvalvonnan-ohjeet-ja-lomakkeet>>. Luettu 7.11.2024.

Talonrakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo. 2013. RT 16-11121. Rakennustieto.

Talotekniikka RYL2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002 osa 1. Rakennustieto.