



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# DALI-VALAISTUSOHJAUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA KÄYTTÖÖNOTTO

Joonas Ilvesmäki

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2018  
Insinööri  
Sähkö- ja automaatiotekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Insinööri  
Sähkö- ja automaatiotekniikka

ILVESMÄKI JOONAS:

DALI-valaistusohjausjärjestelmän suunnittelu ja käyttöönotto

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Marraskuu 2018

---

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli suunnitella ja käyttöönottaa monikäyttöisen liikekiinteistön uusi valaistusohjausjärjestelmä. Koko valaistusjärjestelmä päivitettiin kattavan saneerauksen yhteydessä muiden talotekniikan osa-alueiden yhteydessä. Projektin yhtenä päätavoitteena oli toteuttaa käyttäjän toiveiden mukainen valaistusohjausratkaisu, joka vastaisi käytettävyydeltään ja energiatehokkuudeltaan kaikkia tämän hetken trendejä. Toisena tavoitteena oli tuottaa ja kehittää valaistusohjausjärjestelmien suunnitteluohjeistusta Sitowise Oy Lounais-Suomen käyttöön.

Työssä käsiteltiin DALI-valaistusohjausjärjestelmää osana nykyaikaista sähkösuunnittelua. Työssä tuotiin esille tärkeimpiä seikkoja järjestelmästä teoriatasolla, ja syvennyttiin DALI-järjestelmään sovellutuksien ja reititinratkaisujen näkökulmasta. Pääpainona oli järjestelmän suunnittelu ja sen käyttöönotto.

Kohteen saneeraustyöt jatkuvat tämän työn jälkeen vielä useampia vuosia. Järjestelmän suunnittelu on onnistunut hyvin, ja se toi haastavuutensa takia esille monia uusia mahdollisuuksia ja tärkeää tietoa järjestelmän hyödynnettävyydestä. Käyttöönotto jatkuu vielä rakennusprojektin myötä tulevaisuudessa, mutta osa uudesta järjestelmästä on jo täysin toimintakunnossa.

Työn tuloksena kiinteistöön suunniteltiin energiatehokas, nykyaikainen ja käytännöllinen ohjausjärjestelmä, joka vastasi kiinteistön käyttäjien toiveita. Työn ohella kehitettiin Sitowise Oy Lounais-Suomen sähköosaston valaistussuunnittelun toimintatapoja, ja luotiin yrityksen käyttöön valaistusohjausjärjestelmien suunnitteluohje.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Engineer  
Electrical and automation engineering

**ILVESMÄKI JOONAS:**

Designing and commissioning of DALI-lighting control system

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 9 pages

November 2018

---

The purpose of this thesis was to design and implement a new lighting control system for a multipurpose business property. The entire lighting system was updated with comprehensive renovation with other building technology areas. The main goal of the project was to implement a lighting control solution in accordance with the user's wishes, which would correspond to all today's current trends in usability and energy efficiency. Another goal was to produce and develop Sitowise Ltd.'s southwest office's designing guidance for lighting control systems.

The work involved the DALI lighting control system as part of today's electrical designing. The thesis highlighted the most important aspects of the system at the theoretical level and dealt with the DALI system from the point of view of applications and router solutions. The main emphasis was on designing and implementing the system.

Renovation works will continue for several years after this thesis. System design has been successful, and due to its challenge, it has brought many new opportunities and important information on the usability of the system. Commissioning will continue within the construction project in the future, but some of the new system is already fully operational.

As a result of the work, the building was designed with energy efficient, contemporary and practical lighting control system that responded to the wishes of the property user. In addition to the work, the lighting designing of our company was developed, and designing instruction was created for usage at Sitowise Ltd.'s southwest office.

---

Key words: DALI, lighting control system, electrical designing, lighting programming

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	DALI – ÄLYKÄS VALAISTUKSEN OHJAUS .....	6
2.1	Ohjausjärjestelmä yleisesti .....	6
2.2	Järjestelmän rakenne ja kaapelointi .....	6
2.3	DALI-väylän tiedonsiirto.....	10
2.4	Ryhmitykset ja ohjaukset.....	11
3	OHJAUSJÄRJESTELMÄN SOVELLUTUKSET .....	13
3.1	Järjestelmälaajuudet eri käyttötarkoituksiin .....	13
3.2	Imagine-reititinjärjestelmä.....	14
3.2.1	Yleisesti.....	14
3.2.2	Merkittävimmät ominaisuudet ja edut .....	17
3.2.3	Ohjelmointi ja integraatio .....	18
3.3	Värien ja värilämpötilan säädöt .....	18
3.4	Kehitys ja tulevaisuus .....	20
3.5	Muita järjestelmätoimittajia.....	22
4	VALAISTUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU KOHTEESEEN .....	25
4.1	Lähtökohdat .....	25
4.2	Järjestelmän rakentuminen.....	26
4.3	Valaisimet .....	28
4.4	Ohjaustavat ja -komponentit.....	29
4.5	Suunnitelmadokumenttien laadinta.....	33
5	KÄYTTÖÖNOTTO JA OHJELMOINTI.....	35
6	SUUNNITTELUOHJE .....	38
7	YHTEENVETO .....	39
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET .....	43
	Liite 1. DALI-järjestelmän järjestelmävaatimukset .....	43
	Liite 2. Järjestelmäkaavio.....	45
	Liite 3. DALI-järjestelmän suunnitteluohje .....	47

## 1 JOHDANTO

Valaistus voidaan jakaa kolmeen pääkategoriaan: yleisvalaistus, kohdevalaistus ja työvalaistus. Se on yksi suurimmista rakennuksien sähköenergian kuluttajista. Valaistuksella on suuri merkitys jokapäiväisessä toiminnassa, ja oikealla ohjaustavalla voidaan saavuttaa monia etuja, kuten energiankulutuksen minimointi, ihmisten vireystilaan vaikuttaminen ja mahdollisimman joustavasti toimiva ympäristö. (Ihmiskeskeinen valaistus)

Monipuolisemmat ja energiansäästöä tavoittelevat valaistuksen ohjausjärjestelmät ovat tämän ja viime vuosikymmenien aikana valloittaneet markkinoita kovalla vauhdilla. Eri-laiset valonohjausjärjestelmät ovat yleistyneet kaikkialla, aina teollisuuden kiinteistöistä omakotiasumiseen saakka. Muun muassa teollisuushallit, toimitila- ja liikerakennukset sekä muut vastaavat tilat tavoittelevat edistystä ja säästöjä energiankulutuksen näkökulmasta. Visuaalisen vaikutelman merkitys kasvaa paikoissa, joissa asiakkaille halutaan luoda mahdollisimman viihtyisän oloinen tunnelma. Valaistusohjauksen näkökulmasta näihin tarpeisiin on nykyään tarjolla monia hyviä vaihtoehtoja, jotka tähtäävät neljään tärkeään päämäärään: energian säästö, visuaalisuus, muunneltavuus sekä turvallisuus.

Työssä perehdytään DALI-valaistusohjauksjärjestelmän toimintaan, ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin. Insinööriyön tavoitteena on suunnitella ja käyttöönottaa osana kokonaisvaltaista saneerausprojektia Turun keskustassa sijaitsevan liikekiinteistön DALI-järjestelmä, joka palvelisi rakennuksen käyttäjiä pitkälle tulevaisuuteen. Projekti tulee jatkumaan vielä useamman vuoden ajan, mutta järjestelmien kannalta tärkeimmät suunnitteluraamit luodaan työn alkuvaiheessa. Aiheesta tehdään työn ohella kattava suunniteluohje, jonka tarkoituksena on helpottaa ja kehittää valaistusohjauksjärjestelmien suunnittelutyötä.

## 2 DALI – ÄLYKÄS VALAISTUKSEN OHJAUS

### 2.1 Ohjausjärjestelmä yleisesti

*DALI* on käsitteenä varmasti jo lähes kaikille sähköalalla työskenteleville tuttu. Lyhenne tulee englanninkielen sanoista Digital Addressable Lighting Interface. Se on avoin protokolla, joka pohjautuu kaksisuuntaiseen, digitaaliseen väylätekniikkaan. Kansainvälisiin IEC 60929- ja IEC 62386 -standardeihin pohjautuva järjestelmä on suunniteltu mahdollisimman kevyeksi ja muuntojoustavaksi. (Introducing DALI)

Alun perin 1990-luvun lopulla DALI kehitettiin korvaamaan vanhanaikaiset analogiset valonohjauslaitteet, ja mahdollistamaan nimenomaan loisteputkivalaisimien kaksisuuntainen ja osoitteellinen ohjaus. Osoitteellisella ohjauksella mahdollistettiin yksittäiset valaisinkohtaiset ohjaukset, joka taas ei ollut mahdollista analogisilla ohjaustavoilla. Tämä teki tilojen käytöstä huomattavasti monipuolisempaa ja tehokkaampaa. (Garris, L. 2018)

Valaistuksen ohjauksen ja säädön lisäksi DALI mahdollistaa valaisinkohtaisten vika- ja energiankulutustietojen seurannan. Raportoitavat tiedot voivat sisältää esimerkiksi valonlähteen polttomäärät, tiedon lampun vaihtotarpeesta tai vuorokausikohtaiset energiankulutuskäyrät. Integraatio muihin järjestelmiin on mahdollista. Esimerkiksi ohjaukset rakennusautomaatiojärjestelmän tai AV-järjestelmän kautta onnistuvat erilaisten väylämuuntimien avulla. Käytännön esimerkkinä voidaan pitää tilannetta, jossa DALI-järjestelmän ohjaamaa yleisvalaistusta halutaan ohjata esitystilanteessa AV-järjestelmästä käsin, jolloin tilanteiden hallinta on mahdollisimman yksinkertaista ja helppokäyttöistä, eikä tarvitse huolehtia kahden erillisen järjestelmän yhtenäisestä toimivuudesta. (Kallioharju 2017, Etelälahti 2014)

### 2.2 Järjestelmän rakenne ja kaapelointi

DALI-järjestelmää voidaan käyttää valaistuksen ohjaukseen aina yksittäisistä tiloista todella laajoihin kokonaisuuksiin. Vaikka ohjaus tapahtuisikin erittäin laajassa ympäristössä, voi se silti olla rakenteeltaan hyvinkin yksinkertainen. Toimiakseen järjestelmä tarvitsee teholähteen, DALI-liitäntälaitteella varustetun valaisimen sekä ohjauslaitteen, kuten painikkeen tai sensorin. Nykyään on saatavilla ohjauslaitteita, joissa on sisäänraken-

nettuna teholähde (KUVA 1), jolloin laitteen ja valaisimen väliin tarvitaan vain väyläkaapelointi. Tällainen soveltuu hyvin yhden tilan kattavaan paikallisohjaukseen, ja asennustyöt pysyvät yksinkertaisina ja kustannustehokkaina, eikä erillistä käyttöönottoa tarvitse tehdä. (Etelälahti 2014, ABB asennustuotteet 2018, QUICKTRONIC® Intelligent DALI DIM)



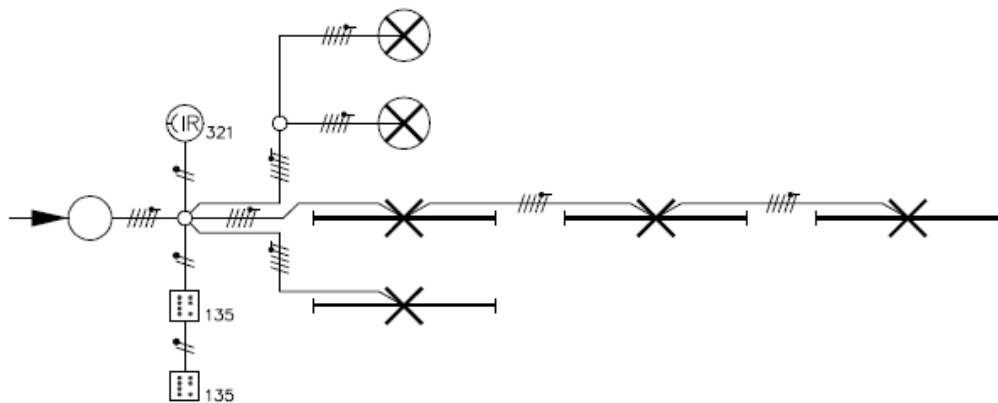
KUVA 1. DALI-potentiometri virtalähteellä, ABB 2117/11 U-500 (ABB asennustuotteet 2018)

DALI-järjestelmässä jokaisella laitteella, kuten valaisimella tai ohjainlaitteella, on oma osoitteensa. Valaisinkohtaisten tilanteiden ja tasojen tiedot tallentuvat suoraan ko. laitteen muistiin, jolloin laitteiden toiminta ei ole suoraan riippuvaista toisista laitteista. (Etelälahti 2014)

Suurempia järjestelmäkokonaisuuksia varten on kehitetty reititinjärjestelmiä, joita voidaan laajentaa kattamaan hyvinkin suuria hallittavia kokonaisuuksia. Reititinjärjestelmien perimmäisenä tarkoituksena on mahdollistaa DALI-väylien yhdistäminen toisiinsa. Näihin järjestelmiin voi painikkeiden ja sensorien lisäksi kuulua esimerkiksi tulo- ja releyskiköitä, vaihesäätimiä, valoantureita sekä akustisia tunnistimia. Reitittimessä itsessään on sisäänrakennettu DALI-virtalähde, jolloin kaikki ohjauskomponentit sekä ohjattavat laitteet voidaan liittää suoraan sellaisenaan reitittimen DALI-väylään. (Etelälahti 2014)

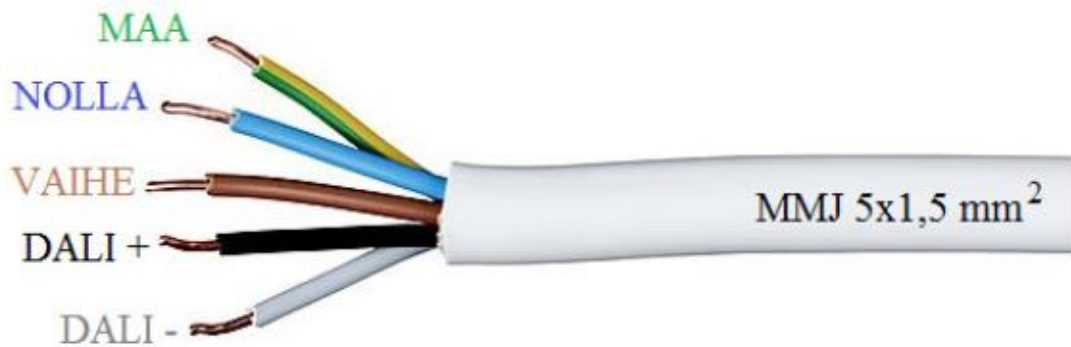
DALI-väylän perusominaisuudet ovat reititinjärjestelmässä samat kuin yksinkertaisemmassa ”perusversiossa”. Yhteen väylään voidaan liittää maksimissaan 64 osoitetta, ja väylän virrankulutus on rajattu 250:een milliampeeriin. Jokainen laite väylässä varaa oman osoitteensa, ja virrankulutus riippuu itse laitteen tyypistä. Esimerkiksi valaisimen liitäntälaite käyttää yhden osoitteen ja 2mA:n virran, kun taas ohjainlaitteet saattavat käyttää yhden osoitteen ja 10mA:n virran. Pääasiassa ohjainlaitteiden virrankulutus on viiden ja kahdenkymmenen milliampeerin välillä, mutta suurempia, jopa 40mA:n ohjainlaitteita on. (Etelälahti 2014, Järjestelmäsensorit Helvar)

Kaapelointi DALI-järjestelmässä on hyvin yksinkertaista, ja huomattavasti vapaampaa kuin monissa muissa väyläpohjaisissa järjestelmissä. Väylän tiedonsiirtonopeus on verrattain hidas, vain 1200 bittiä per sekunti, mutta se mahdollistaa vapaan topologian, eli kaapelointi voidaan tehdä ketjuttaen, tähtimäisesti tai näiden yhdistelmänä (KUVIO 1). Kaapelointiin ei suositella kuitenkaan tehtävän silmukoita. (Husain S.)



KUVIO 1. DALI-väylän esimerkkikaapelointi

Kaapelointiin tarvitaan kaksijohtiminen kaapeli, jonka tulee täyttää verkkojännitteelle asetetut kestoisuusvaatimukset. Häiriönsietokyky on hyvä hitaan tiedonsiirron, koodautavan sekä jännitealueiden ansiosta. Tämä mahdollistaa esimerkiksi kaapeloinnin valaisimelta valaisimelle MMJ 5x1,5 -kaapelilla, jossa voidaan kuljettaa vaiheen, nollan ja suojamaan lisäksi DA+ ja DA- samassa kaapelissa (KUVIO 2). DA+ ja DA- -napaisuudella ei ole toiminnan kannalta merkitystä, mutta selkeyttää työtä suunnittelu- ja toteutusvaiheessa, ja mahdolliset vianetsinnät onnistuvat helpommin. (Helvar Designer -koulutusmateriaali 2014)



KUVIO 2. DALI-väylän kaapelointi osana ryhmäjohtoa (Etelälahti 2014)

Väylän kokonaispituus rajautuu jännitehäviön mukaan, joka ei saa olla yli kahta voltia. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että 1,5mm<sup>2</sup> kaapelilla väylän pituus voi olla maksimissaan noin 300 metriä kauimmaisten laitteiden välillä. Kaapelin jännitehäviö voidaan laskea kaavan 1 mukaisesti,

$$U_V = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot S} \quad (1)$$

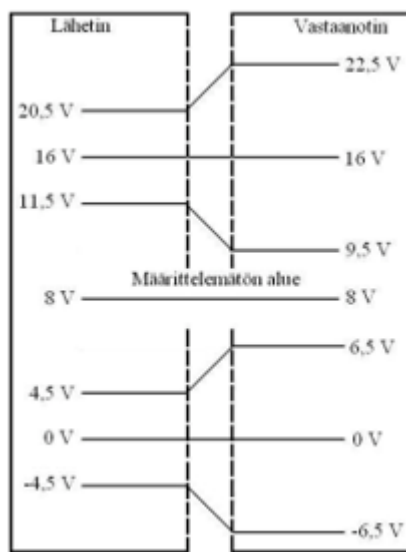
jossa  $U_V$  jännitteenalenema voltteina,  $l$  on kaapelin pituus metreinä,  $I$  on virransuuruus ampeereina,  $\gamma$  on kaapelin sähkönjohtavuus, joka kuparilla on 56 m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ ), ja  $S$  on kaapelin johtimen poikkipinta-ala neliömillimetreinä. Kaavan avulla laskettuna 1,5mm<sup>2</sup>:n kokoisessa kaapelissa väylän jännitehäviö on 1,786 voltia 300:n metrin matkalla. Kaapelin pituuden lisäksi jokainen väylän liitäntäkohdista lisää jännitehäviön suuruutta. Mikäli kaapelointi toteutettaisiinkin vaihtoehtoisesti 2,5mm<sup>2</sup>:n kaapelilla, saadaan jännitehäviöksi alla laskettu tulos. (Tridonic DALI manual 2013, 60)

$$U_V = \frac{2 \cdot 300\text{m} \cdot 0,25\text{A}}{56\text{m}/(\Omega\text{mm}^2) \cdot 2,5\text{mm}^2} = 1,071 \text{ V}$$

Usein kaapelointimatkojen rajoitukset tulevat vastaan esimerkiksi suurissa halleissa tai kaupoissa. Tämän tyyppisissä kohteissa valaisinmäärät ovat suuria ne ovat enemmän hajautettuja toisiinsa nähden. Tämän tyyppisissä kohteissa kaapelikoon suurentamisella saavutetaan merkittävää hyötyä. Helvar on myös tuonut markkinoille DALI-toistimen, jolla on mahdollista kaksinkertaistaa kaapelointimatka ja nostaa väylän maksimivirran suuruutta 500 milliampeeriin. Toistin ei kuitenkaan kasvata väylän osoitekapasiteettia.

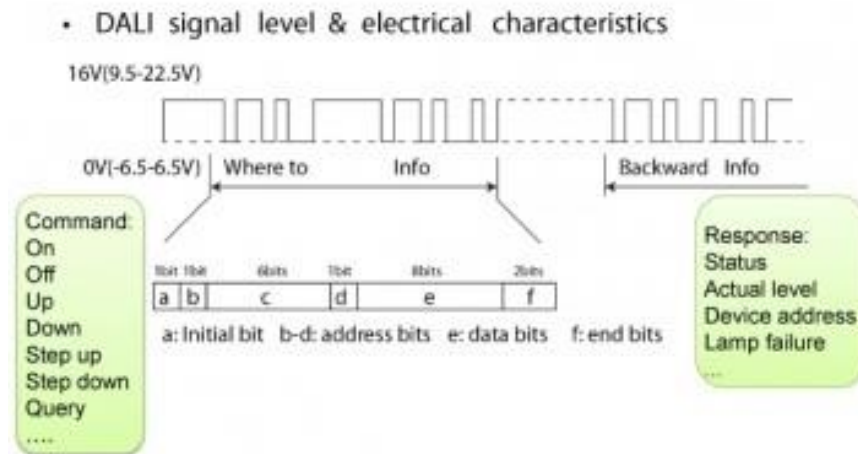
### 2.3 DALI-väylän tiedonsiirto

DALI-väylän signaalilla on erittäin hyvä häiriönsietokyky, joka mahdollistetaan väylän sisäisten jännitealueiden suurilla eroilla. Kuviossa 3 on esitetty väylän 0-bitin ja 1-bitin vastaanottimen jännitealueet. Lähettimen 0-bitin jännitetaso on nolla voltia  $\pm 4,5$  voltia, ja 1-bitin taso on 16 voltia  $\pm 4,5$  voltia. Vastaanottimen jännitetasot ovat samat, mutta toleranssi on molemmissa  $\pm 6,5$  voltia. Tällä minimoidaan viestien väärintulkinnat, ja häiriöt jäävät lähes olemattomiksi. Kun väylä on niin sanotussa lepotilassa, jännite on 16 voltia. (Kallioharju 2017)



KUVIO 3. DALI-signaalin jännitetasot (Kallioharju 2017)

Kuviossa 4 on purettuna DALI-väylän viestin sisältö. Yksi komento sisältää monien muiden väyläviestien tapaan aloitusbitin, osoitebitit, databitit sekä lopetusbitin. Tällöin oikea komento menee oikealle laitteelle. Vastaukset toimivat samoin luettaessa tietoa liitäntälaitteelta.



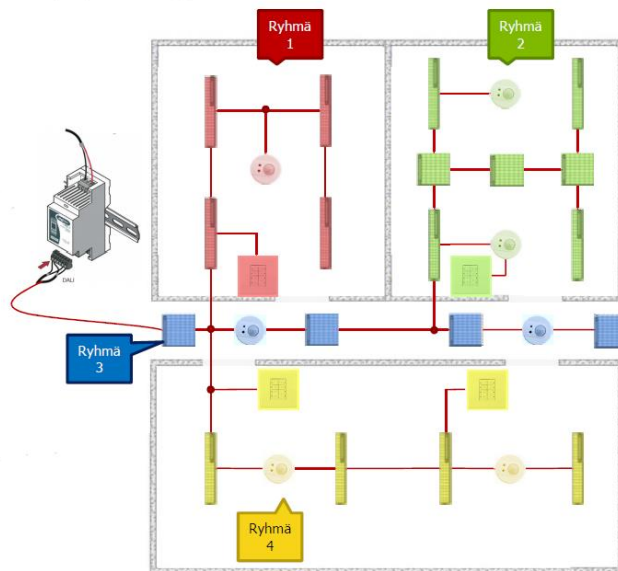
KUVIO 4. DALI-väylän viestin sisältö. (Meanwell.co)

Väylän tiedonsiirtoon käytetään Manchester-koodausta, jossa bittimuutos tapahtuu jokaisen bittivälin keskellä, vaikka datassa olisi useampia samoja bittejä peräkkäin. Bittimuutoksen tapahtuessa alhaalta ylös, tulkitaan 1-bitti, ja bittimuutoksen tapahtuessa ylhäältä alas, tulkitaan 0-bitti. Manchester-koodaus mahdollistaa myös tiedonsiirron muuntajien yli. (Kallioharju 2017, ST-Käsikirja 30)

## 2.4 Ryhmitykset ja ohjaukset

Jokaisessa yksittäisessä DALI-väylässä on käytettävissä maksimissaan 64 laiteosoitetta. Kukin liitännäislaite, sensori, painike tai jokin muu komponentti käyttää tyypillisesti yhden osoitteen. Osoitteet määräytyvät satunnaisesti kullekin laitteelle käyttöönoton alussa. Osoitteiden muokkaaminen on mahdollista jälkikäteen, jotta ryhmittelyt ja ohjaukset on helpompi ja selkeämpi toteuttaa.

Yksittäisessä DALI-järjestelmässä voi olla 16 ryhmää, sekä 16 ohjelmoitavaa tilannetta per laite. Kukin valaisin voidaan liittää useampaan ryhmään, mutta ohjainlaitteet voidaan asettaa ohjaamaan vain yhtä ryhmää kerrallaan. Yksittäisen DALI-väylän ryhmittelystä on esimerkki kuviossa 5, jossa on toteutettu sensorein ja painikkein ohjattu neljän huoneen kokonaisuus. (Etelälahti 2014)



KUVIO 5. DALI-väylän ryhmittelyesimerkki (Etelälahti 2014)

Ohjainlaitteet voidaan asettaa ohjaamaan valaisimia yksittäin tai ryhmittäin. Toiminnot voivat olla päälle/poistyyppisiä, tilannekutsuja, ylös/alas-säätöjä tai näiden yhdistelmiä. Esimerkiksi lyhyelle ja pitkälle painallukselle on mahdollista asettaa eri toiminnot. Tilanne, jota esimerkiksi painike kutsuu, tallentuu painikkeen muistiin. Valaisimeen tallentuu taas se tieto, mitä valotasoa kyseinen tilanne vastaa. Näin sama tilannekutsu voi valaisimissa näkyä eri valaistustasoina. (Etelälahti 2014)

Erilaisilla sensoreilla, kuten läsnäolotunnistimella, voidaan tilaan kutsua liikettä havaittaessa jokin tietty tilanne, joka voidaan tarpeen vaatiessa ohittaa tilassa olevan painikkeen avulla manuaalisesti. Usein läsnäolotunnistimella sytytetään esimerkiksi vakiovalo-ohjaus, eli päivänvalon mukaan säätyvä valaistustilanne, jolloin painikkeella voidaan manuaalisesti sammuttaa valaistus tai sytyttää se täyteen kirkkauteen. DALI:ssa valaistustason määrittäminen on tehty hyvin tarkaksi, ja eri tasoja on valittavissa 255, valaisimen valaistustason ollessa 0-100%. (QUICKTRONIC Intelligent DALI DIM 2018)

Valaistustilanteet ja -tasot tallentuvat suoraan väylässä oleville laitteille, joka mahdollistaa laitteiden siirtämisen ja uudelleenasetuksen ilman ohjelmointityötä. Usein ohjausmuutoksien tekemiseen riittää pelkkä ohjelmallinen muutos, eikä kaapelointia tai asennustyötä tarvitse välttämättä tehdä lainkaan. Kun järjestelmään taas lisätään ohjainlaitteita tai valaisimia, vaatii niiden toimintaan saattaminen lähes aina käyttöönottoa ja lisäohjelmointia. Sama pätee tilanteeseen, jossa vikaantunut laite vaihdetaan uuteen. (Etelälahti 2014)

### 3 OHJAUSJÄRJESTELMÄN SOVELLUTUKSET

Yksittäisillä ja toisistaan erillisillä ohjausväylillä voidaan toteuttaa joustavat ja monipuoliset valaistuksen ohjaukset, mutta tällöin muutos- ja laajennusmahdollisuudet ja järjestelmän hallittavuus on aina rajoitettu tiettyyn tilaan tai rakennuksen osaan. Suurempia järjestelmäkokonaisuuksia varten on kehitetty reititinjärjestelmä, joka mahdollistaa esimerkiksi koko rakennuksen valaistusohjauksen hallinnan ja tietojen keruun hallitusti ja täysin automaattisesti. Tässä työssä keskitytään pääosin Helvarin tarjoamiin järjestelmiin, joita käytettiin insinööriyön kohteena olevassa tavaratalo-hotelli-kiinteistössä.

#### 3.1 Järjestelmälaajuudet eri käyttötarkoituksiin

Pienimmillään DALI-järjestelmä voi olla yhden huoneen yhden valaistusryhmän kattava ohjauskokonaisuus, jossa valaisimia voidaan ohjata esimerkiksi aiemmin esitetyllä ABB:n DALI-potentiometrillä, jossa on sisäänrakennettu virtalähde. Ohjaimelta viedään vain väylä ohjattaville valaisimille, eikä erillistä käyttöönottoa tarvita välttämättä lainkaan. Selvänä etuna tässä ratkaisussa on matalat kustannukset ja vaivaton toimintaan saattaminen. Laajennusmahdollisuudet ovat kuitenkin hyvin rajalliset, koska yhden säätimen virtalähde kykenee ohjaamaan vain tiettyä määrää valaisimia.

64 osoitetta kattava DALI-väylä soveltuu hieman monimutkaisempien ohjauksien rakentamiseen. Tässä ratkaisussa väylä saa virtansa erillisestä teholähteestä (kuva 2), joka mahdollistaa väylässä 250mA:n virrankulutuksen. Teholähteeltä viedään väyläkaapelointi jokaiselle väylässä olevalle ohjainlaitteelle ja valaisimelle. Ohjausmahdollisuudet ovat kohdalaisen hyvät, ja mahdollistavat useamman huoneen tai tietyn rakennuksen osan valaistusohjauksen. Monimutkaisempia ohjauksia sekä aikaohjelmien luomista ei tueta. Järjestelmä on laajennettavissa väylän asettamien ehtojen mukaan, mutta integrointimahdollisuudet ja tietojen keruu järjestelmästä on hyvin rajallinen. Kokonaisuuden toimintaan saattaminen edellyttää käyttöönottoa ja ohjelmointia, jolloin hankintakustannukset kasvavat.



KUVA 2. Helvar 402 DALI-virtalähde (Helvar datalehti 2018)

Monipuolisempiin ja suurempiin ohjauksiin kehitetty reititinjärjestelmä mahdollistaa lähes kaiken tyyppiset valaistusohjaukset mitä nykyaikaiselta valaistukselta voidaan vaatia, vaikkakin hankintakustannukset ovat erillisjärjestelmiä suuremmat. Reititinjärjestelmä mahdollistaa suurienkin kiinteistöjen valaistusohjaukset keskitetysti ja hallitusti. Järjestelmään on mahdollista yhdistää useita reitittimiä, jolloin laajennusmahdollisuudet ovat todella kattavat. Integroiminen onnistuu useisiin eri järjestelmiin väyläsovittimien ja -muuntimien avulla.

### 3.2 Imagine-reititinjärjestelmä

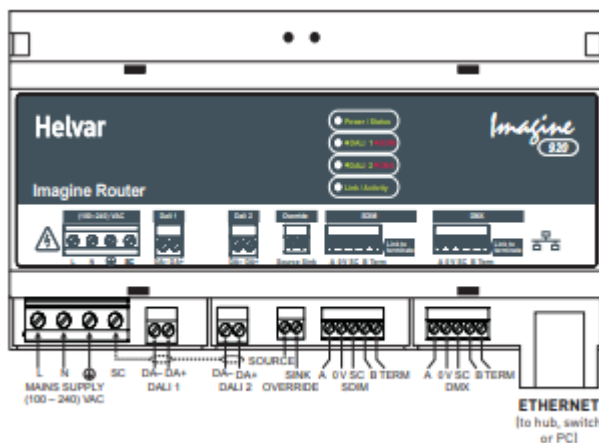
Helvarin Imagine-reititinjärjestelmä vastaa modernin valaistusohjauksen kaikkiin tarpeisiin ja käyttökohteisiin. Järjestelmällä voidaan toteuttaa DALI-ohjatut valaistusratkaisut pienistä, yksittäisistä ohjauksista aina suuriin järjestelmäkokonaisuuksiin, ja ohjaukset voidaan sovittaa jokaiseen erityyppiseen valaistustarkoitukseen: yleis-, kohde- sekä työvalaistukseen. Opinnäytetyön kohteena olevan liike- ja toimitilarakennuksen ohjausjärjestelmäksi valikoitui Helvarin Imagine-reititinjärjestelmä.

#### 3.2.1 Yleisesti

Reititinjärjestelmän päätarkoituksena on mahdollistaa DALI-väylien yhdistäminen, jolloin järjestelmän koko ei rajoitu pelkästään osoitemäärien ja virtarajoitusten mukaan.

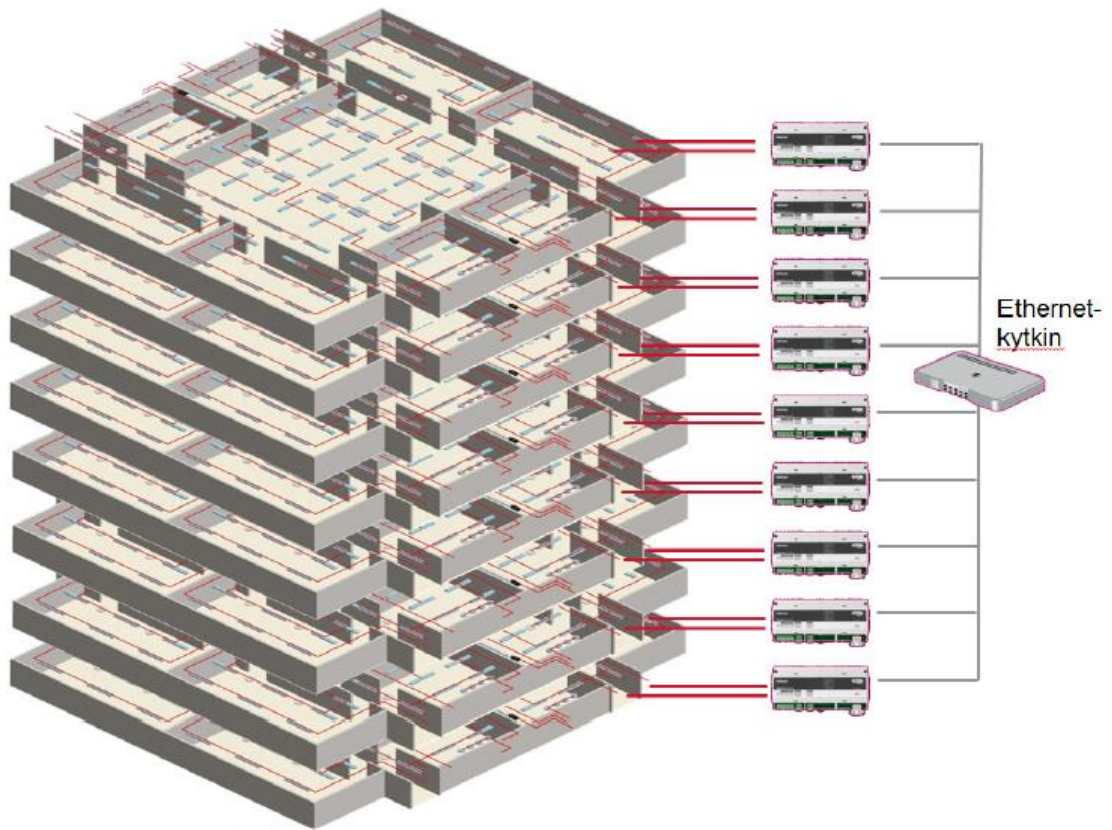
Yhteen järjestelmään voidaan liittää useita reitittimiä, jolloin käyttökohteet voiva olla hyvinkin suuria. Suurimmat järjestelmät koostuvat useista sadoista reitittimistä, kuten Abu Dhabissa sijaitsevassa *Trust Tower World Trade Centerissä*, joka on maailman suurin DALI-kohde yli viidelläsadalla Imagine-reitittimellä. (Helvar referenssit)

Helvar tarjoaa kolmea erilaista reititintä käyttötarpeen mukaan. Helvar 905-reitittimessä on yksi DALI-väylä, johon voidaan liittää 64 osoitetta. Reititinmalleissa 910 ja 920 on kaksi väylää, jolloin yhteen reitittimeen voidaan liittää maksimissaan 128 osoitetta. Lisäksi 920-reitittimessä (esitetty kuviossa 6) on mahdollisuudet DMX- ja S-DIM-ohjauksille. Reitittimien yhdistäminen on mahdollista perustason ethernet-kytkmillä, kaapelointi voidaan tehdä yleiskaapelointijärjestelmän komponenteilla ja kytkennät RJ45-liittimiä käyttäen. Reitittimessä on sisäänrakennettu DALI-teholähde, joten toimiakseen reititin tarvitsee vain 100-240 voltin vaihtosähköverkon jännitteen. (Lighting Intelligence Catalogue 2018)



KUVIO 6. Helvar Imagine-reititin 920 (Helvar datalehti 2018)

Yksittäisen reititinjärjestelmän tämän hetkinen testattu ja suositeltu maksimikoko on sata reititintä, joka mahdollistaa jo itsessään erittäin suuren järjestelmäkokonaisuuden rakentamisen yli kymmenen tuhannen osoitteen kapasiteetilla. Suuremmissa kohteissa on järjestelmien välillä mahdollista välittää komennot järjestelmäkokonaisuudesta toiseen ethernet-yhteyden välityksellä. Esimerkki usean reitittimen järjestelmästä on esitetty kuviossa 7. (Etelälahti, Mäkinen 2017)



KUVIO 7. Ethernet-kytkimellä yhdistetty usean reitittimen järjestelmä (Etelälahti 2014)

Reitittimet mahdollistavat lisäksi aikaohjelmien käytön, jolloin erillisiä aikaohjauksia esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmästä ei tarvita lainkaan. Reitittimissä on myös sisäänrakennettu astronominen kello, jonka ansiosta se osaa laskea esimerkiksi auringon nousu- ja laskuajat koordinaattitietojen perusteella, jotka järjestelmään syötetään ohjelmoinnin yhteydessä. Muita mainittavia etuja ovat erityyppiset linkkitoiminnot, komentojen uudelleenohjaukset, energiatietojen luku sekä ohjausehdot, joiden avulla voidaan tehdä erittäin skaalautuvia ja mukautuvia ohjauksia. (Etelälahti 2014)

Suomessa reitittimien suositushinnat vaihtelevat mallista riippuen noin 900:n ja 2000:n euron välillä (SLO verkkokauppa). Pienissä kohteissa kokonaiskustannuksia voidaan pitää suhteessa kalliimpina suuriin järjestelmiin nähden, joissa käyttökustannuksissa tehtävät säästöt ovat suuremmat. Hankintahinnaltaan reititinjärjestelmä on siis erillisjärjestelmää kalliimpi, mutta mahdollistaa monien ominaisuuksien ja keskitetyn järjestelmänhallinnan käytön, joita pidetään erittäin tärkeinä ominaisuuksina nykyajan valaistusohjauksessa.

### 3.2.2 Merkittävimmät ominaisuudet ja edut

Reititinjärjestelmällä saavutetaan monia etuja perinteiseen ohjaukseen ja DALI-erillisjärjestelmään nähden. Näistä merkittävimpinä voidaan pitää DALI-laitteiden/osoitteiden määrää, ohjelmoitavien tilanteiden määrää, käyttönoton etuja, integrointimahdollisuuksia, aikaohjauksia sekä 920-reitittimen lisäohjausmahdollisuuksia. Lisäksi reitittimien oma flash-muisti sekä aiemmin mainitut astronominen kello, linkitykset, komentojen uudelleenohjaukset ja ehdot voidaan lukea tärkeisiin ominaisuuksiin, joita erillisjärjestelmässä ei ole. (Helvar datalehti)

Järjestelmä on mahdollista varustaa myös keskitetyllä graafisella käyttöliittymällä, joka voidaan räätälöidä eri käyttäjien mukaan esimerkiksi käyttäjälle tai kiinteistöhuollolle. Käyttöliittymän kautta voidaan seurata kulutuksia, monitoroida valaisimia tasopiirustusnäkyvässä, välittää vikatietoja tai tehdä muutoksia esimerkiksi aikaohjauksiin. Käyttöliittymällä varustettu PC voidaan liittää ethernet-verkkoon, jolloin vikatietoja voidaan välittää esimerkiksi sähköpostiin ja matkapuhelimiin. Tällä hetkellä ohjelmiston laajuudesta riippuen voidaan valita Helvarin uSee-käyttöliittymä, tai laajemmin räätälöitävä Tridium:n Niagara-rajapinta, joka voidaan suunnitella juuri käyttäjän tarpeiden mukaan. Helvarilta on tulossa myös täysin uudenlainen valvomo PC -käyttöliittymä, joka on vielä testausvaiheessa tämän opinnäytetyön valmistuessa. Opinnäytetyökohteeseen tullaan hankkimaan valvomo PC -ratkaisu, ja uusi julkaistava ohjelmisto tullaan todennäköisesti sinne rakentamaan. (Helvar datalehti, Tridium ajuri, Helvar Designer -koulutus 2017)

Uusimpina ominaisuuksina reititinjärjestelmä on mahdollistanut myös uudenlaiset TW- (Tunable White) ja RGB-ohjaukset. DALI:ssa perinteisenä ohjaustapana RGB-ohjauksia ollaan voitu toteuttaa DMX-ohjausten tapaisesti, jossa jokaisella värillä on oma osoitteensa jota on kyetty säätämään prosentuaalisesti nollan ja sadan välillä. Pidemmälle kehitetyt DALI-tyypin 8 liitäntälaitteet mahdollistavat värilämpötilan sekä värien säädön täysin erilaisella tavalla, kts. kappale 3.3. (Richardson 2017, Päivitetty DALI-standardi tuo helpon värien ja värilämpötilanhallinnan ja lisää energiasäästöjä)

### 3.2.3 Ohjelmointi ja integraatio

Helvarin reititinjärjestelmän ohjelmointi tapahtuu Designer-ohjelmistolla, jonka käyttö vaatii ohjelmistokurssin suorittamista. Ohjelmointi itsessään tehdään Windows-käyttöjärjestelmällä varustetulla tietokoneella, joka yhdistetään ethernet-kaapelilla suoraan reitittimen RJ45-liittimeen. Myös koko järjestelmän ohjelmoiminen kerralla onnistuu liittämällä tietokone esimerkiksi reitittämiä yhdistävään ethernet-kytkimeen. Designer-ohjelmistoa päivitetään jatkuvasti ja uusia toimintoja kehitellään ohjelmoinnin helpottamiseksi ja toimintojen monipuolistamiseksi. (Koulutukset – Helvar Designer 5 -kurssit)

Järjestelmä voidaan lisäksi liittää osaksi muita järjestelmiä useiden eri väyläsovittimien ja -adapterien avulla. AV-järjestelmien integraatioon on tarjolla useampia vaihtoehtoja, joista monipuolisin ja joustavin ratkaisu on ethernet-I/O-protokollan avulla tapahtuva tiedonsiirto, josta Helvarin versio kantaa nimeä HelvarNet. Helvarilla on tarjolla myös AV-järjestelmän integraatiota varten Helvar 503 AV-sovitin, jolla voidaan liittää RS-232 -sarjaliikenneporttia käyttävät järjestelmät osaksi DALI-järjestelmää. AV-sovittimia on usein käytössä esimerkiksi auditorioissa ja esitystiloissa, joissa halutaan esitystilanteessa saada yleisvalaistusta ohjattua mahdollisimman vaivattomasti. Esitysvalaistuksessa yleisesti käytössä oleva DMX-protokolla on myös liitettävissä DALI-järjestelmään suoraan Helvar 920-reitittimen avulla. DMX-sovituksessa tiedonsiirto on mahdollista kumpaankin suuntaan, joka voidaan valita käyttötarpeen mukaan. (Setting up Communication with Helvar, Helvar datalehti)

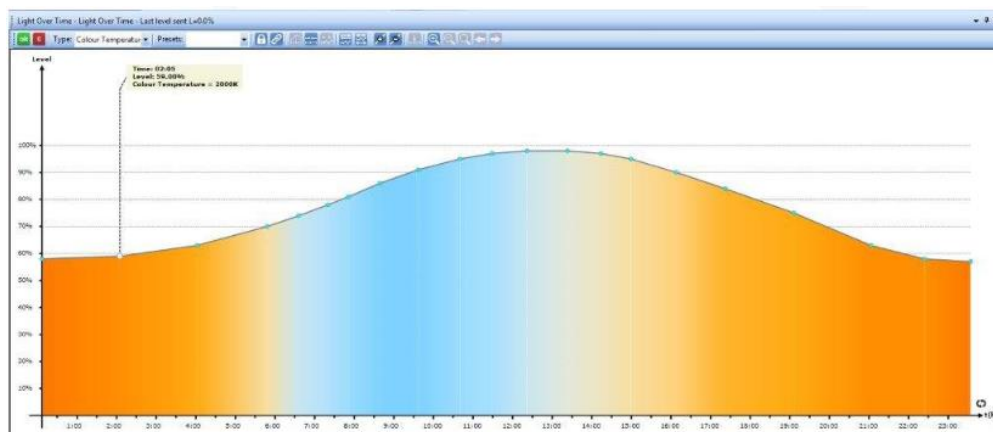
Helvar 435 BACnet Gateway:n avulla reititinjärjestelmä voidaan integroida BACnet/IP-pohjaiseen rakennusautomaatiojärjestelmään, jossa komennot välitetään TCP/IP-verkon välityksellä. Useilla muilla laitevalmistajilla ja -toimittajilla on DALI:n ohjaukseen lisäksi sovittimia muihin rakennusautomaation väyliin, kuten Modbus, KNX ja LON. (Kallioharju 2017, Helvar datalehti)

### 3.3 Värien ja värilämpötilan säädöt

DALI-type 8, eli DALI-standardin osa 209, on DALI-standardin lisäys, joka mahdollistaa valaisimien väriavaruuden hallinnan käyttäen vain yhtä DALI-osoitetta. DALI-tyypin 8 liitäntälaitteissa voidaan siis yhden osoitteen avulla lähettää käskyjä useaan eri valonläh-

teeseen, jolloin väylään voidaan liittää entistä enemmän valaisimia, eikä yksi RGB-valaisin käytä esimerkiksi kolmea osoitetta. Liitäntälaitteisiin on valmiiksi konfiguroitu oikeat, ohjelmointia vastaavat väritasot. DALI-tyyppi 8 mahdollistaa TW, RGB sekä RGBW -ohjaukset. (Richardson 2017, Kuinka tekniikka toimii käytännössä?)

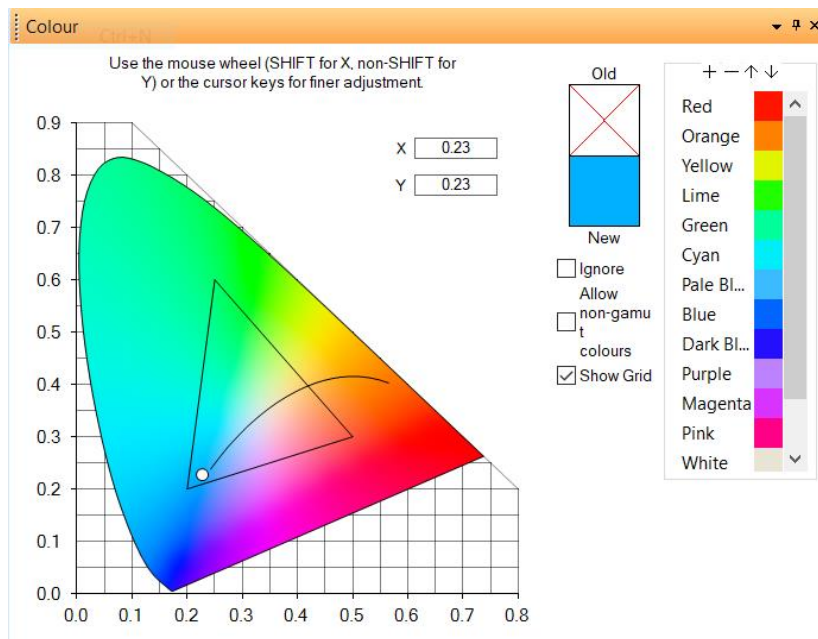
Nykyvalaistuksessa kuulee yhä useammin puhuttavan nk. ihmiskeskeisestä valaistuksesta (*Human-Centric Lighting, HCL*), eli käyttäjän tarpeiden mukaisesta, mukautuvasta valaistusohjauksesta. Käytännössä tämä tarkoittaa valkoisen valon värilämpötilan ja intensiteetin automaattista säätöä, joka voidaan ohjelmoida järjestelmään etukäteen, tai se voi mukautua vallitsevan luonnonvalon perusteella. ”Tunable White” -nimeä kantavat valaistustuotteet on tehty juuri tätä tarkoitusta varten, sillä ne pystyvät tuottamaan hyvin laajalla skaalalla eri sävyistä valkoista valoa, tyypillisesti lämpimästä 2700 kelviniä aina päivänvaloa vastaavaan 6500 kelviniin asti. Parhaimmillaan HCL voi vaikuttaa olennaisesti ihmisten vuorokausirytmieihin piristävänä tai rentouttavana, hyvinvointia parantavana tekijänä. Kuviossa 8 on Helvar Designerista otettu kuvankaappaus, jossa on kuvattuna esimerkki valaistuksen värilämpötilan ja intensiteetin muutoksesta ajan suhteen. Aamulla ja päivällä värilämpötila on kylmempi, kun taas illalla ja yöllä luodaan lämpimämmän sävyistä valoa. Vaikka värilämpötilan säädöllä varustettuja valaisimia on ollut markkinoilla jo jonkin aikaa, on niiden käyttö vielä varsin vähäistä. On hyvin todennäköistä, että värilämpötilan säädöstä on tulossa seuraava iso askel valaistuksen ohjauksessa. (Light over Time – dynaamiset valaistusprofiilit, Tunable White värilämpötilan säätö)



KUVIO 8. Valaistuksen värilämpötilaprofiili, kuvankaappaus Helvar Designer -ohjelmistosta (Light over Time – Dynaamiset valaistusprofiilit)

DALI-tyypin 8 -laitteet mahdollistavat myös värien säädön yhden laiteosoitteen avulla. Värien säätömahdollisuus tuo uusia mahdollisuuksia esimerkiksi kohdevalaistukseen,

jossa visuaalinen vaikutelma on ensisijalla. Värien säädössä Helvarin reititinjärjestelmässä hyödynnetään CIE 1931 XYZ -väriavaruutta. Se on yksi vanhimmista matemaattisista väriavaruusmalleista. Designer ohjelmistossa säätö tapahtuu kuvion 9 mukaisesti XY -koordinaattien perusteella CIE 1931 väriavaruuden kromaattisuusdiagrammissa. Diagrammissa on esitettyä myös Planckin käyrä, joka on yksi yleisistä luonnonvakioista. Käytännössä haluttu väri voidaan ennalta määrätä XY-koordinaattien perusteella, jotka voidaan helposti syöttää ohjelmaan käyttöänon yhteydessä. Designer tunnistaa automaattisesti värialueen jota ohjattavan valaisimen liitäntälaite pystyy toistamaan, ja rajaa sen diagrammissa näkyvällä kolmiolla. (CIE 1931 XYZ -väriavaruus, Planckian locus)



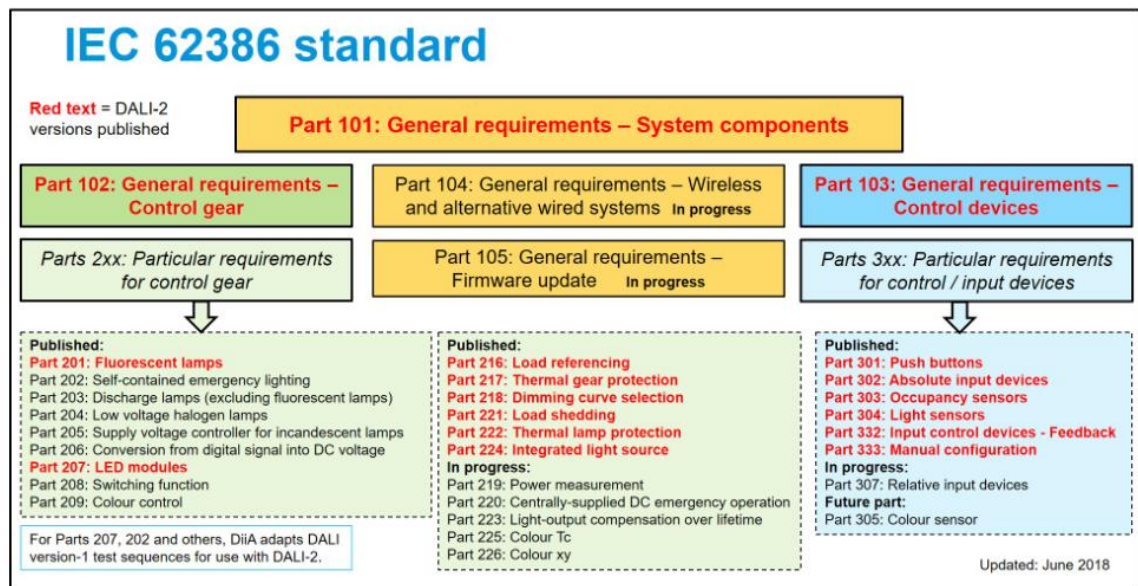
KUVIO 9. CIE 1931 väriavaruuden kromaattisuusdiagrammi Helvar Designer -ohjelmassa

### 3.4 Kehitys ja tulevaisuus

DALI-standardia kehitetään jatkuvasti maailmanlaajuisen DiiA:n (Digital Illumination Interface Alliance) toimesta. DiiA koostuu useista eri laite- ja komponenttivalmistajista, kuten Helvar, Eaton, Osram ja Tridonic. Sen päätavoitteena on kehittää järjestelmää ja kasvattaa DALI-järjestelmien markkinoita. (Digital Illumination Interface Alliance)

Jo pitkään kehitteillä ollut DALI-2, eli standardin IEC 62386 toinen versio tähtää DALI-järjestelmän parannuksiin niin yhteensopivuuden kuin uusien ominaisuuksienkin osalta.

Tämän hetkinen standardi kattaa pääasiassa vain valaisimien liitäntälaitteet, eivätkä ohjainlaitteet ole yhteensopivia järjestelmätoimittajien välillä. DALI-2:n on tarkoitus kattaa myös ohjainlaitteet, kuten sensorit ja painikkeet. Lisäksi se avaa toiset 64 laiteosoitepaikkaa väylälle, jolloin ohjainlaitteet ja valaisimet saavat omat väylävaruutensa. Kuten DALI-tyypin 8 laitteet, mahdollistaa DALI-2 myös väri- ja värilämpötilan säädöt yhdellä osoitteella. Markkinoille on vähitellen jo alkanut ilmestymään DALI-2-standardin mukaisia komponentteja, kuten liitäntälaitteita. Kuviossa 10 on DiiA:n ylläpitämä ja päivittämä kaavio IEC 62386 -standardin kehityksestä, jossa DALI-2 standardin mukaisia komponentteja löytyy punaisella merkityistä osioista. (Päivitetty DALI-standardi tuo helpon värien ja värilämpötilanhallinnan ja lisää energiasäästöjä – Helvar uutiset, DALI standard IEC 62386)



KUVIO 10. IEC 62386 -standardin kehitystaulukko, päivitetty kesäkuussa 2018 (DALI standard IEC 62386)

Helvarilla on vankka pohja niin Suomen kuin koko maailmankin markkinoilla. Yleistymistä vauhdittaa Helvarin omat koulutukset Suomessa, jolloin urakoitsijoilla itsellään on mahdollisuus tehdä järjestelmien käyttöönottoa. DALI-järjestelmä on saanut vankan aseman uusien valaistusohtausjärjestelmien rakentamisessa. (Koulutukset – Helvar Designer 5 -kurssit)

### 3.5 Muita järjestelmätoimittajia

Helvarin lisäksi myös Nylundin edustama Eaton on kehittänyt samalla periaatteella toimivan reititinjärjestelmän, joka perustuu myös DALI-protokollaan. Eaton iLight -nimikettä kantava järjestelmä sisältää muun muassa DALI-2 reitittimen, jossa on jopa neljä sisäänrakennettua DALI-väylää (kuva 3). DALI-väylien lisäksi reitittimestä löytyy rajapinta CAN-väylälle, jota käytetään myös järjestelmän sisäiseen tiedonsiirtoon, ohjaus DMX-valaisimille sekä sarjaväylä RS-485. Eaton:illa on tarjolla järjestelmään omat painikeohjaimensa ja sensorinsa, mutta tulevaisuudessa DALI-2 mahdollistaa myös ulkopuolisten ohjainlaitteiden liittämisen järjestelmään. (iLight-ohjausjärjestelmät)



KUVA 3. Eaton iLight SCMD4 DALI-reititin (SCMD4 DALI-reititin Nylund)

iLight-järjestelmään on saatavilla lisäksi kattava valikoima erilaisia himmentimiä, kuormaohjaimia, releyksiköitä, DALI-ohjaimia, DMX-ohjaimia ja kosketusnäyttöjä. Sen käyttökohteiksi soveltuvat monentyyppiset ja -kokoiset kiinteistöt, kuten hotellit, koulut, kongressikeskukset, tavaratalot sekä monitoimiareenat. Järjestelmä on integroitavissa moniin automaatiojärjestelmiin, ja sen laajennettavuus on todella hyvä. Ohjelmointi tapahtuu käyttäen Eaton:n iCAN-ohjelmistoa. (iLight-ohjausjärjestelmät)

Painikkeiden ja sensoreiden lisäksi järjestelmän ohjaus voidaan toteuttaa myös langattomasti tableteilla ja älypuhelimilla. iLight-järjestelmä tukee langattomia yhteyksiä WiFi-

verkon yli, jolloin koko kiinteistön kattava ohjausverkko on helppo rakentaa yleiskaapelointia hyödyntäen, eikä yhteyksien kantamat asetu rajoitteeksi. Älylaite-sovellukset ovat saatavilla iOS- ja Android-käyttöjärjestelmille sovelluskaupasta. Laajempaa ohjausta ja datankeruuta varten on tarjolla valvomo PC -ratkaisu, Eaton Enterprise Software Suite, joka tarjoaa graafisen käyttöliittymän järjestelmän täydelliseen seurantaan ja ohjaukseen. (iLight Product Catalogue 2017)

Toisena mielenkiintoisena järjestelmävaihtoehtona on GreenLED:n Suomeen tuoma Osram Encelium, joka pohjautuu myös DALI-protokollaan. Myös Osram:lla on tarjolla järjestelmään omat toimilaitteensa ja ohjaimensa, kuten painikkeet ja sensorit. Pienimmillään toimiakseen järjestelmän tulee koostua Encelium DALI ECU-ohjausyksiköstä, 24:n voltin tehosyöttöyksiköstä sekä SSU-serveristä. Encelium ohjausyksiköt vaativat siis erillisen jännitteensyöttöyksikön. Järjestelmäarkkitehtuuri on esitetty kuviossa 11, jossa on käytetty sekä kaapeloitua että langatonta ohjaustapaa. Järjestelmän rakenne mukaillee hyvin pitkälti samoja linjoja kuin muidenkin valmistajien järjestelmät. (ENCELIUM combines wired and wireless light management 2017)



KUVIO 11. Osram Encelium-järjestelmän järjestelmäarkkitehtuuri (ENCELIUM combines wired and wireless light management 2017)

Suurempien järjestelmien ECU-ohjausyksiköt voidaan liittää samaan järjestelmään yleiskaapelointiverkon avulla. Jokaisessa ohjausyksikössä on omat RJ45-liittimensä, joiden avulla onnistuu myös verkon ketjuttaminen yksiköltä toiselle, eikä esimerkiksi jokaiselle saman keskuksen yksikölle tarvitse tuoda omaa ethernet-kaapelia. Toisena merkittävänä etuna on yhden ohjausyksikön neljä DALI-väylää, joissa jokaisessa on 64+64 osoitetta,

ohjauslaitteiden ja kuormalaitteiden osoitevaruudet erikseen. Toisin kuin Helvarin ja Eatonin reitittimissä, Osramin versiossa yhden DALI-väylän virta on rajoitettu ”vain” 200 milliampeeriin. (Osram datalehti)

Muita mainitsemisen arvoisia järjestelmiä ovat muun muassa Tridonic ConnecDIM, Ny-lund B.E.G. Luxomat DALISYS sekä Wago I/O-System DALI. Näistä järjestelmistä on vielä toistaiseksi saatavilla vain vähän tietoa suomeksi ja käyttökokemuksia on varsin vähän Suomessa.

## 4 VALAISTUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU KOHTEESEEN

### 4.1 Lähtökohdat

Turussa keskusta-alue ja etenkin kauppatorin ympäristö on kokemassa suuria muutoksia ja merkittäviä uudistuksia. Itse kauppatori ja sen ympärillä toimivat palvelut ja muut liikekiinteistöt tulevat seuraavien vuosien aikana kokemaan merkittäviä muutoksia, ja samalla talotekniikka tuodaan vastaamaan nykyajan vaatimuksia ja mahdollisuuksia.

Opinnäytetyön keskeisenä aiheena oli suunnitella ja toteuttaa osana sähkösuunnittelua valaistusohjausjärjestelmä Turun keskustassa sijaitsevaan suureen liikekiinteistöön, jossa toimii tavaratalo ja hotelli. Tavaratalossa on lisäksi useampia pieniä liiketiloja, joissa toimii muun muassa ravintoloita, kahviloita, kokoustiloja ym. päivittäispalveluita. Päiväsaikaan tavaratalossa korostuu hyvä ja tehokas valaistus, kun taas ilta-aikaan kahviloihin, ravintoloihin ja hotelliin halutaan luoda tunnelmaa ja tehdä miljööstä viihtyisä.

Kohteen nykyinen valaistus on toteutettu pääosin loisteputkivalaisimilla, joiden päälle/pois -kytkennät tapahtuvat sähkökeskuksissa olevilla kontaktoreilla, joita ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmästä aikaohjauksilla. Uudessa valaistusohjausjärjestelmässä oli tärkeimpänä tekijänä suunnitella toimiva ja monipuolinen ratkaisu, jossa korostuisi visuaalinen ilme ja helppokäyttöisyys. Kun valaistus päivitetään loisteputkivalaistuksesta LED-valaistukseen ja valaistusta ohjataan järkevällä tavalla, saadaan järjestelmästä lisäksi energiatehokas.

Yhdellä ja samalla järjestelmällä haluttiin saada toteutettua hotellin sekä tavaratalon valaistusohjausratkaisut. Ohjausjärjestelmän valintaan vaikutti erityisesti monipuoliset ohjaus-, käyttö- ja integraatiomahdollisuudet sekä mahdolliset laajennusmahdollisuudet tulevaisuudessa. Osa järjestelmästä toimisi pääosin siis automaattisesti aukioloaikoihin perustuen, kun taas hotellin puolella osa valaistuksesta olisi asiakkaiden ohjattavissa. Oli myös varauduttava siihen, että järjestelmä tulitaisiin liittämään valvomoon graafisen käyttöliittymän avulla, josta voitaisiin tehdä tilapäisiä ohjausmuutoksia ja monitoroida valaisimien tilaa sekä kulutustietoja reaaliajassa.

## 4.2 Järjestelmän rakentuminen

Koska kiinteistössä oli ennestään käytetty järjestelmää, jota ei ollut järkevää tai edes mahdollista hyödyntää uuden valaistuksen ohjaukseen, päädyttiin tulokseen, että koko järjestelmä uusittaisiin tämän saneerauksen yhteydessä. Suunnittelutoimistomme hyvän osaamisen ja useiden aiempien projektien käyttökokemusten perusteella työn tilaajalle esitettiin käytettäväksi DALI-protokollaa hyödyntävää Helvarin Imagine-reititinjärjestelmää, jolla kyettäisiin toteuttamaan kaikki tarpeelliset ja halutut ominaisuudet. Järjestelmälle asetettuihin vaatimuksiin kuuluivat muun muassa käytännöllisyys, muutosjoustavuus sekä toimivuus ja tuki myös tulevaisuudessa. Helvarilla on vakaa ja pitkälle viety tuotekehitys, josta on saatu positiivisia kokemuksia aiemmissa uudis- ja saneerauskohteissa, joten järjestelmä päätettiin rakentaa Imagine-järjestelmän komponenteilla.

Kiinteistössä on monia erityyppisiä ja -kokoisia liiketiloja ja huoneita, joissa on eri tarpeet valaistukselle ja sen ohjaamiselle. Jokaisessa liiketilassa haluttiin pitää kuitenkin järjestelmän ”pohja” samanlaisena, jotta mahdolliset liiketyypimuutokset tai vastaavat voitaisiin jatkossa toteuttaa ilman koko järjestelmän kattavia muutoksia tai komponenttiusimisiä. Tällöin järjestelmän rakenne saadaan pidettyä selkeämpänä ja käyttäjäturvallisempänä.

Jokaiseen liiketilaan suunniteltiin oma Helvar 910 -reititin, jossa on kaksi DALI-väylää. Tällöin liiketilojen muutokset eivät olisi millään tavalla valaistusjärjestelmän osalta riippuvaisia toisistaan, ja väyliin saatiin jätettyä reilusti varatilaa esimerkiksi valaisinlisäyksien varten. Tavaratalon osalta reitittimien lukumäärät määräytyivät komponenttien ja virta-arvojen laskelmien perusteella siten, että varatilaa jätettiin noin 30 prosenttia. Reitittimien lisäksi liiketilojen keskuksiin suunniteltiin liiketilakohtaisten tarpeiden mukaan valonsäätimiä, releyksiköitä, sisäänmenoyksiköitä ym. komponentteja.

Hotellin puolella kutakin neljää hotellihuonetta kohden suunniteltiin yksi ryhmäkeskus, johon sijoitettiin yksi 910-reititin. Tällöin jokaisen hotellihuoneen käyttöön varattiin riittävät 32 DALI-osoitetta. Reitittimen lisäksi ryhmäkeskukseen suunniteltiin kaksi 8-kanavaista ja yksi 4-kanavainen releyksikkö, Helvar 498 ja 494, joilla saataisiin ohjattua osaa huoneiden sisustusvalaistuksesta, pistorasioita sekä lämmitys-/jäähdytyskonvektoria.

Reitittimien määrä riippui väylien määrän tarpeesta. Osaan keskuksista saattoi tulla jopa neljä reititintä, kun taas toisissa riitti yksi. Kun valaisimien ja ohjainkomponenttien pistesijoitukset oli saatu suunniteltua tasopiirustuksiin, käytettiin kuvion 12 mukaista Helvar Oy:n laatimaa laskentataulukkoa. Laskentataulukko on tehty helpottamaan osoitemäärien ja virrankulutuksen laskentaa. Tämä on hyvä tehdä jo ennen varsinaisten johdotuspiirustuksien tai keskuskaavioiden suunnittelua, jotta ohjausväylien kaapeloinnin hahmottaminen helpottuu, vältetään johdotusmuutoksilta ja mahdollisilta väyläongelmilta. Johdotuspiirustusten jälkeen keskuskaaviota suunniteltaessa tiedetään suoraan komponenttien määrän tarve.

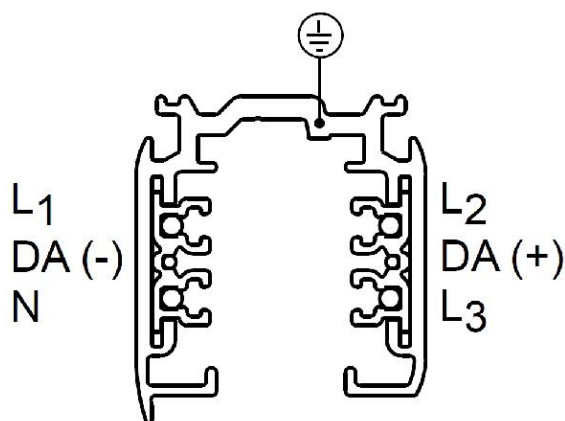
Helvar		Valonohjausjärjestelmät Versio 1.3		Helvar Oy Ab Vetotie 3, 01610 Vantaa Phone: +353 9955541 www.helvar.com		31.10.2014			
Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko				0	0	HUOM! Maksimi osoitemäärä/väylä 64 (Huom. Toolbox-ympäristössä 63) Maksimi virrankulutus/väylä 250mA Maksimi väylän haarojen yhteenlaskettu pituus on 300 metriä (1,5 mm <sup>2</sup> )			
Oikeudet muutoksiin pidätetään									
Tuotekoodi	Tuotenimike	Osoitteiden määrä/laitte	Virrankulutus/laitte (mA)	Laitteiden määrä	Osoitteet yhteensä	Virrankulutus yhteensä	Ulkoinen virtalähde	HUOM!	
Ballaist/LED	DALI-liitäntälaitte	1	2		0	0		Mik tahansa DALI liitäntälaitte	
100	Pyöröohjain	1	10		0	0			
110	1-osainen liukuohjain	1	10		0	0			
111	2-osainen liukuohjain	1	10		0	0			
121	2-painikkeisto (On/Off)	1	10		0	0			
122	2-painikkeisto (ylös/alas)	1	10		0	0			
124	5-painikkeisto	1	10		0	0			
125	7-painikkeisto	1	10		0	0			
126	8-painikkeisto	1	10		0	0			
150	Umpipeitelevy	0	0		0	0			
170	IR-vastaanotin	1	10		0	0			
180	Ohjelmointiliityntäpiste	0	0		0	0			
131B/W	2-painikkeisto (On/Off), musta/valkoinen	1	10		0	0			
132B/W	2-painikkeisto (ylös/alas), musta/valkoinen	1	10		0	0			
134B/W	5-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0			
135B/W	7-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0			
136B/W	8-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0			
137B/W	4-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0			
181B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0			
182B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0			
183B/W	EnOcean kytkinmoduuli	1	0		0	0			
184B/W	EnOcean kytkinmoduuli - tupla	1	0		0	0			
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15		0	0			
312	Multisensori, läsnäolo ja vakiovaloanturi	1	15		0	0			
313	Mikroaalotunnistin, matala malli	1	20		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen	
314	Mikroaalotunnistin, säädettävä kallistuskulma	1	40		0	0		Jos käytetään erillistä tehonsyöttöä, aseta numero 1 ulkoinen	
315	Väläilytimeen asennettava multisensori	1	10		0	0			
317	PIR tunnistin, korkeille tiloille	1	20		0	0			
318B/W	Läsnäoloanturi moduuli seinäasennukseen	1	10		0	0			
329	DALI-Ulkovaloanturi	1	10		0	0			
416	15A Tyristorisäädin	1	2		0	0			
425	25A Tyristorisäädin	1	2		0	0			
434	EnOcean Vastaanotin	1	20		0	0			
440	Sisäänmenoyksikkö, ei sovellu reititinjärjestelmään	1	10		0	0			
441	Mini-sisäänmenoyksikkö, läsnäolo	1	10		0	0		Jos toimii sensorin tehoilähteenä, aseta numero 1 ulkoinen vir	
444	Mini-sisäänmenoyksikkö, painikkeisto	1	10		0	0			
445	Mini-sisäänmenoyksikkö, painikkeisto + LED ulostul	1	15		0	0			
452	1000W Yleissäädin	1	2		0	0			
454	4x500W, 4 kanavasäädin	4	2		0	0			
455	500W Tyristorisäädin	1	2		0	0			
458/DIM4	4-kanavainen tyristorisäädin	4	2		0	0			
458/DIM8	8-kanavainen tyristorisäädin	8	2		0	0			
458/CTR8	8-kanavainen liitäntälaitteiden ohjausmoduuli	8	2		0	0			
458/SW8	8-kanavainen kytkentämoduuli	8	2		0	0			
472	DALI/1-10V tai DSI muunnin	1	2		0	0			
474	4-kanavainen DALI/1-10V, DSI tai DALI Broadcast mu	4	2		0	0			
478	8-kanavainen DALI-ohjain	8	2		0	0			
490	2-kanavainen verho-ohjainyksikkö	2	2		0	0			
491	Relekyksikkö, 1 kanava 2A	1	2		0	0			
492	Relekyksikkö, 1 kanava 16A	1	2		0	0			
493	Relekyksikkö, 1 kanava 0,5A	1	10		0	0			
494	Relekyksikkö, 4 kanava	4	2		0	0			
498	Relekyksikkö, 8 kanava	8	2		0	0			
503	AV-järjestelmän liityntäpaketti	0	15		0	0			
924	TouchPanel käyttöliittymä	1	10		0	0			
942	Imagine sisäänmenoyksikkö reititinjärjestelmille	1	10		0	0			

KUVIO 12. Helvarin valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko.

### 4.3 Valaisimet

Tavaratalon ja liiketilojen valaistukset poikkeavat hyvin paljon toisistaan. Tavarataloon suunniteltiin perinteisempään myymälävalaistustyyliin kirkas ja hyvän värintoiston mukainen valaistus, kun taas eri tyyppisissä liiketiloissa valaistus voi vaihdella merkittävästi liiketyypin mukaan. Projektissa oli mukana kaksi eri yritysten sisustussuunnittelijaa, jotka suunnittelivat tavaratalon yleisilmeen, myös valaistuksen osalta.

Sisustussuunnitelmien pohjalta lähdettiin määrittämään valaisintyyppejä ja tarkentamaan valaisinsijoituksia ja -määriä. Yleisvalaistuksen ohella tavaratalon valaistus rakentuu hyvin pitkälti korostavasta kohdevalaistuksesta, jotka toteutettaisiin muun muassa kosketinkiskoihin asennettavilla spottivalaisimilla sekä myyntihyllyissä olevilla integroiduilla hylly- ja bannerivalaisimilla. Yleis- ja kohdevalaisimiksi määritettiin DALI-valaisimet, jotta niiden ohjaaminen ja kohdentaminen voitaisiin yksilöidä esimerkiksi tilanteen ja myyntiosaston mukaan. Yleisvalaisimet suunniteltiin asennettaviksi valaisinripustuskiskoihin ramppeina, kun taas kohdevalaisimien liittämiseen suunniteltiin käytettäväksi *GLOBAL Trac Pulse* -kosketinkiskoja (KUVIO 13). Näissä kosketinkiskossa on normaalin 3-vaihe syöttöjännitteen lisäksi johtimet ohjausväylää varten. (Kosketinkisko *GLOBAL Trac Pulse* 3-vaiheinen ohjattava)



KUVIO 13. *GLOBAL Trac Pulse* -kosketinkiskon leikkauskuva. (Elwia 2018)

Liiketiloihin valaistussuunnitelmat ja valaisinvalinnat teki pääosin sisustussuunnittelija. Sähkösuunnittelijalle jäi tällöin teknisten ratkaisujen suunnittelu, sekä valaisinmallien oi-

kean ohjaustavan varmistaminen. Valaisimista vain osa voitiin liittää suoraan DALI-järjestelmään, sillä suurin osa sisustusvalaisimista on varustettu perinteisellä E27-kierrekannalla, jolloin ohjauksen pitää tapahtua vaihehimmennimellä.

Sisävalaistusstandardin SFS-EN 12464-1-2011 noudattaminen tämän tyyppisessä rakennuksessa on haastavaa, ja standardin asettamiin vaatimuksiin joudutaan tekemään poikkeuksia usein, erityisesti tunnelmallista vaikutelmaa vaativissa tiloissa, kuten kahviloissa ja ravintoloissa. Varsinkin valaistusvoimakkuudet jäävät usein alle asetettujen vähimmäisvaatimusten eikä häikäisyä oteta välttämättä juurikaan huomioon, mutta värinointiluokat sekä värilämpötilat valitaan kohteen mukaan tarkoin. (Sisävalaistusstandardi SFS-EN 12464-1-2011)

#### **4.4 Ohjaustavat ja -komponentit**

Hotellihuoneiden ohjauksia mietittiin yhdessä hotellin edustajan, sisustussuunnittelijan sekä sähkövalvojan kanssa. Oli selvää, että ohjauksien tulisi olla selkeitä ja helppokäyttöisiä. Hotellihuoneissa oli useita valaistusryhmiä, ohjattavia pistorasioita sekä läsnäolon mukaan päälle ohjattava kattokonvektori. Kaikkien näiden ohjausten pitäisi olla sellaisia, että niiden käyttö ei aiheuta päänvaivaa hotellissa majoittujan näkökulmasta.

Yleisvalaistuksen ohjauksessa haluttiin hyödyntää tilannekutsuohjauksia perinteisten päälle-pois -komentojen sijaan. Hotellin edustaja ja sisustussuunnittelija määrittivät huoneissa tarvittavat valaistustilanteet, joiden mukaan meidän tuli suunnitella tekniset ratkaisut niiden toteuttamiseksi. Huoneen yleisvalaistusta haluttiin ohjata kolmella eri tilanteella: kirkas, himmennetty sekä tunnelmavalistus. Kirkas- ja himmeä -tilanteille määritettiin valaistustasot erillisessä palaverissa, kun ensimmäinen mallihuone oltiin saatu rakennettua. Tunnelmavalaituksessa osa valaisimista sammutetaan kokonaan, ja osa jää palamaan erittäin himmeälle tasolle. Näiden tilanteiden lisäksi eteisaulan sekä kylpyhuoneen valaistusta haluttiin ohjata päälle-pois tyyppisesti.

Huoneeseen suunniteltiin seuraavat ohjausratkaisut: huoneen ”pääkytkimenä” toimii ovenpielessä sijaitseva korttikytkin, joka kortin asettaessa sytyttää kirkas-valaistustilanteen ja kytkee kattokonvektorille sekä pistorasioille jännitteen. Neliosaiset moduulipainikkeet sijoitettiin ovenpieleen ja molemmille puolille sänkyä. Moduulipainikkeista on

mahdollista kutsua kolme valaistustilannetta ja sytyttää sekä sammuttaa eteisen valot. Valaistuksen poiskytkentä tapahtuu painamalla jo kutsutun tilanteen painiketta uudelleen. Kylpyhuoneen valaistusta ohjataan kylpyhuoneen oven pieleen sijoitettavalla kaksiosaisella moduulipainikkeella. Huoneiden tyyliin sopivaksi asennuskalustesarjaksi valikoitui Ensto:n Intro-sarjan mustat kalusteet. Jotta moduulipainikkeet saatiin sovitettua DALI-järjestelmään, tuli jokaisen kytkimen taakse asentaa kojerasia-asenteinen Helvar 444 -mini-input yksikkö (kuva 4). Input-yksikköön on mahdollista kytkeä neljä eri painiketoimintoa, jotka voidaan ohjelmoida kuten muutkin DALI-ohjauspainikkeet.



KUVA 4. Helvar 444 mini-input yksikkö (444 Minisisäänmenoyksikkö)

Tätä opinnäytetyötä tehdessä tavaratalon myymäläpuolen uudistustyöt ovat vielä laajalti kesken tai aloittamatta, ja osasta tiloista on vielä suunnitelmat kesken. Tavaratalon valaistus suunniteltiin ohjattavaksi aikaohjauksella tavaratalon aukioloaikojen mukaisesti. Erillisten pienempien liiketilojen ja ravintoloiden aikaohjaukset voitaisiin sovittaa kunkin liiketilan aukioloaikojen mukaan erikseen.

Aikaohjauksen todettiin olevan tässä tapauksessa järkevin tapa ohjata myymälän valaistusta, poikkeuksena esimerkiksi aukioloaikojen ulkopuolella ohjaus voidaan toteuttaa läsnäolotunnistimin. Aikaohjauksen lisäksi valaistuksen säätö voidaan toteuttaa päivänvalon tai läsnäolon mukaan, mutta aukioloaikoina valaistuksen ei tule sammua milloinkaan kokonaan. Valoanturin sisältäviä multisensoreita (esim. Helvar 321, kuva 5) voidaan sijoittaa tasavälein ikkunaseinille, jolloin valaistuksen säätö voidaan toteuttaa alueittain, eikä hämääriä alueita pääse muodostumaan. Toinen vaihtoehto on sijoittaa myymälään läsnäolotunnistimia, jolloin hiljaisempina hetkinä voidaan valaistustasoa pudottaa tilapäisesti esimerkiksi 10:een prosenttiin. Huonoina puolina läsnäoloon perustuvassa säädössä on, että vilkkaassa tavaratalossa hiljaisia hetkiä on harvoin, ja läsnäolotunnistimia pitäisi hankkia useita kymmeniä, jopa satoja, jolloin hankinta- ja asennuskustannukset nousevat huomattavasti.



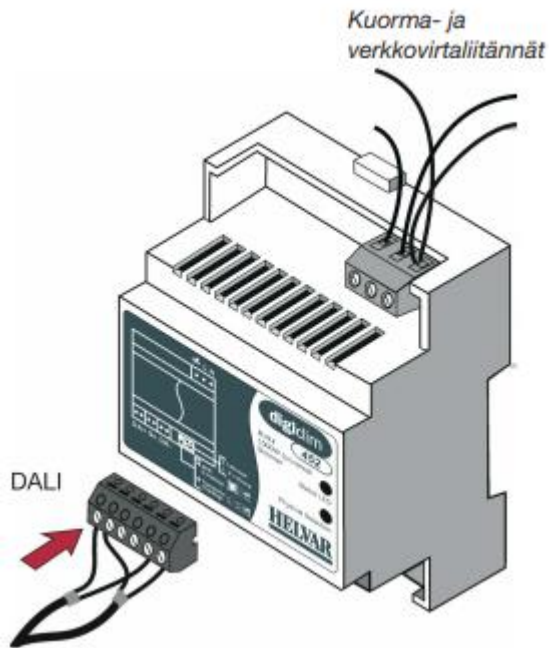
KUVA 5. Helvar 321 multisensori (Helvar datalehti)

Jotta tilojen käyttäjät ja henkilökunta voivat halutessaan ohjata valaistusta käsin, asennettiin jokaiseen liiketilaan valaistusohjauspainikkeet, jolla ko. liiketilan valaistusta voidaan säätää. Painikkeiksi valittiin kuvion 14 mukaiset Helvar 134 modulaariset paneelit, jolla mahdollistettiin useammat liiketilakohtaiset tilannekutsut.



KUVIO 14. Helvar 134 modulaarinen paneeli (Helvar datalehti)

Edellisessä kappaleessa käsiteltiin liiketilojen sisustusvalaisimia, joita ei suoraan voida liittää DALI-väylään. Tällöin ohjausvaihtoehdoiksi jää joko releohjaus tai säädinohjaus joko ryhmä- tai valaisinkohtaisesti. Valaisinkohtaisessa ohjauksessa yhteen liiketilaan oltaisiin jouduttu sijoittamaan ”kentälle” jopa satoja rele- tai säädinyksiköitä, joten päätettiin ryhmäkohtaiseen ohjaukseen jo pelkästään kustannussyistä. Keskuksiin asennettiin Helvar 452 -yleissäätimiä (kuvio 15) ohjaamaan kokonaisia valaistusryhmiä, tai yksittäistä valaisinkiskoa. Pienempiä valaistusryhmiä varten käytettiin nelikanavaista 454-säädintä, jossa maksimikuormitukset ovat 452:ta pienemmät.



KUVIO 15. Helvar 452 yleissäädin (Helvar datalehti)

Tietyissä tiloissa saattaa jatkossa olla tarve toteuttaa monipuolisempia paikallisohjauksia, jolloin modulaariset paneelit eivät välttämättä ole paras ratkaisu. Helvarin uusimpiin tuotteisiin kuuluu syksyllä 2018 julkaistu tablettityyppinen SceneTouch7 -paneeli (mallinimike ST7-X), jossa on korkearesoluutioinen 7:n tuuman kosketusnäyttö. ST7-X on eräänlainen korvaaja vanhemmalle Helvar 924x LCD-kosketusnäytölle. Kuten 924x, ST7-X tarvitsee erillisen jännitelähteen. Poikkeuksellisesti tiedonsiirto kaapeloidaan osaksi reititinjärjestelmää suoraan ethernet-liitynnällä, eikä sitä yhdistetä suoraan DALI-väylään lainkaan. SceneTouch7 -kosketusnäyttöpaneeli on esitetty kuviossa 16. (Helvar datalehti)



KUVIO 16. Helvar ST7-X SceneTouch -paneeli (Helvar datalehti)

Koko kiinteistön keskitetyksi valaistuksenhallintayksiköksi tultaisiin hankkimaan valvomotyypinen graafinen ohjaus- ja monitorointijärjestelmä. Opinnäytetyön teon aikana järjestelmän valinta oli vielä avoinna, sillä ko. laitteiston hankinta ei ole vielä ajankohtainen. Valvomosta voidaan tehdä pieniä muutoksia ja poikkeuksia valaistuksenohjaukseen, kerätä ja välittää vika- ja kulutustietoja, tarkastella valaistustasoja pohjapiirustusnäymästä sekä luoda aikaan sidottuja erikoistilanteita erimerkiksi teemapäiviä varten. Tällä hetkellä Helvarilla on tarjolla Tridium Niagara4 -rajapintaa hyödyntävä käyttöliittymä, joka räätälöidään aina kohdekohtaisesti tarpeiden mukaisesti. Helvarilla on koestusvaiheessa myös täysin uudentyyppinen pilvipalveluun perustuva palvelin, joka mahdollistaa lisäksi muun muassa järjestelmätietojen tallennuksen ja välityksen automaattisesti internetin välityksellä.

#### **4.5 Suunnitelmadokumenttien laadinta**

Valaistusjärjestelmään liittyvät suunnitelmat räätälöidään aina kohteen tarpeiden mukaisesti. Koska valaistusohjausjärjestelmillä ei ole omaa tunnusta S2010-nimikkeistössä, on Sitowise Oy:n Lounais-Suomen -alueyksikössä otettu käyttöön tunnus T860, jota käytetään ”älykkäille” valaistusohjausjärjestelmille (S2010-Sähkönimikkeistö, suppea). DALI-järjestelmän vakiosuunnitteludokumentteihin kuuluvat alla luetellut asiakirjat.

- 000, Järjestelmävaatimukset (LIITE 1.)
- 001, Toimintaselostus
- 200, Tasopiirustukset
- 300, Nousujohtokaavio/Järjestelmäkaavio (LIITE 2.)
- 500, Ohjausluettelo

Järjestelmävaatimukset-dokumentissa on esitetty DALI-järjestelmän käyttöönottoa koskevat vaatimukset. Dokumentissa määritetään muun muassa ohjelmoitsijalta vaadittu sertifikaatti, käytettävät ohjelmistoversiot, IP-osoitteet sekä ohjelmiston sisäiset nimeämistavat. Asiakirjan sisältö on jatkojalostettu versio Helvarin järjestelmävaatimusohjeesta. Toimintaselostus on käyttöönottajän kannalta ehkä tärkein dokumentti. Selostus voi olla kohteesta riippuen tekstimuotoinen, huonekorttityyppinen tai taulukkomuodossa oleva asiakirja. Sen tarkoituksena on tuoda ilmi tila-/huonekohtaisesti kaikki käyttöönottoon

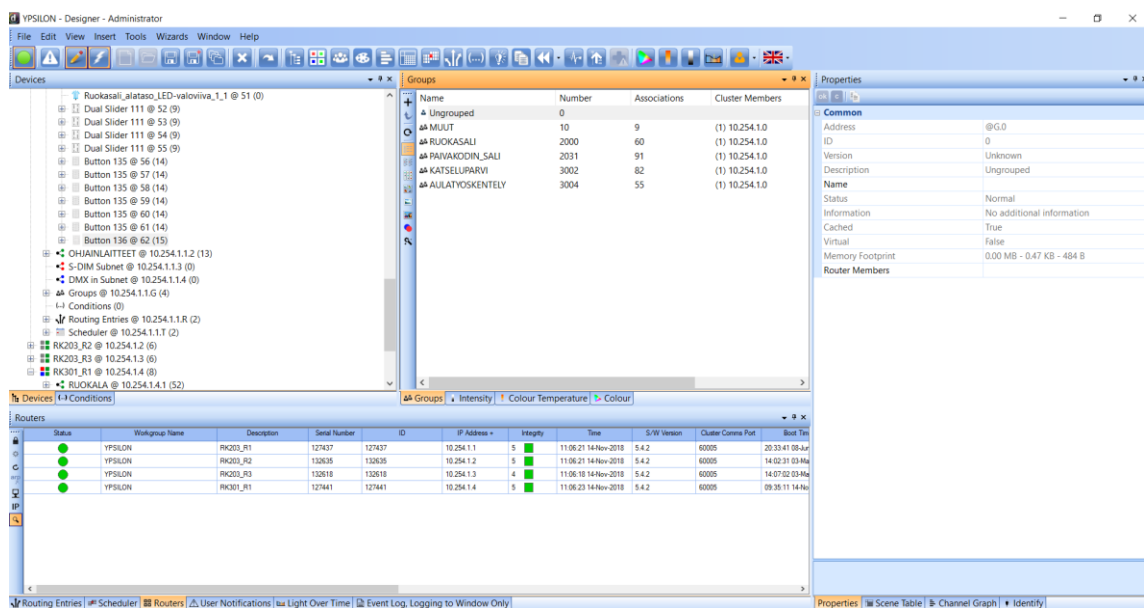
liittyvät seikat, kuten tilanne- ja aikaohjaukset, painikkeiden toiminta, sensoreiden toiminta-ajat jne.

Tasopiirustuksessa esitetään DALI-väylän johdotukset, toimilaitteet sekä keskukset. Lisäksi tasopiirustukseen voidaan tuoda aluerajaukset, eli ohjelmalliset ohjausryhmät, johon ollaan viitattu esimerkiksi toimintaselostuksessa. Tällöin tiedetään tarkalleen mihin alueeseen mikäkin valaisin kuuluu. Selkeissä huonejaoissa tämä ei ole tarpeellista, mutta tavaratalossa tästä on hyötyä myyntiosastojen erottelussa. Nousujohtokaavio kertoo DALI-järjestelmän rakenteen reititin-ethernet verkko -tasolla, sekä siihen liitetyt atk-verkon laitekaapit, aktiivilaitteet sekä kaapeloinnit. Ohjausluettelossa on esitetty DALI-järjestelmän ja jonkin toisen järjestelmän väliset ohjaukset, kuten ulkovalaistuksen ohjaustiedot rakennusautomaatiosta DALI-järjestelmään. Kohdekohtaisesti voidaan jokin dokumentti jättää pois suunnitelmista, mikäli sille ei nähdä olennaista tarvetta, tai vastaavasti tehdä tarkentavia lisäsuunnitelmia.

## 5 KÄYTTÖÖNOTTO JA OHJELMOINTI

Kun kaapelointi ja asennustyöt on tehty, pitää järjestelmä ohjelmoida oikean toiminnan takaamiseksi. Helvar Imagine -reititinjärjestelmän ohjelmointia varten tulee käydä Helvarin järjestämä Designer-koulutus, jonka suorittanut saa sertifiointin ja ohjelmiston käyttöönsä. Digidim-järjestelmän ohjelmointia varten ei tarvitse käydä koulutusta, vaan sitä varten voi ladata ilmaisohjelman Digidim Toolbox, jonka käyttöön löytyy useita op-paita internetistä. (DIGIDIM Toolbox userguide)

Kun kaikille valaisimille ja ohjainlaitteille on tuotu väylä, ja reitittimelle kytketään ensimmäistä kertaa jännite, saa jokainen väylällä oleva laite oman lyhytosoitteensa satunnaisessa järjestyksessä. Tämän jälkeen voidaan tietokone liittää reitittimeen ethernet-kaapelilla, ja avata Helvar Designer -ohjelma. Ensimmäisenä, ennen varsinaista ohjelmointityötä, pitää nimetä työryhmä, johon koko rakennettavan järjestelmän laitteet kuuluvat, ja asettaa IP-asetukset kohdilleen kullekin reitittimelle. Kaikki väylällä olevat laitteet ovat aluksi ”ryhmittelemätön”-tilassa, jolloin laitteet toimivat kuin ne olisivat kaikki tehdasasetuksilla samassa ryhmässä. Esimerkiksi jokainen painike ohjaa kaikkia samassa väylässä olevia valaisimia samalla tavalla. Aluksi jokainen laite pitää siis yksitellen tunnistaa ja nimetä loogisesti. Kuviossa 17 on kuvakaappaus Designer-ohjelmiston perusnäkömästä, josta kaikki ohjelmointityöt voidaan tehdä.



KUVIO 17. Helvar Designer -ohjelman perusnäkömä

Monissa saneerauskohteissa, kuten tässäkin tavaratalohotellissa, tiloja otetaan käyttöön vaiheittain muun rakennuksen ollessa asiakaskäytössä. Tällöin myös valaistusohjelmointi tulee tehdä liiketila kerrallaan, eikä niitä aluksi yhdistetä verkon kautta yhtenäiseksi kokonaisuudeksi lainkaan. Tämän takia jokaisella liiketilalla tulee olla oma DALI-reitittimensä.

Laitteiden tunnistamisen jälkeen ne ryhmiteltiin kukin omaan ryhmäänsä, esimerkiksi liiketiloissa koko liiketilan asiakastila on yhtä samaa ryhmää. Tällöin koko liiketilan valaisimia voidaan hallita kokonaisuutena tilannekutsuilla. Ryhmän sisällä jokaiselle valaisimelle voidaan tilannekohtaisesti kuitenkin asettaa haluttu valaistustaso. Seuraavaksi määriteltiin ohjainlaitteiden toiminta, eli mikä painike kutsuu minkäkin tilanteen. Samalla luotiin aikaohjaukset, linkit, ehdot ja sensoreiden toiminnot.

Kahvilaan ohjelmoitiin neljä eri valaistustilannetta eri vuorokauden ajoille, joita voidaan kutsua aikaohjelman lisäksi painikkeella. Aamuisin ja päivisin valaistustaso on korkeimmillaan, kun taas iltaisin ja öisin taso pidetään maltillisen tunnelmallisena. Lisäksi painikkeesta on mahdollista kutsua ”siivoustilanne”, jolloin valaistus syttyy koko kahvilan alueella täyteen kirkkauteen. Valaisimet ryhmitellään samalla periaatteella kunkin liiketilan kohdalla, joihin ohjelmoidaan käyttäjän haluamat valaistustilanteet ja toiminnot. Tavaratalossa ryhmittely tehdään kerros- tai osastokohtaisesti, joiden välillä komennot siirtyvät ohjelmallisten linkkien ja ehtojen avulla.

Hotellin puolella ohjelmallisia ryhmiä syntyi huomattavan paljon enemmän, koska ohjaukset ovat monipuolisempia ja ohjelmallisesti mutkikkaampia. Kutakin huonetta kohti luotiin viisi eri ryhmää, yksi eteisvalaistukselle, yksi huoneen yleisvalaistukselle sekä kaksi ryhmää kylpyhuoneen valaistukselle; toinen seinä- ja toinen kattovalaisimille. Lisäksi pistorasiaryhmä ja kattokonvektori asetettiin yhteen ryhmään. Ryhmiä pitää luoda useita, koska kunkin alueen valaistusta halutaan ohjata erikseen. Pistorasiat ja kattokonvektori ovat toiminnassa aina, kun huoneen korttikytkin on päällä. Lisäksi sängyn vieressä olevalla ”master-off” kytkimellä halutaan sammuttaa yhdellä painalluksella koko huoneen valaistus, jolloin sammutustieto vietiin ryhmästä toiseen linkkien avulla.

Ohjelmoinnin jälkeen kullekin liiketilalle ja hotellihuoneelle tehtiin toiminnallinen koekäyttö. Designerin avulla voidaan muuttaa reitittimen kellonaikaa, jolloin voidaan testata aikaohjauksien toimivuus. Painikeohjaukset koestettiin ko. tilan jokaisesta painikkeesta. Noin viikon mittaisen koekäytön jälkeen tiloihin tehtiin korjaavia valaistustason säätöjä käyttäjien toiveiden mukaisesti. Esimerkiksi päiväsaikaan on vaikea arvioida, miltä valaistus ilta- tai yötilanteissa näyttää, kun päivänvalo ei ole. Kaikkein reitittimien yhdistäminen ja ethernet-verkon valmistuminen tapahtuu vasta projektin loppupuolella. Tällöin tulee koekäytössä ottaa huomioon tilanteiden ja kommentojen toimivuus myös reitittimien välillä.

## 6 SUUNNITTELUOHJE

Osana opinnäytetyötä tehtiin suunnitteluohje DALI-järjestelmiä silmällä pitäen. Asiakirjan tarkoituksena on ohjeistaa ja selventää älykkään valaistusohjausjärjestelmän suunnitteludokumentaatiossa käytettäviä yksityiskohtia ja dokumenttityyppejä. Suunnitteluohje (liite 3) jää Sitowise Oy Lounais-Suomen sähköosaston käyttöön osaksi sähkösuunnitteluohjetta.

Suunnitteluohje sisältää yleistietoa, asiakirjakohtaisia ohjeistuksia sekä esimerkkejä valaistusjärjestelmän suunnittelusta ja suunnitelmien dokumentoinnista. Ohjeistuksessa keskitytään pääasiassa toiminnaltaan ja piirtoteknisiltä ominaisuuksiltaan laadukkaiden suunnitelmien tuottamiseen. Ohje ei ota kantaa DALI-järjestelmää koskeviin ominaisuuksiin tai siihen liittyviin rajoituksiin, kuten väyläkohtaisiin osoite- tai virtamääriin.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella ja käyttöönottaa DALI-valaistusohjausjärjestelmä suuressa liiketilarakennuksessa, jossa toimii tavaratalon lisäksi hotelli ja useita pienempiä liiketiloja. Työn tavoitteena oli syventyä DALI-järjestelmien mahdollisuuksiin ja sovelutuksiin, ja tuoda niitä esille suunnittelutoimistomme sähköosaston kesken. Tämän kokoisen järjestelmän rakentaminen tuo aina uusia puolia ja haasteita suunnittelutyöhön.

Lisäksi työssä perehdyttiin DALI-järjestelmän ominaisuuksiin, käyttötarkoituksiin ja standardiin. Pääaiheena oli Helvarin tarjoama Imagine-reititinjärjestelmä, joka on suunnittelun näkökulmasta tämän hetken ehkä käytetyin älykäs valaistusohjausratkaisu Suomessa. Työtä aloittaessaan työn tekijällä oli jo hyvät tiedot ko. aihepiiristä, sillä Imagine-reititinjärjestelmien suunnittelu- ja käyttöönotkokemusta oli kertynyt jo useammalta vuodelta.

Keskeisimpänä tavoitteena oli kehittää valaistusohjausjärjestelmien suunnittelun dokumentaatiota ja laatua. Työn tuloksena Sitowise Oy Lounais-Suomen käyttöön jäi kattava DALI-järjestelmien suunnitteluohje, jonka avulla voidaan esimerkiksi perehdyttää uusi työntekijä valaistusohjausjärjestelmien suunnitteluun. Koska järjestelmät kehittyvät jatkuvasti ja nopealla tahdilla, tullaan ohjeistusta päivittämään tasaisin aikaväleihin. Jos, ja kun useammat laitevalmistajat alkavat yleistymään Suomessa, pyritään niihin perehtymään ja tarvittaessa tuomaan osaksi suunnittelutoimiston yleiseen tietoisuuteen.

Insinööriyölle asetetut tavoitteet täyttyivät hyvin. Ennestään tutusta aihepiiristä saatiin syventävää tietoa ja taitoa, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa vastaavissa projekteissa, ja opastaa muita DALI-järjestelmien suunnittelussa ja käyttöönotossa.

## LÄHTEET

444 Minisisäänmenoyksikkö. Helvar. Luettu 12.11.2018.

<https://www.helvar.com/fi/tuotteet/444/>

ABB asennustuotteet 2018. Tuotekortti. Luettu 27.10.2018.

[http://www.asennustuotteet.fi/catalog/21563/product/35389/2117/11U-500\\_FIN1.html](http://www.asennustuotteet.fi/catalog/21563/product/35389/2117/11U-500_FIN1.html)

CIE 1931 XYZ -väriavaruus. Wikipedia.

[https://fi.wikipedia.org/wiki/CIE\\_1931\\_XYZ\\_-\\_v%C3%A4riavaruus](https://fi.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_XYZ_-_v%C3%A4riavaruus)

DALI manual. Tridonic. Luettu 12.10.2018. [http://www.tridonic.se/it/download/technical/DALI-manual\\_en.pdf](http://www.tridonic.se/it/download/technical/DALI-manual_en.pdf)

[http://www.tridonic.se/it/download/technical/DALI-manual\\_en.pdf](http://www.tridonic.se/it/download/technical/DALI-manual_en.pdf)

DALI standard IEC 62386. Digital Illumination Interface Alliance. Luettu 6.11.2018.

<https://www.digitalilluminationinterface.org/dali/standards.html>

DIGIDIM Toolbox Userguide. Helvar. Luettu 17.11.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170303/DIGIDIM-Toolbox\\_USER-GUIDE\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170303/DIGIDIM-Toolbox_USER-GUIDE_EN.pdf)

Digital Illumination Interface Alliance. DiiA. Luettu 28.11.2018.

<https://www.digitalilluminationinterface.org/>

ENCELIUM combines wired and wireless light management 2017. Osram. Luettu

8.11.2018. <https://www.osram.com/ds/news/encelium-combines-wired-and-wireless-light-management/index.jsp>

Etelälahti 2014. Helvar Designer 4 -kurssi. Koulutusmateriaali.

Etelälahti, M., Mäkinen, M. 2017. Helvar Designer 5 -kurssi. Koulutusmateriaali.

Garris, L. 2018. DALI Explained. Buildings.com. Luettu 20.10.2018

<https://www.buildings.com/news/industry-news/articleid/1463/title/dali-explained>

Helvar datalehti. AV RS232 Interface. Luettu 3.11.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170518/503\\_DATASHEET\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170518/503_DATASHEET_EN.pdf)

Helvar datalehti. BACnet Gateway (435). Luettu 15.11.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20171027/435\\_DATASHEET\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20171027/435_DATASHEET_EN.pdf)

Helvar datalehti. Digidim 321 multisensor. Luettu 10.12.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20171204/321\\_DATASHEET\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20171204/321_DATASHEET_EN.pdf)

Helvar datalehti. Digidim 402 teholähde. Luettu 3.11.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170330/402\\_DATASHEET\\_FL.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170330/402_DATASHEET_FL.pdf)

Helvar datalehti. Digidim 452 1000W yleissäädin. Luettu 3.11.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170224/452\\_DATASHEET\\_FL.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170224/452_DATASHEET_FL.pdf)

Helvar datalehti. Imagine Router 920. Luettu 3.11.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170120/920\\_DATASHEET\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170120/920_DATASHEET_EN.pdf)

Helvar datalehti. Modulaariset paneelit (13xx). Luettu 20.10.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170227/13xx\\_DATASHEET\\_FI.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2017/20170227/13xx_DATASHEET_FI.pdf)

Helvar datalehti. SceneTouch7 (ST7-X). Luettu 12.11.2018.

[https://www.helvar.com/media/pd/2018/20181005/ST7-X\\_DATASHEET\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2018/20181005/ST7-X_DATASHEET_EN.pdf)

Helvar datalehti. uSee Web Browser User Interface (8801). Luettu 16.11.2018

[https://www.helvar.com/media/pd/2018/20180927/uSee\\_DATASHEET\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2018/20180927/uSee_DATASHEET_EN.pdf)

Helvar Designer -koulutus 2017. Espoo. Koulutus järjestetty 9/2017.

Husain, S. Digitally Addressable Lighting Interface. Mouser Electronics. Luettu

20.10.2018 [https://eu.mouser.com/applications/lighting-digitally-addressable/?utm\\_medium=email&utm\\_source=november2013&utm\\_campaign=electronics-mx&utm\\_content=article](https://eu.mouser.com/applications/lighting-digitally-addressable/?utm_medium=email&utm_source=november2013&utm_campaign=electronics-mx&utm_content=article)

Ihmiskeskeinen valaistus. Helvar. Luettu 27.11.2018.

<https://www.helvar.com/fi/valaistus-nyt/ihmiskeskeinen-valaistus/>

iLight-ohjausjärjestelmät. Nylund. Luettu 12.11.2018.

<https://nylund.fi/tuotteet/valaistusratkaisut/valaistuksen-ohjaus/ilight-ohjausjarjestelmat/>

iLight Product Catalogue 2017. Luettu 9.11.2018.

<https://nylund.fi/wp-content/uploads/2018/06/product-guide-1117-rev8-2-English-sml.pdf>

Introducing DALI. Digital Illumination Interface Alliance. Luettu 6.11.2018.

<https://www.digitalilluminationinterface.org/dali/>

Järjestelmäsensorit. Helvar. Luettu 27.11.2018.

<http://www.helvar.com/fi/tuotteet/c-6/>

Kallioharju, K. DALI-peruskurssi 3.5.2017. Luentomateriaali.

Kosketinkisko GLOBAL Trac Pulse 3-vaiheinen ohjattava. Elwia Systems. Luettu

15.11.2018. <http://www.elwia.fi/fi/tuotteet/kosketinkiskot/global-track-pulse-3-vaiheinen-ohjattava/?tuote=kosketinkisko-global-trac-pulse-3-vaiheinen>

Koulutukset – Helvar Designer 5 -kurssit. Helvar. Luettu 20.10.2018.

<https://www.helvar.com/fi/koulutukset/>

Light over Time – dynaamiset valaistusprofiilit. Helvar. Luettu 12.11.2018.

<https://www.helvar.com/fi/valaistus-nyt/light-over-time/>

Meanwell.co. Co je to DALI. Luettu 27.10.2018.

<http://www.meanwell.co/kontakt/technicke-doporucenia/co-je-to-dali/>

Osram datalehti. ENCELIUM ECU DALI 2013. Luettu 16.11.2018.

[https://www.osram.com/ds/ecat/ECU%20DALI-Controllers-ENCELIUM-Light%20management%20systems-LED%20technology/com/en/GPS01\\_1088316/PP\\_EU-ROPE\\_Europe\\_eCat/ZMP\\_1075234/](https://www.osram.com/ds/ecat/ECU%20DALI-Controllers-ENCELIUM-Light%20management%20systems-LED%20technology/com/en/GPS01_1088316/PP_EU-ROPE_Europe_eCat/ZMP_1075234/)

Planckian locus. Wikipedia. Luettu 12.11.2018.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Planckian\\_locus](https://en.wikipedia.org/wiki/Planckian_locus)

Päivitetty DALI-standardi tuo helpon värien ja värilämpötilanhallinnan ja lisää energiasäästöjä. Helvar. Luettu 9.11.2018. <https://www.helvar.com/fi/uutiset/paivitetty-dali-standardi-tuo-helpon-varien-ja-varilampotilanhallinnan-ja-lisaa-energiasaastoja/>

QUICKTRONIC® Intelligent DALI DIM. Osram. Tulostettu 12.11.2018.

Referenssejä. Helvar. Luettu 27.10.2018 <https://www.helvar.com/fi/referensseja/>

S2010-Sähkönimikkeistö, suppea. Sähkötieto ry. Luettu 16.11.2018.  
[http://www.sahkotieto.fi/doc/Suppea\\_S2010\\_nimikkeisto.pdf](http://www.sahkotieto.fi/doc/Suppea_S2010_nimikkeisto.pdf)

SCMD4 DALI-reititin. Nylund. Luettu 12.11.2018.  
<https://nylund.fi/tuotteet/valaistusratkaisut/valaistuksen-ohjaus/ilight-ohjausjarjestelmat/scmd4-dali-ohjainyksikko/>

Setting up Communication with Helvar. iRidium. Luettu 27.11.2018.  
[http://wiki2.iridiummobile.net/Setting\\_up\\_Communication\\_with\\_Helvar](http://wiki2.iridiummobile.net/Setting_up_Communication_with_Helvar)

Sisävalaistusstandardi SFS-EN 12464-1-2011. Ensto. Luettu 15.11.2018.  
<https://www.ensto.com/fi/tuki/suunnittelutyokalut/valaistusopas/sisavaalaistusstandardi-sfs-en-12464-1-2011/>

SLO verkkokauppa. Digidim DALI Reititin 920. Luettu 20.10.2018.  
<https://verkkokauppa.slo.fi/fi/2602080>

ST-Käsikirja 30. Sähkötekniisiä taulukoita. Sähköinfo. Tulostettu 11.10.2018.

Tridium ajuri. Helvar. Luettu 12.11.2018.  
<https://www.helvar.com/fi/tuotteet/Tridium/>

## LIITTEET

### Liite 1. DALI-järjestelmän järjestelmävaatimukset

1(2)



Järjestelmävaatimukset

1/2

[Muu nimi/tunniste]

[Pvm]

## JÄRJESTELMÄVAATIMUKSET

### Helvar reititinjärjestelmä

&lt;Kohdetieto 1&gt;

&lt;Kohdetieto 2&gt;

&lt;Kohteen osoitetiedot&gt;

- Käyttöönottajalta vaaditaan Suomessa hyväksytysti suoritettu Helvar Designer kurssi.
- Käyttöönotto tehdään aina uusimmalla julkaistulla Helvarin Designer ohjelmistolla, ellei kohteelle ole erikseen määritetty tiettyä ohjelmistoversiota.
- Reitittimen IP-osoitteina käytetään oletus IP-asetuksia 10.254.X.X, Subnet Mask: 255.0.0.0 ja Gateway pois käytöstä, ellei kiinteistön haltija halua tätä erikseen määrittää.
- Jos kohteessa on useita kerroksia tai siipiä, tulee käyttää aina Multiclusterverkkotopologiaa ja kerrosnumeroita tai siipiä tulee käyttää Clusterina (jos kohteessa yli 30 reititintä suositellaan aina multiclusterin käyttöä). Cluster on IP-osoitteen 3. luku.
  - Esimerkiksi ensimmäisen kerroksen ensimmäinen reititin on 10.254.1.1 ja seuraava 10.254.1.2 ja toisen kerroksen ensimmäinen reititin on esim. 10.254.2.1 ja seuraava 10.254.2.2 jne.
  - Jos ensimmäinen kerros on 10.254.1.X, on seuraavan osoitteen oltava 10.254.2.X, eli välistä ei saa jättää numeroa käyttämättä
  - Cluster voi alkaa kuitenkin mistä numerosta tahansa
- Sama sääntö pätee myös IP-osoitteen viimeiseen numeroon, eli numeroiden tulee olla järjestyksessä.
  - Ohjelmointi PC:n IP-osoite ei saa olla heti seuraava numero reitittimestä. Jos reitittimen osoite on esimerkiksi 10.254.1.1, ei PC:n saa olla 10.254.1.2
- Työryhmien, reitittimien, laitteiden ja ryhmien nimissä ei käytetä erikoismerkkejä eikä Ä, Ö tai Å -kirjaimia, ja välilyönnit korvataan alaviivalla.
- Laitteiden nimeäminen
  - Reititin nimitetään ensisijaisesti sen keskuksen mukaan, jossa se sijaitsee. Vaihtoehtoisena nimeämistapana voidaan käyttää tilanumeroa
  - Väylät nimitetään tilanumeroiden mukaan, eli sen mukaan minkä tilan laitteita kyseiseltä väylältä löytyy
  - Laitteiden nimeäminen tehdään mallilla ”Tilanumero\_Tila\_Laitetyyppi\_Matriisiluku”, esim. 201\_Toimisto\_LED\_valaisin\_2\_1, matriisiluku ilmaisee valaisinrivin ja kuinka mones valaisin ko. riviltä laite on
  - Matriisiluku voi olla myös juokseva numero, jos se on tilan kannalta soveltuvampi nimeämisvaihtoehto

## SITOWISE

### Järjestelmävaatimukset

2/2

[Muu nimi/tunniste]

[Pvm]

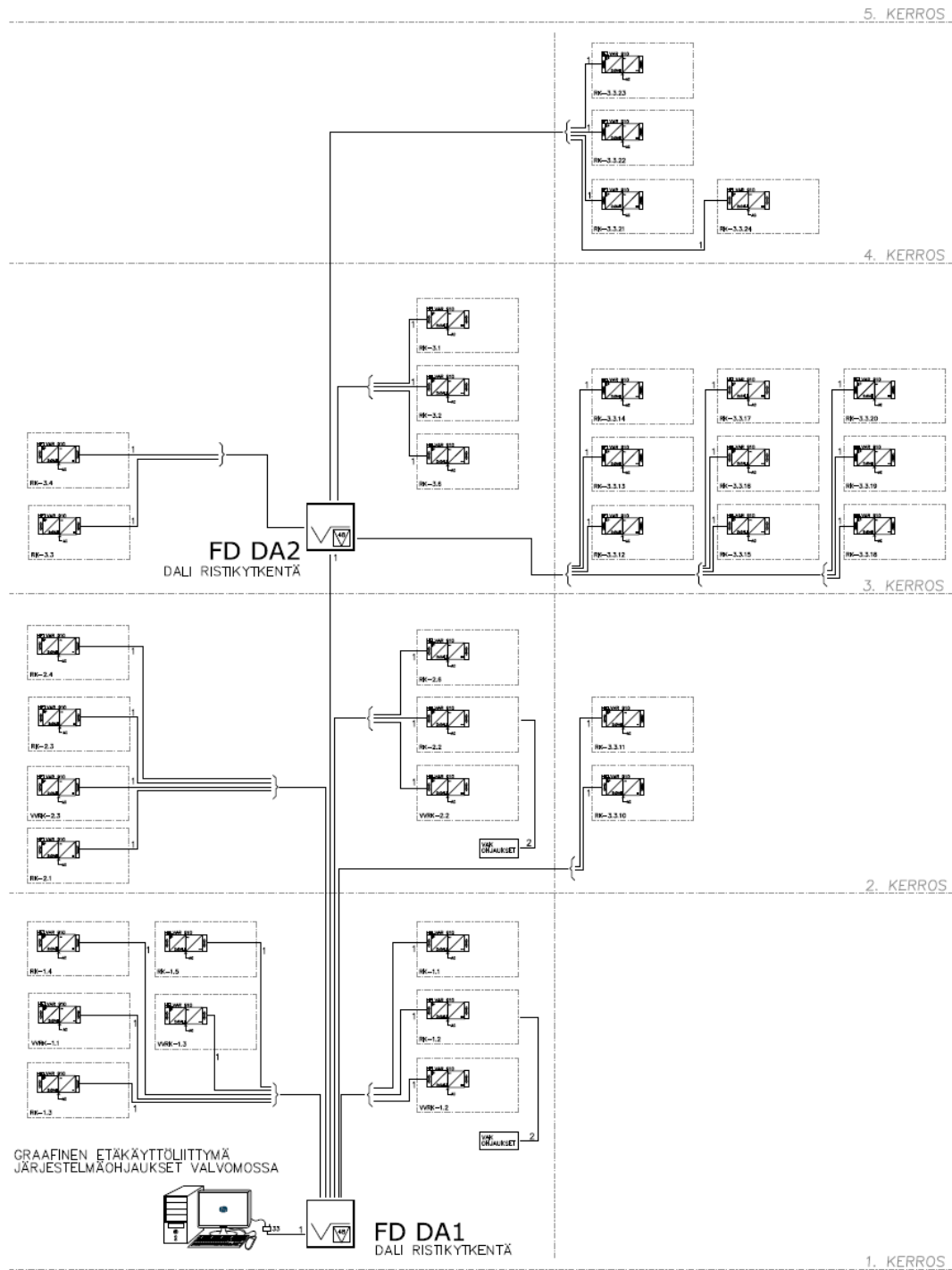
- Laitteiden DALI-osoitteet järjestellään laitepuuhun niiden tilanumeron ja laitematriisiluvun mukaan pienimmästä alkaen.
- Ryhmät nimetään huononumeron mukaan, mikäli se on mahdollista, muodossa *"Tilanumero\_Tila"*
  - Esimerkiksi 201\_Toimisto. Mikäli on tarve tehdä nk. aliryhmiä, voidaan käyttää numeroita 2011, 2012 jne.
- Samalla periaatteella nimetään myös toiminnot, aikaohjelmat, ehdot yms. Näihin nimiin lisätään toiminnon nimi, esim. *"vakiovalo"*, aikaohjelman nimi, esim. *"ajastettu\_sytytys"* jne.

Sitowise Oy

<suunnittelija>

Liite 2. Järjestelmäkaavio

1(2)

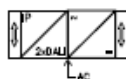


## VALAISTUSOHJAUSJÄRJESTELMÄ

- Kiinteistö varustettu keskitetyllä DALI valaistusohejajärjestelmällä
- Järjestelmä rakentuu DALI-väylistä, joihin laitteet liitetty
- Järjestelmään liitetyt laitteet DALI-väylään soveltuvia
- Järjestelmän tiedonsiirto tapahtuu omaa DALI-järjestelmän kaapelointiverkkoa käyttäen (CAT6A)
- Järjestelmä varustetaan graafisella etäkäyttöliittymällä (esim. Helvar / Niagara)
- Etäkäyttöliittymä sisältää valaistustasotiedot, vikatiedot, energiankulutuksen sekä mahdollisuuden ohjata ja säätää koko kiinteistön valaistusta

### - JÄRJESTELMÄKOMPONENTIT:

- Keskuskomponentit esitetty ko. keskuksen pääkaaviossa



DALI-reititin, Helvar 905/910/920

Reitittimet liitetty dali-järjestelmän ethernet-verkkoon CAT6 liitoskaapelein

Ristiyhteyttäkaapilta tuodaan ethernet kaapeli jokaiselle reitittimelle



Ristiyhteyttäkaappi 1000x600x600, varustetaan dali-järjestelmän ethernet-kytkimillä

Kytkin, 2kpl 24xRJ45-portti, 19" rakkikiinnikkeillä, esim. TP-Link TL-SG1024DE

Kytkimet asennetaan ristiyhteyttäkaappien kiskoihin

Ristiyhteyttäkaapit varustetaan tarvittavilla RJ45 liitinpaneelilla ja liittimillä

### - KAAPELOINTIMERKINNÄT:

- Ristiyhteyttäkaappien välisissä yhteyksissä dali-kaapelointiverkon U/FTP CAT6A -kaapelointi

1 2x Cat6A 4p U/FTP + liitosjohdot 4kpl (kaapin ja keskuksen pää)

2 Nomak 8x2x0,5

### - DALI-KOMPONENTIT KÄYTTÄJÄN TILOISSA:

- Laitteiden määrät ja sijoittelu vahvavirtasuunnitelmien mukaan
- Laitteiden tyypit vahvavirtasuunnitelmien mukaan

Dali-väylä

Väyläkaapelointi verkkojännitteelle soveltuva, kaapelointi

tasopiirustusten mukaan. Jokaiseen väylään voidaan liittää 64 dali-osoitetta tai yhteensä 250mA laitekuorma. Ensin täyttyvä on määräävä.

# SITOWISE

Dali-järjestelmän suunnitteluohje

1/5

Sitowise Lounais-Suomi

v1.0

12.11.2018

## Dali-järjestelmän suunnittelu Sitowisen Lounais-Suomen sähköosastolla

### Yleisesti

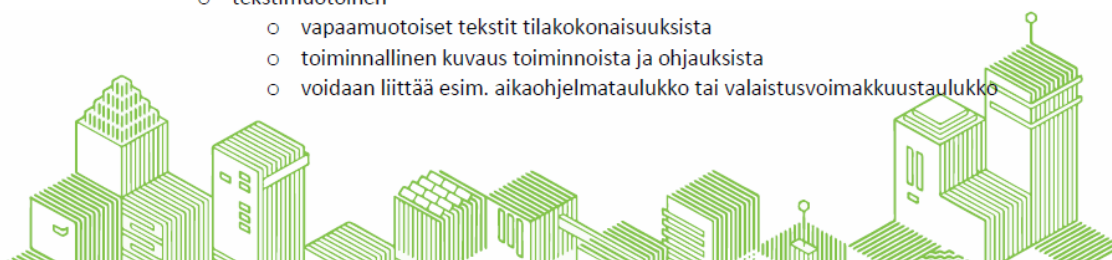
- Pääsääntöisesti suunnitellaan Helvarin tuotteilla
- Muiden laitetoimittajien osalta ohjetta sovellettava järjestelmäkohtaisesti
- Käytetään omia Dali-järjestelmän CADS-symboleita
- Järjestelmänumerona käytetään T860, Valaistusohjausjärjestelmä
  - Voidaan käyttää kaikissa ”älykkäissä” valaistusohjausjärjestelmissä
- Laadittavat suunnitteludokumentit:
  - 000, Järjestelmävaatimukset
  - 001, Toimintaselostus
  - 200, Tasopiirustukset
  - 300, Nousujohtokaavio/Järjestelmäkaavio
  - 500, Ohjausluettelo
- Laadittava minimissään järjestelmävaatimukset (malliasiakirja) ja toimintaselostus, muut suunnitelmat kohdekohtaisesti

### 000 Järjestelmävaatimukset

- Jatkojalostettu versio Helvarin järjestelmävaatimusohjeesta
- Valmis dokumentti, löytyy malliasiakirjoista
- Muokataan tarvittaessa kohdekohtaisesti (esim. IP-osoitteet tai tietoturvaratkaisut)
- Liitetään aina valaistusohjausjärjestelmien suunnitelmien mukaan
- Tarkoituksena
  - ohjelmoitsijalta vaaditaan koulutus/sertifikaatti
  - ohjelmistoversion ajantasaisuus
  - määrittää käytettävät IP-osoitteet
  - ohjeistaa laitteiden ym. nimeämistavoissa

### 001 Toimintaselostus

- Tehdään kohdekohtaisesti jokin seuraavista
  - tekstimuotoinen
    - vapaamuotoiset tekstit tilakokonaisuuksista
    - toiminnallinen kuvaus toiminnoista ja ohjauksista
    - voidaan liittää esim. aikaohjelmataulukko tai valaistusvoimakkuustaulukko



# SITOWISE

Dali-järjestelmän suunnitteluohje

2/5

Sitowise Lounais-Suomi

v1.0

12.11.2018

- esim. myymälät, ravintolat, suuret kokonaisuudet
- huonekorttityyppinen
  - esitetään tilakohtaisesti ohjaukset, toiminnot, ryhmittelyt, käytettävät komponentit
  - monimutkaisiin kohteisiin, jossa vaihtelevia ja monipuolisia ohjauksia
  - esim. oppilaitokset, monitoimitilat, kokoustilat
- taulukkomuotoinen
  - esitetään taulukkomuodossa tilakohtaiset ohjaukset
  - esim. onko tilassa läsnäolo-ohjausta, painikeohjausta ym.
  - vaatii pääasiassa tueksi lyhyen selostuksen toiminnoista
- TAI jokin näiden yhdistelmä
- Liitetään aina valaistusoajausjärjestelmien suunnitelmien mukaan

## 200 Tasopiirustukset

- Esitetään Dali-järjestelmän laitteet, keskuskeskukset ja valaisimet
- Jos väyläjohdotus on erillään ryhmäjohdotuksesta, esitetään nämä johdotukset vahvavirtasuunnitelmien lisäksi tässä tasopiirustuksessa
- Lähtökohtaisesti ei esitetä laiteosoitteita, poikkeuksena kohde, johon tulossa valvomo/graafinen käyttöliittymä
- Tarvittaessa voidaan rajata ohjelmalliset ohjausryhmät (esim. myymälän osastot), värillinen dokumentti

## 300 Nousujohtokaavio/Järjestelmäkaavio

- Laaditaan monimutkaisissa ja suuremmissa järjestelmäkokonaisuuksissa
- Esitetään reitittimet ja näiden välinen ethernet-verkko
- Tarpeen mukaan voidaan esittää liitännät muihin järjestelmiin, esim. rakennusautomaatio, paloilmoin, rikosilmoin ym.
- Laitteet ja liitännät esitetään sijaintiperusteisesti, esim. reitittimet keskuskohtaisesti
- Määritetään verkon aktiivilaitteet, laitekaapit sekä kaapeloinnit joita käytetään valaistusoajausjärjestelmässä
- Tarkoituksena selvittää järjestelmän perusajatusta



# SITOWISE

Dali-järjestelmän suunnitteluohje

3/5

Sitowise Lounais-Suomi

v1.0

12.11.2018

## 500 Ohjausluettelo

- Luettelotyyppinen asiakirja, johon listataan valaistusoajausjärjestelmän ja jonkin muun järjestelmän (esim. rakennusautomaatio, paloilmoin tai muu vastaava) tiedonvälitykset
- Luettelossa ilmoitetaan tietokohtaisesti
  - Tiedon nimi/tunnus (esim. VAL1, valaistustilanne 1)
  - Tiedon suunta (esim. AU -> DALI)
  - Tiedon muoto (ohjaus, hälytys, indikointi, mittaus jne.)
  - Lisäselvitys
    - Millä ohjataan (esim. aikaohjaus, valoanturi, palohälytys)
    - Mitä tieto koskee (esim. mistä hälytystieto tulee)

## Valaistusoajausjärjestelmä vahvavirtasuunnitelmissa

- **Tasopiirustukset**
  - Johdotustapa valitaan kohdetyypin mukaan
  - Voidaan tehdä tähtimäisesti, ketjuttaen tai näiden yhdistelmänä (LIITE 1. Johdotusesimerkit), vältettävä silmuja
  - Voidaan hyödyntää myös johtosarjajärjestelmiä, esim. EnstoNet tai Wago Winsta (kaikkien liitinkomponenttien mallit esitettävä suunnitelmissa) (LIITE 1. Johdotusesimerkit)
  - Merkitään väyläkaapeleihin AINA johdintunnukset
  - Väyläkaapelointiin merkitään Dali-väylän tunnus (esim. DA 2.1, vrt. keskuskaavio)
  - Selostusikkunaan merkittävä piirtosymbolia vastaavan laitteen tiedot, ja ilmoitettava mahdollisista lisävarusteista (esim. pinta-asennuskotelo)
- **Keskuskaaviot**
  - Johdotetaan väylä selvästi erillään vahvavirtajohdotuksista (esim. katkoviiva, selvät tunnusmerkinnät)
  - Komponenttien ylijännitesuojana käytetään maksimissaan 6A johdonsuoja-automaatteja tai varokkeita
  - Noudatettava valmistajan ohjeita komponenttien sijoittelussa
  - Keskukseen lisätään jokaista reitintä kohden yksi DIN-kiskoasenteinen RJ45-liitin, ellei järjestelmä koostu vain ko. keskuksen reitittimistä (ei ulkopuolisia verkkoliityntöjä)
  - Esimerkki erityyppisistä ryhmälähdöistä LIITE 2. Mallikeskuskaavio
- **Piirikaaviot**
  - Jokaisen keskuskomponentin jokaiselta liittimeltä tuodaan johdotukset riviliittimille
  - Dali-väyliin jälkeensä liittymistä varten varataan jokaista väylää kohden vapaat riviliittimet



# SITOWISE

Dali-järjestelmän suunnitteluohje

4/5

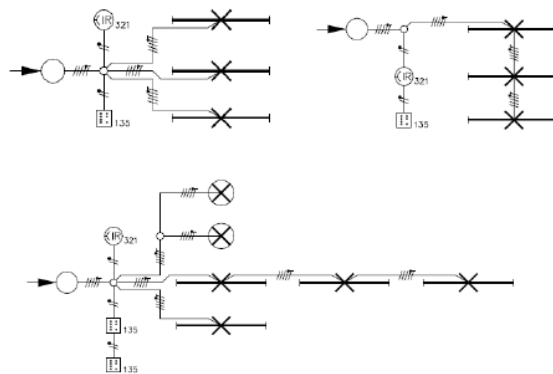
Sitowise Lounais-Suomi

v1.0

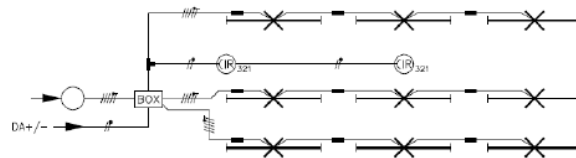
12.11.2018

## LIITE 1. Johdotusesimerkit

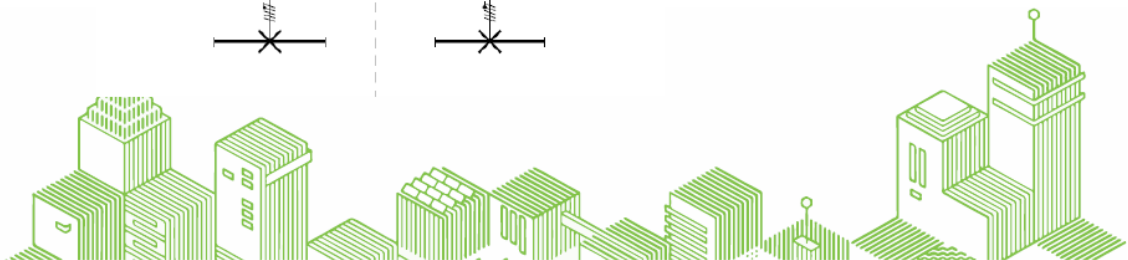
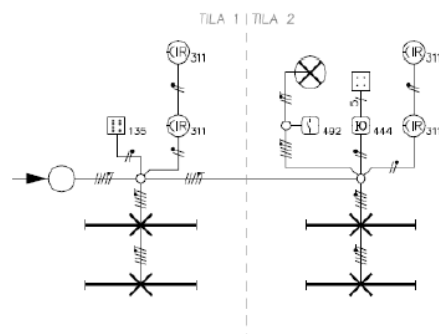
### 1. Eri johdotustyyppit – tähti – ketju – yhdistelmä



### 2. Johtosarjajärjestelmä, esim. myymälät, hallit, pitkät valaistuslinjat



### 3. Tilakohtainen johdotus, esim. toimistot, koulut





Dali-järjestelmän suunnitteluohje

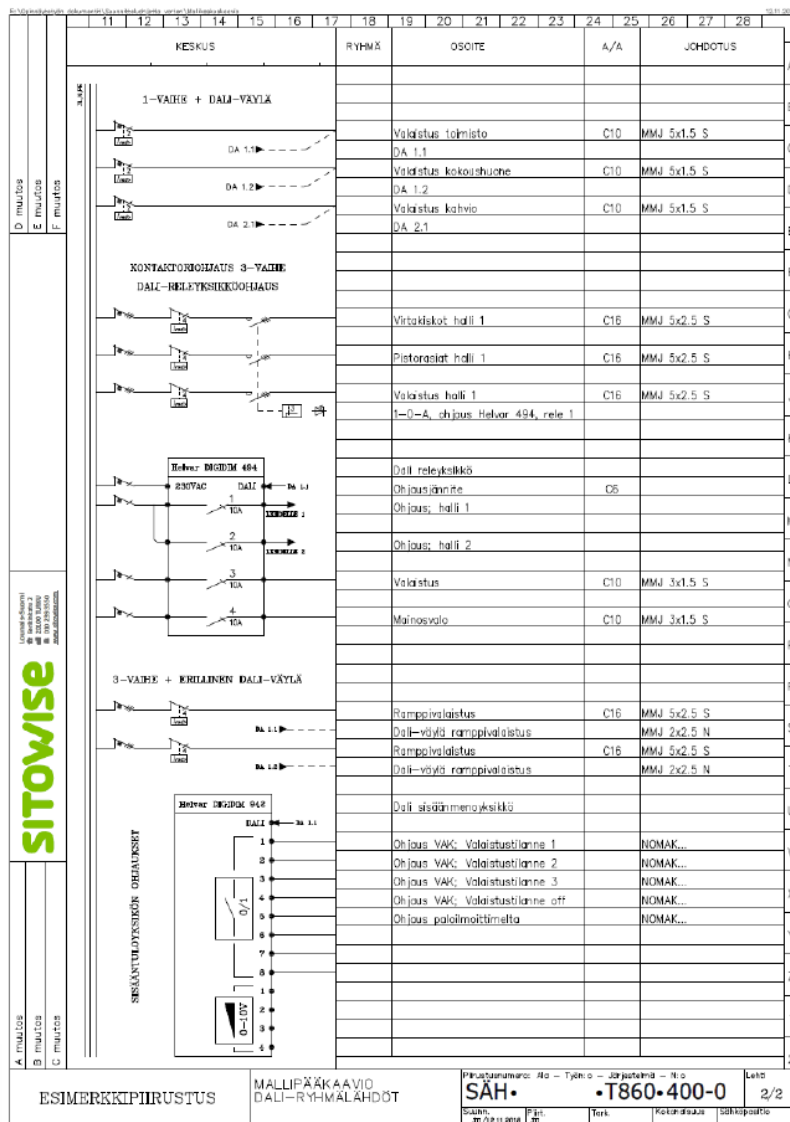
5/5

Sitowise Lounais-Suomi

v1.0

12.11.2018

LIITE 2. Mallikeskusaavio



ESIMERKKIPIIRUSTUS MALLIPÄÄKAAVIO DALI-RYHMÄLÄHDÖT

Plussanumero: 86 - Tyttö - Järjestelmä - 810  
**SÄH** • **T860-400-0** Lehti 2/2  
 SÄH: 86/16 00 808 P:n: 86/16 00 808 Teki: Kottanen J. Sähköpiiri:

