



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Ossi Hämäläinen

# DALI-valaistusjärjestelmän sähkösuunnitteluohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK) -tutkinto

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

27.5.2019

Tekijä Otsikko	Ossi Hämäläinen DALI-valaistusjärjestelmän sähkösuunnitteluohje
Sivumäärä Aika	47 sivua 27.5.2019
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	toimitusjohtaja Seppo Räsänen lehtori Jarmo Tapio
<p>Työn tavoitteena oli tutkia mihin markkinoilla olevat järjestelmät pystyvät ja mitä niillä voidaan tehdä. Lisäksi työssä oli tavoitteena antaa ideoita järjestelmän monipuolisemmasta hyödyntämisestä. Tavoitteena oli antaa myös esimerkkejä vaadittavista suunnitteludokumenteista.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin kirjallisia lähteitä hyödyntäen ja alan asiantuntijoita haastatella reititinpohjaisen DALI-valaistusohjausjärjestelmän teoreettista taustaa ja sen käytännön toteutusta. Lisäksi opinnäytetyössä tarkasteltiin järjestelmien ohjelmointi- ja integraatiomahdollisuuksia.</p> <p>Opinnäytetyö antoi yritykselle kattavan selvityksen reititinpohjaisen valaistuksen ohjauksesta ja sen mahdollisuuksista. Opinnäytetyön tuloksena saatiin suunnitteluohje sähkösuunnittelijoille, joka sisältää kattavasti tietoa vaadittavista suunnitteludokumenteista.</p>	
Avainsanat	dali, integraatio, sähkösuunnittelu, valaistus, ohjaus, järjestelmä

Author Title Number of Pages Date	Ossi Hämäläinen Introduction of DALI Lighting Control System for Electrical Designer 47 pages 25 May 2019
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Building Services
Instructors	Seppo Räsänen, CEO Jarmo Tapio, Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to investigate the capabilities of lighting systems on the market and study their possibilities. In addition, the aim was to provide ideas for a more diverse utilization of the lighting systems. The target was also to provide examples of required design documents.</p> <p>The Master's thesis examined the theoretical background of the router-based DALI lighting control system and its practical implementation using literature and interviews with specialists of the field. In addition, the thesis examined the programming of lighting systems, and their integration possibilities to other electrical building services systems.</p> <p>The thesis gave a comprehensive presentation of the router-based DALI lighting control system and its possibilities. Furthermore, a comprehensive design guide was created for electrical designers. The design guide introduces the necessary planning documents widely. The thesis can be used as a guide for new electrical designers in the field.</p>	
Keywords	dali, integration, electrical design, lighting, control, system

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleistä DALI:ista	2
2.1	DALI-standardi	2
2.2	DALI-järjestelmän hyvät ja huonot puolet	2
2.3	Valaistuksen mittarointi	4
2.4	DALI-järjestelmän tuotevalmistajia	4
3	DALI-järjestelmän rakenne	5
3.1	Topologia	5
3.2	Tiedonsiirto	6
3.3	Toiminnot ja komponentit	7
3.4	Kaapelointi	9
3.5	Kytkenät	11
3.6	Merkinnät	17
4	DALI-järjestelmän mahdolliset integraatiot muihin talotekniikan järjestelmiin	18
4.1	Tilatieto	18
4.2	Tilatieto graafisessa ympäristössä	20
4.3	Rikosilmoitinjärjestelmä	20
4.4	Paloilmoitinjärjestelmä	23
4.5	Turvavalaistusjärjestelmä	24
4.6	Kulunvalvontajärjestelmä	26
4.7	Äänentoistojärjestelmä	26
4.8	Sisustusvalaisimet	27
4.9	Kiinteistövalvontajärjestelmät	29
5	DALI-järjestelmän suunnittelun dokumentit	30
5.1	Vaadittavat dokumentit	30
5.2	Selostus	31

5.3	Tasopiirustus	31
5.4	Kaaviopiirustus	33
5.5	Pääkaavio	34
5.6	Piirikaavio	34
5.7	Ohjelmointiselostus	35
5.8	Laskentatiedostot	36
6	DALI-järjestelmän ohjelmointi	38
6.1	Käyttöönotto	38
6.2	Ohjelmointipätevyys	38
6.3	Ohjelmointilaitteisto	39
6.4	Ohjelmointiohjelma	39
6.5	Ohjelmointityö	44
7	Yhteenveto	45
	Lähteet	46

## Lyhenteet

DALI Digital Addressable Lighting Interface, Digitaalinen osoitteellinen valaistuksen ohjausprotokolla.

Ethernet Ethernet on pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu (LAN), joka on yleisin ja ensimmäisenä laajasti hyväksytty lähiverkkotekniikka.

Luksi SI-järjestelmän yksikkö valaistusvoimakkuudelle (tunnus lx).

MMJ 3x1,5S Kaapelin rakenne. MMJ tarkoittaa muovi, muovi, johdin. Kertoo kaapelissa olevan johtimen olevan kahden muovin alla eli kaksoiseristetty. 3 kertoo johtimien lukumäärän kaapelissa ja 1,5 kertoo johtimien poikkipinta-alan. S puolestaan kertoo kaapelissa oleva kolmannen johtimen olevan suojamaakäyttöön oleva keltavihreä johdin.

PIR Passive InfraRed. Passiivinen infrapuna.

Router Reititin. Tässä työssä DALI-reititin.

Topologia Verkon perusrakenne eli tapa, jolla verkon laitteet on liitetty toisiinsa. Verkon perustopologiat ovat väylä, rengas ja tähti.

Väriämpötila Valaisimen tuottaman valon väri. Väriämpötilan yksikkö on kelvin (K).

## 1 Johdanto

Kiinteistöissä yhä enenevässä määrin halutaan valaistukseen ohjattavuutta, niin automaattista ohjautuvuutta kuin käyttäjän yksilöllistä ohjausmahdollisuutta. Kiinteistöissä haetaan monesti muuntojoustavuutta ja muutokset tulisi saada toteutettua mahdollisimman pienin kustannuksin. Lisäksi valaistuksen osalta halutaan energiankulutustietoja ja vikaraportteja, energian säästöä ja huoltoa varten.

Perinteisesti ohjaus on tapahtunut kytkimillä seinän vierestä käyttäjän operoimana. Mahdollinen muutos on vaatinut kaapeloinnin uudelleen järjestelyjä sekä mahdollinen mittaus on täytynyt suorittaa omana osamittauksena sähkökeskuksella.

Digitaalisuus ja väyläohjaus on tuonut mahdollisuuden toteuttaa edellä mainitut asiat myös täysin ohjelmallisesti. Reititinpohjainen digitaalinen ohjelmoitava osoitteellinen valaistuksen ohjausjärjestelmä antaa mahdollisuuden niin automaattiseen ohjaukseen liikenteureilla kuin manuaaliseen ohjaukseen ohjauspainikkeilla, lisäksi himmennys ja mahdollinen värilämpötilan säätö mahdollistuvat. Järjestelmästä saadaan myös helposti vikaraportit ja energiankulutustiedot.

Tämä opinnäytetyö käsittelee nimenomaan vain reititinpohjaista valaistusohjausta. Reititöntä järjestelmää ei huomioida tässä opinnäytetyössä, sillä reititinpohjainen järjestelmä on selkeämpi ja helpommin ohjelmoitavissa sekä siinä on kaikki mahdolliset ominaisuudet käytettävissä. Pienet kohteet voidaan tehdä ilman reititintä, mutta mielestäni vähänkään isommat kohteet tulee tehdä reititinpohjaisesti, joten tässä työssä tullaan keskittymään vain reititinpohjaisiin järjestelmiin. Toimistomme linjauksena on pyrkiä käyttämään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa reititintä.

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä DALI-reititinjärjestelmien suunnitteleminen alkaa olemaan teknistaloudellisesti kannattavaa suurempien kohteiden osalta. Lisäkustannukset saatuun hyötyyn ovat minimaaliset ja maksavat automaattisen ohjauksen vuoksi itsensä takaisin kohtuullisessa ajassa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä Sähköinsinööri Seppo Räsänen Oy:lle ohje ohjelmoitaviin valaistusjärjestelmiin liittyen. Ohjeessa käydään läpi teoreettista osuutta ja myös tarkemmin, kuinka tehdään vaadittavat suunnitteludokumentit.

Työssä pyritään avaamaan mahdollisimman laajasti DALI-valaistuksen ohjausjärjestelmää kuitenkin käytännönläheisesti niin, että ohjeeseen ei tule sisältymään liikaa teoreettista tietoa, vaan tulisi palvelemaan oikeana ohjeena suunnittelulle. Ohje tullaan tekemään tutkimalla kirjallista aineistoa aiheesta ja haastatteleamalla alan asiantuntijoita. Lisäksi kurssiluontoiset koulutuspäivät tulevat olemaan yksi merkittävä lähde.

## 2 Yleistä DALI:ista

### 2.1 DALI-standardi

DALI-tekniikka on avoin standardeihin IEC 60929 ja IEC 62386 perustuva tiedonsiirto-protokolla. DALI-standardi ottaa kantaa vain ohjattaviin laitteisiin. Käytännössä siis valaisimissa oleviin liitäntälaitteisiin. Mikäli liitäntälaitte on DALI-standardin mukainen, voidaan tätä ohjata millä tahansa kyseistä protokollaa käyttävällä laitteella. [1.]

DALI-2-standardi on päivitetty versio DALI-standardista, ja sen yksi tavoitteista on tuoda ohjaavat laitteet DALI-standardin piiriin. Käytännössä siis ohjauspainikkeet ja muut säätölaitteita tuovat laitteet. Tarkoituksena on saada koko DALI-järjestelmä sellaiseksi, että eri valmistajien laitteita voidaan käyttää sekaisin järjestelmäkokonaisuudessa. Tällä hetkellä on juuri tulossa markkinoille DALI-2-standardilla leimattuja tuotteita, joilla mahdollistetaan myös ohjaavien laitteiden yhteensopivuus eri valmistajien kesken. [1.]

### 2.2 DALI-järjestelmän hyvät ja huonot puolet

Järjestelmän etuja ovat seuraavat:

- Eri valmistajan komponentteja voidaan käyttää samassa järjestelmässä, mikäli ovat standardin mukaisia.



- Järjestelmän jokaiselle komponentille saadaan osoite ja näin saadaan yksilöityä tuote.
- Järjestelmä perustuu väyläteknikkaan, jolloin kaapelointi voidaan toteuttaa aika vapaasti ja kustannustehokkaasti.
- Valaistusrhymien muuttaminen ei vaadi kaapelointityötä.
- Ohjausväylällä ei ole napaisuutta, jolloin kytkentävirheiden mahdollisuus vähenee.
- Ohjattavissa myös tietokoneelta.
- Voidaan liittää muuhun kiinteistöautomaatiojärjestelmään sovittimilla.
- Korkea digitaalisen signaalin jännite tekee tiedon siirrosta varmaa ja häiriölle lähes immuunin.
- Hyvä häiriösietoisuus antaa mahdollistaa väyläjohtimien sijoittamisen verkkojännitekaapeliin.
- Kaksisuuntainen tiedonsiirto ohjausväylässä mahdollistaa takaisinkytkennät. Eli komponenteilta saadaan tietoa reitittimelle.
- Valaistuksen säädössä on mahdollista kompensoida silmän logaritminen toiminta, mikä mahdollistaa tasaisen säätövaikutelman
- Ohjaussignaali välittyy kaikille komponenteille samanlaisena riippumatta ohjausvirtapiirin pituudesta.
- Useita DALI-väyliä voidaan liittää yhteen yhdistämällä reitittimet Ethernetin välityksellä.
- Väyliä voidaan ohjata Ethernetin yli. [2, s. 475–476.]
- Yhden rikkoutuneen valaisimen vaihtaminen ei vaadi ohjelmointityötä, vaan uusi rikkoutuneen tilalle asennettu komponentti löytää vanhan osoitteensa (Valmistajakohtainen ominaisuus. Helvar Digidim-järjestelmässä näin) [3].

Järjestelmän huonoja puolia ovat seuraavat:

- Järjestelmän käyttöönotto, lisäykset ja muutokset vaativat lähes aina ohjelmointityötä.
- Ohjelmointityötä ei tällä hetkellä hallitse kovinkaan moni urakoitsija.
- Järjestelmän komponentit lisäävät hankinta- ja asennuskustannuksia.
- Ohjelmointi- ja mahdollisen integraatiotyön kustannukset vaikeasti hahmoteltavissa urakkaan.
- Reititin on elektroninen komponentti, jonka käyttöikä ei ole kovinkaan pitkä. Reitittimen laskennallinen käyttöikä on 10 vuotta.

### 2.3 Valaistuksen mittarointi

Standardi SFS-EN 15193 rakennuksen energiatehokkuudesta velvoittaa, että valaistus tulee olla erikseen mitattavissa tai laskennallisesti saatavissa valaistusohjausjärjestelmästä [4]. Mikäli mittarointi toteutetaan perinteisellä mittaroinnilla valaistuksen osalta erikseen, vaatii tämä keskukseen oman osion valaistukselle.

Uuden valaistusosion rakentaminen vaatii keskukseen oman kiskoston, syöttävän lähön kiskostolle ja tietenkin mittaripaikan mittarille sekä mittarin. Lisäksi kun valaistusta syötetään yleensä useasta ryhmäkeskuksesta, tulee jokaiseen ryhmäkeskukseen tehdä samanlainen muutos tai lisäys. Tällä lisäyksellä on merkittävä kustannusvaikutus.

Käytettäessä DALI-järjestelmää voidaan reitittimestä antaa suoraan valaistuksen laskennallinen kulutus, perustuen valaisimien päälläoloaikaan ja tehoon. Tämä riittää täyttämään standardin vaatimukset. Tämä on suuri kustannuksellinen etu perinteiseen tapaan nähden.

### 2.4 DALI-järjestelmän tuotevalmistajia

DALI-liitäntälaitteita valaisimiin valmistaa hyvinkin monet toimittajat, kuten esimerkiksi Helvar, Tridonic, Philips ja Osram. Reititinpohjaisia kokonaisuuksia valmistaa käytännössä kaksi toimittajaa Helvar ja Osram.

Helvar on ehdottomasti markkinajohtaja Suomessa ja Helvar mielletäänkin lähes synonyyminä DALI-valaistusohjausjärjestelmälle. Helvarin järjestelmää kutsutaan Digidim-järjestelmäksi, johon löytyy komponentteja aina valaistusantureista reitittämiin.

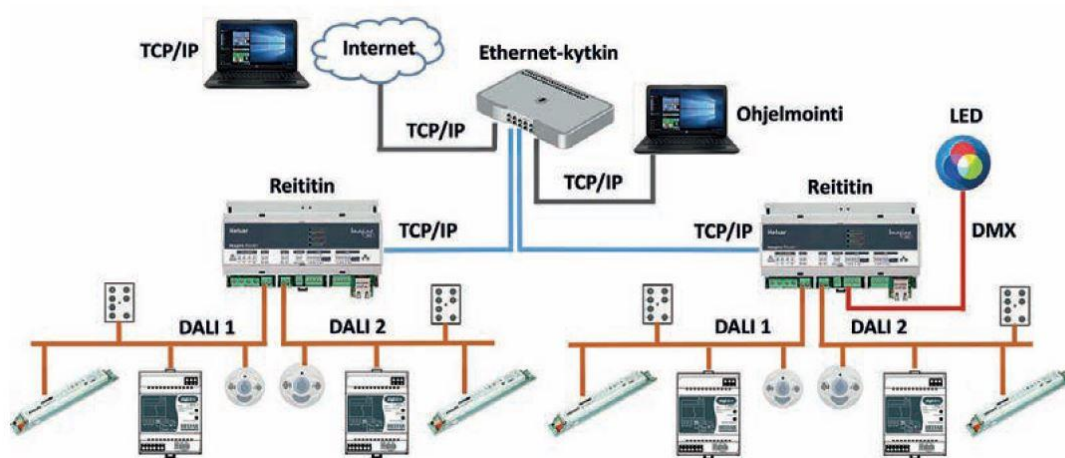
Markkinoille pyrkii myös muita toimijoita ja niistä yksi on Osramin Encelium-järjestelmä, joihin löytyy myös kattavasti komponentteja. Suomessa Osramin Encelium-järjestelmää myy käyttöönottoineen Greenled Oy. [5.]

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan lähinnä Helvarin Digidim järjestelmää. Lisäksi sivutaan hieman myös Osramin Encelium-järjestelmää.

### 3 DALI-järjestelmän rakenne

#### 3.1 Topologia

DALI-väylä on topologialtaan väylämäinen tai tähti tai näiden yhdistelmä. Topologia on siis hyvin vapaa. Rengastopologia ei kuitenkaan ole sallittua. DALI-väylä sallii yleensä maksimissaan 64 laitetta ja 250 mA:n virran. Monesti reitittimissä on kaksi väylää, jolloin reititin sallii 128 laitetta ja 500 mA kuormaa yhteensä. (kuva 1.) [6, s. 147–152.]



Kuva 1. Dali-järjestelmän topologia [9, s. 150].

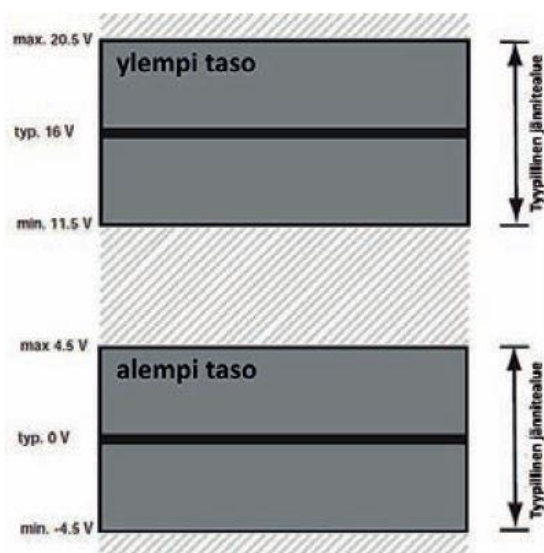
Järjestelmän yleisimmät komponentit ovat reititin, anturi ja valaisimen liitännälaitte. Lisäksi monesti on myös ohjauspaneeleita. Järjestelmä koostuu siis ohjaavista ja ohjattavista komponenteista. Ohjaavia komponentteja ovat anturit, esimerkiksi yhdistetty liike- ja vakiovaloanturi ja ohjauspaneelit. Ohjattavia komponentteja ovat valaisimen liitännälaitteet.

Reititin ei itsessään ole pakollinen komponentti DALI-valaistusohjauksessa, mutta sillä lisätään ominaisuuksia ja tässä opinnäytetyössä tarkastellaan vain reititinpohjaista valaistuksenohjausta. Reitittimet puolestaan yhdistetään keskenään Ethernet-kytkimillä, joihin voidaan myös lisätä esimerkiksi ohjelmointi-PC (kuva 1).

### 3.2 Tiedonsiirto

"DALI-väylässä datan siirtoon käytetään bi-phase-menetelmää, jota kutsutaan myös Manchester-koodaukseksi. Manchester-koodauksessa muutos signaalissa tapahtuu jokaisen bitin keskellä." [6, s. 151.]

Jännitetaso väylässä on 0 V tai 16 V ( $\pm 4,5$  V). 0 bittiä vastaa 0 V ja puolestaan 1 bittiä vastaa 16 V. Näiden väliin jäävässä jännitevälissä bittiä ei luokitella kummaksikaan, toisinsanojen 4,5 voltista aina 11,5 volttiin on luokittelematonta aluetta. Tämä tekee tiedonsiirtoväylän hyvin häiriösietoiseksi (kuva 2). [6, s. 151.]



Kuva 2. Dali-järjestelmän jännitetasot [9].

Reitittimet syöttävät yleensä jännitettä DALI-väylään. Lisäksi on olemassa virtalähteitä, joilla voidaan syöttää jännitettä väylään. Tämä on erityisesti huomioitava, kun tehdään reititöntä järjestelmää. [7.]

### 3.3 Toiminnot ja komponentit

#### Valaistuksen automaattinen syttyminen

Valaistus voidaan asettaa syttymään, kun tilassa oleva liiketunnistin havaitsee liikettä. Valaistukselle voidaan määrittää prosentuaalinen voimakkuus, jolle valaistus syttyy, kun liikettä havaitaan.

#### Vakiovalo

Tilassa ollessa myös vakiovaloanturi voidaan valaistus laittaa hakeutumaan tiettyyn valaistustasoon, esimerkiksi 500 luksia. Tällöin vakiovaloanturi indikoi määrävälein tilan valaistusvoimakkuutta ja laskee ja nostaa ohjattavien valaisimien kirkkautta sen mukaan määrätyllä nopeudella.

Tämänlainen anturi on eduksi erityisesti, kun luonnonvaloa on saatavilla paljon. Vakiovalo-ohjauksella voidaan saavuttaa merkittävää energiansäästöä tilassa.

#### Säädettävä värilämpötila

Halutessa voidaan myös valaisimien värilämpötilaa muuttaa, mikäli valaisimen liitäntälaite ja valaisin ovat tällä ominaisuudella varustetut. Luonnonvalon värilämpötila ei ole vakio vaan aamulla ja illalla värilämpötila on lämpimämpi kuin keskipäivällä. Tätä vaihtelua voidaan mukailla reititinpohjaisella DALI-järjestelmällä, jotta biologinen rytmi pysyisi oikeana myös sisällä ollessa. Värilämpötilan mukailu lisääntynee työtehoa ja vireyttä keskipäivällä ja auttaa rentoutumaan illalla. [8.]

#### Ajastetut toiminnot

Valaistusohjausjärjestelmiin voidaan myös tehdä aikaohjauksia. Esimerkiksi valot syttyvät tiettyyn aikaan aamusta automaattisesti ja sammuvat iltapäivällä automaattisesti tiettyyn aikaan.

## Reititin

Reititin on koko järjestelmän pääyksikkö. Kaikkien toimijoiden järjestelmissä on jokin reititin, joihin väylät liitetään. Järjestelmä saattaa toimia myös ilman reititintä, jos reititin on vikaantunut. Tosin tietyt komennot tai ohjelmoinnit eivät toimi tällöin halutulla tavalla. Reititin sijoitetaan yleensä sähkökeskukseen tai lähelle sähkökeskusta.

Reitittimen kannalta paras paikka on olla omassa kotelossa sähkökeskuksesta erillään, koska reititin on herkkä elektroninen komponentti, joka on varsin altis sähköiselle häiriölle. Esimerkiksi sähkökeskuksessa olevan kontaktorin toiminta saattaa sekoittaa reitittimen toiminnan. Käytännössä on kuitenkin mielekkäämpää sijoittaa reititin sähkökeskukseen selkeyden ja kaapeloinnin vuoksi. Täytyy vain huomioida, että reititin on mahdollisimman kaukana mahdollisista häiriölähteistä, kuten kuormia kytkevistä kontakteista. Häiriöiden estämiseen voidaan käyttää alipäästösuodattimia eli RC-suodattimia. [9.]

## Anturit

Järjestelmä vaatii tietenkin antureita, joilla pääsääntöisesti etsitään liikettä. Lisäksi anturilla voidaan mitata valaistustasoa. Anturit voivat perustua useisiin eri tekniikoihin. Yleisin lienee passiiviseen lämpötilaeroon perustuva anturi. Markkinoilla on myös muun muassa ääneen ja mikroaaltoihin perustuvia antureita. Mikroaaltosensoreita ei yleensä suositella liiallisen herkkyyden vuoksi.

## Ohjauspaneelit

Järjestelmään on mahdollista laittaa erillisiä ohjauspaneeleita, joista käyttäjä voi tehdä niihin ohjelmoituja toimenpiteitä. Teoriassa mielikuvitus on vain rajana, mitä painikkeisiin halutaan ohjelmoida, mutta yleisesti käytössä ovat seuraavat toiminnot (kuva 8).

- valaisimien sytyttäminen ja sammuttaminen yksin tai ryhmissä
- valaisimien himmentäminen ja kirkastaminen yksin tai ryhmissä
- valaisimien värilämpötilan muuttaminen yksin tai ryhmissä

- erilaisten valmiiden valaistustilanteiden esimerkiksi neuvotteluhuoneissa valmiiden esitystilanteiden, luominen, sisältäen valaisimien syttymistä ja sammumista sekä valaistusvoimakkuuden muutoksia.

### Ulkovaloanturi

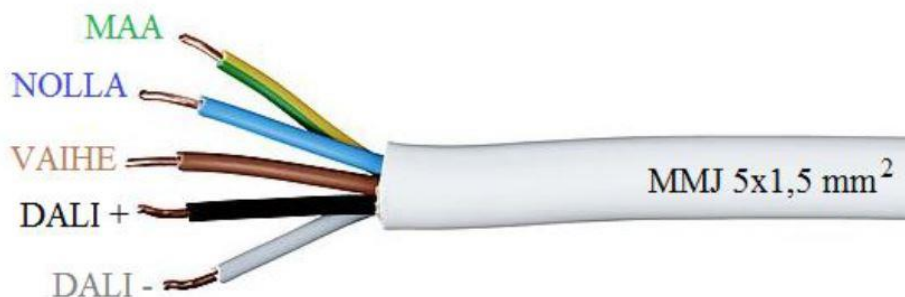
Erikoishuomiona täytyy mainita ulkovaloanturi, joka on eri asia kuin hämäräkytkin, jota yleensä käytetään sähkötekniikassa ohjaamaan ulkovalaistusta. Esimerkiksi Helvarin ulkovaloanturilla pystytään alentamaan rakennuksen koko valaistustasoa, jos niin tahdotaan. Toki yleisin käyttötarkoitus lienee ohjata ulkovalaistusta päälle ja pois.

Lisäksi tulee huomioida, että tuotteella saattaa olla erikoisvaatimuksia sijainnin suhteen ja nämä saattavat poiketa yleisistä hämäräkytkimien sijoitustarpeista. Esimerkiksi edellä mainitulla anturilla tulee olla suora näkyvyys taivaalle. [9.]

### 3.4 Kaapelointi

Väyläkaapelointi voidaan ja suositellaan suoritettavaksi vahvavirtakaapelissa. Esimerkiksi MMJ 5x1,5S kaapelilla, jossa kaksi johdinta varataan DALI-väylälle. (kuva 3). [11.]

Valaisimen liitäntälaitteelle täytyy tuoda oma suora jännite (ruskea johdin), nolla (sininen johdin) ja suojamaadoitusjohdin (keltavihreä). Tämän lisäksi täytyy tuoda DALI-väylän + johdin- ja – johdin, jotka MMJ 5x1,5S -kaapelissa ovat valkoinen ja musta.



Kuva 3. Dali-järjestelmän yleisin kaapelivaihtoehto. [9.]

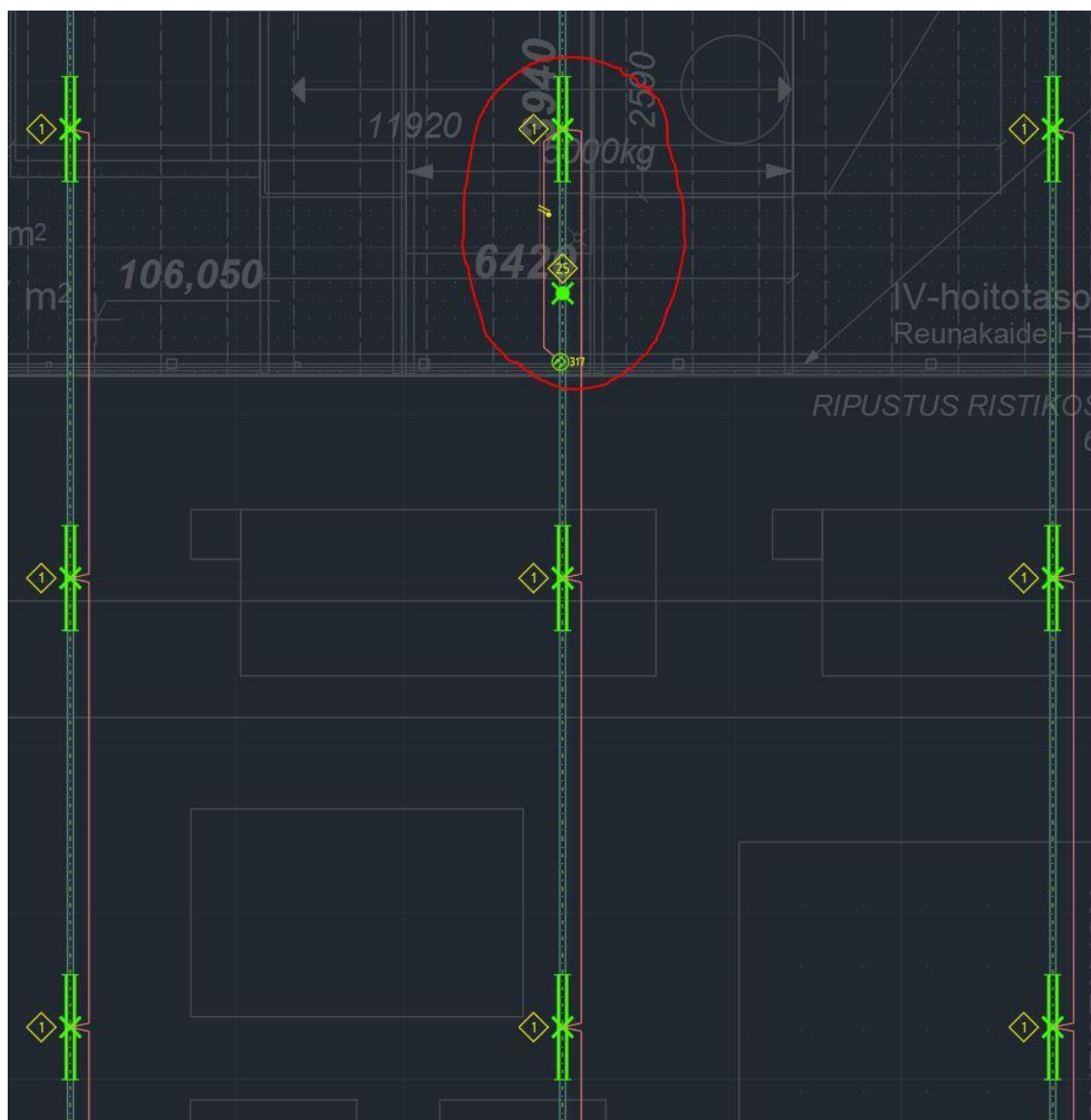
Kaapelin poikkipinta-ala määrittää tiedonsiirron maksimipituuden (taulukko 1). On huomioitava, että taulukon 1 kaapelipituudet ovat haarojen yhteenlaskettuja maksimipituuksia. [7.] Tiedonsiirtoväylän pituutta voidaan tarvittaessa kasvattaa toistimella 600 metriin. Tulee kuitenkin tiedostaa, että se ei kasvata linjassa olevien tuotteiden maksimimäärää, vaan antaa vain 250 mA lisävirtaa. Kaapelin pinta-alan kasvattaminen ei myöskään lisää tiedonsiirron maksimipituutta. [12.]

Taulukko 1. Dali-järjestelmän tiedonsiirron maksimipituudet kaapelipoikkipinnoittain. [4.]

Kaapelin pituus (m)	Kaapelin poikkipinta-ala (mm <sup>2</sup> )
0-100	0,5
100-150	1,0
150-300	1,5

Kaapeloinnissa on huomioitava myös, että monesti anturit ja ohjauspaneelit eivät ole ketjutettavia tai ainakin käytännössä vaikeasti ketjutettavissa. Tällöin kaapeloinnin minimoimiseksi voi pitkän valaisinketjun viimeiseltä valaisimelta viedä kaapelin anturille tai ohjauspaneelille. Näin säästetään rasiointeja ja pitkiä kaapelivetoja. On myös suositeltavaa vaihtaa kaapeli MMJ 2x1,5N -tyyppiseen viettäessä anturille tai ohjauspaneelille. Tämä helpottaa kaapelin kytkentää kojeelle (kuva 4).





Kuva 4. Ketjun viimeiseltä valaisimelta kaapelin vienti ketjuttamattomaan anturiin.

### 3.5 Kytkenät

#### Väyläkaapeloinnin kytkenät

Valaisimessa olevan liitäntälaitteen kytkentä on kerrottu kohdassa 3.4 (kuva 3). Reitittimeen täytyy tuoda käyttöjännite, nolla ja suojamaa sekä liittää lähtevät väyläkaapelit. Lisäksi tarvittaessa voidaan liittää useampia reitittimiä yhteen Ethernet-portin (RJ54-liitin) välityksellä.

DALI-järjestelmään liitetyt anturit ja ohjauspaneelit vaativat vain DALI-väylän. Käyttöjännitettä tai maadoitusta laitteet eivät tarvitse.

DALI-reititin on hyvä sijoittaa sähkökeskukseen, mikäli se on mahdollista. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä erilliskotelo. Kentälle lähtevät kaapeloinnit kannattaa sijoittaa kokonaisuudessaan sähkökeskukseen. DALI-väylälle kannattaa varata myös omat riviliittimet jokaiselle lähdölle omansa ja yhdistää ne keskuksen sisällä yhteen (kuva 5).



## Reitittimien väliset kytkennät

Reitittimien väliset yhteydet puolestaan tulee toteuttaa Ethernet-verkon välityksellä. Tehdessä yhdistystä tietoverkon kytkimillä on suositeltavaa käyttää muusta tietoverkosta erillään olevia kytkimiä. Lisäksi on suositeltavaa erottaa ristikytkentäjohdot omalla värillään erottumaan muusta tietoliikenneverkosta. Ristikytkentäjohtojen väriksi suosittelen violettia väriä, sillä se ei ole yleisesti käytetty väri ristikytkennöissä.

Monesti asiakkaat eivät halua kytkeä talotekniikan järjestelmiä omaan tietoverkkoon tietoturvasyistä, joten on suositeltavaa pitää DALI-järjestelmä fyysisesti täysin omkana verkonaan ja tuoda yhteys omalla tietoliikenneoperaattorin yhteydellä tarvittaessa ulkomaailmaan (kuva 7).

Reitittimien välinen kaapelointi on hyvä myös tehdä suojattuna. Esimerkiksi CAT6 U/FTP kaapelilla, jolloin kaapeli on vähemmän herkkä ulkopuoliselle häiriölle. Huomioitava on myös suojatut liittimet ja niiden maadoitukset.

Käytännössä monesti hyödynnetään olemassa olevaa tietoverkon yhteyttä. Näin ollen monesti valittavana on vain suojaamaton kaapelointi. Järjestelmä pääsääntöisesti toimii ilman suojaustakin, jos kohteen häiriötaso on alhainen. Reitittimien välinen kommunikatio ei ole enää DALI-pohjaista, joten häiriön sietoon liittyen voi hyödyntää yleistä tietoutta Ethernet-verkon häiriönsietokyvystä.

Reitittimien kytkimet eivät tule olla hallittavia kytkimiä. Niin sanottu tyhmä kytkin on paras. Tällöin kytkimen ominaisuuksia ja hallintaa ei tarvitse tehdä. Lisäksi kytkimeksi on syytä valita hieman laadukkaampi kytkin. Esimerkiksi Wago 852-112 8-porttinen kytkin toimii hyvin ja paljon käytetty sekä hyväksi havaittu. Lisäksi kyseinen kytkin voidaan asentaa DIN-kiskoon. Muistettava on myös, että kyseinen kytkin vaatii virtaa ja siihen soveltuu esimerkiksi AMR1-24 virtalähde (kuva 6). [9.]

Mikäli Ethernet-kytkimet asennetaan datajakamoihin, joissa 19":n kisko, voi olla järkevämpää käyttää siihen soveltuvaa kytkintä. Monesti 19":n kiskoihin tulevat reitittimet eivät vaadi erillistä virtalähdettä, vaan sisältävät muuntajan itsessään. Näin ollen ne voidaan kytkeä suoraan datajakamon pistorasiapaneeliin.

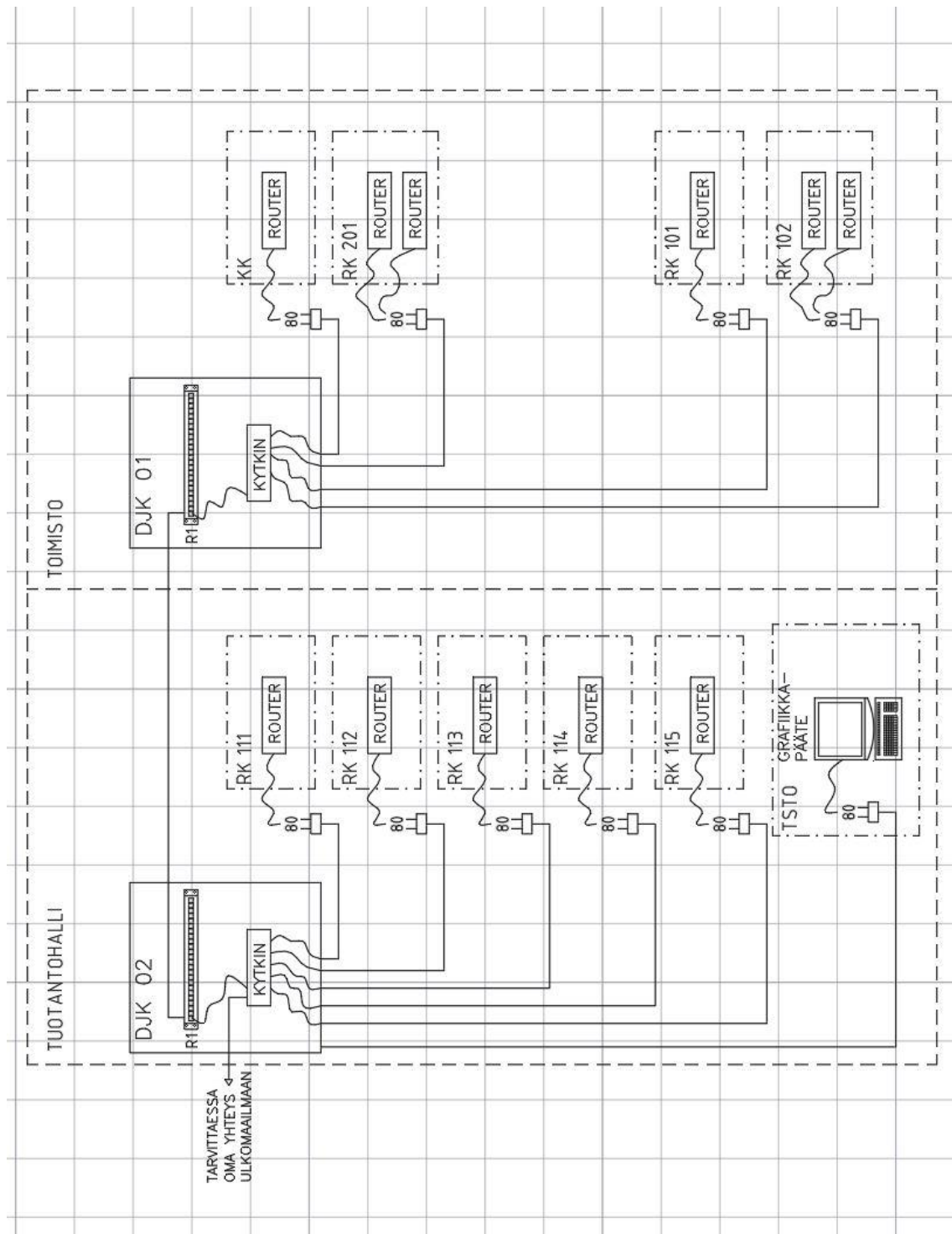


Sähkönumero: 7418001



Sähkönumero: 3528303

Kuva 6. Hyväksi havaittu Ethernet-kytkin ja virtalähde. [10. s. 25]



Kuva 7. Dali-järjestelmän useamman reitittimen kytkentä Ethernetin välityksellä.

### 3.6 Merkinnot

Reitittimille on hyvä antaa yksilölliset tunnukset, esimerkiksi R1.1, jossa ensimmäinen numero kertoo kerrostunnisteen ja jälkimmäinen on juokseva numero, joka kertoo moneko reititin on kyseessä siinä kerroksessa.

Lisäksi suositeltavaa olisi merkitä keskuksissa riviliitimet D+, D- -merkinnöin sekä tarvittaessa jakorasioissa johtimet teipillä. Esimerkiksi pyöräytys valkoista teippiä väylän johtimille (kuva 5). Väylään joutuva 230 V rikkoo väylässä olevat laitteet.

Ohjauspaneeli on merkittävä selkein tunnuksin. Merkintä tulee tehdä mieluusti erillisellä kaiverretulla muovilaatalla (kuva 8).



Kuva 8. Ohjauspaneeli ja muovinen kaiverrettu merkintäkilpi toiminteista.

## 4 DALI-järjestelmän mahdolliset integraatiot muihin talotekniikan järjestelmiin

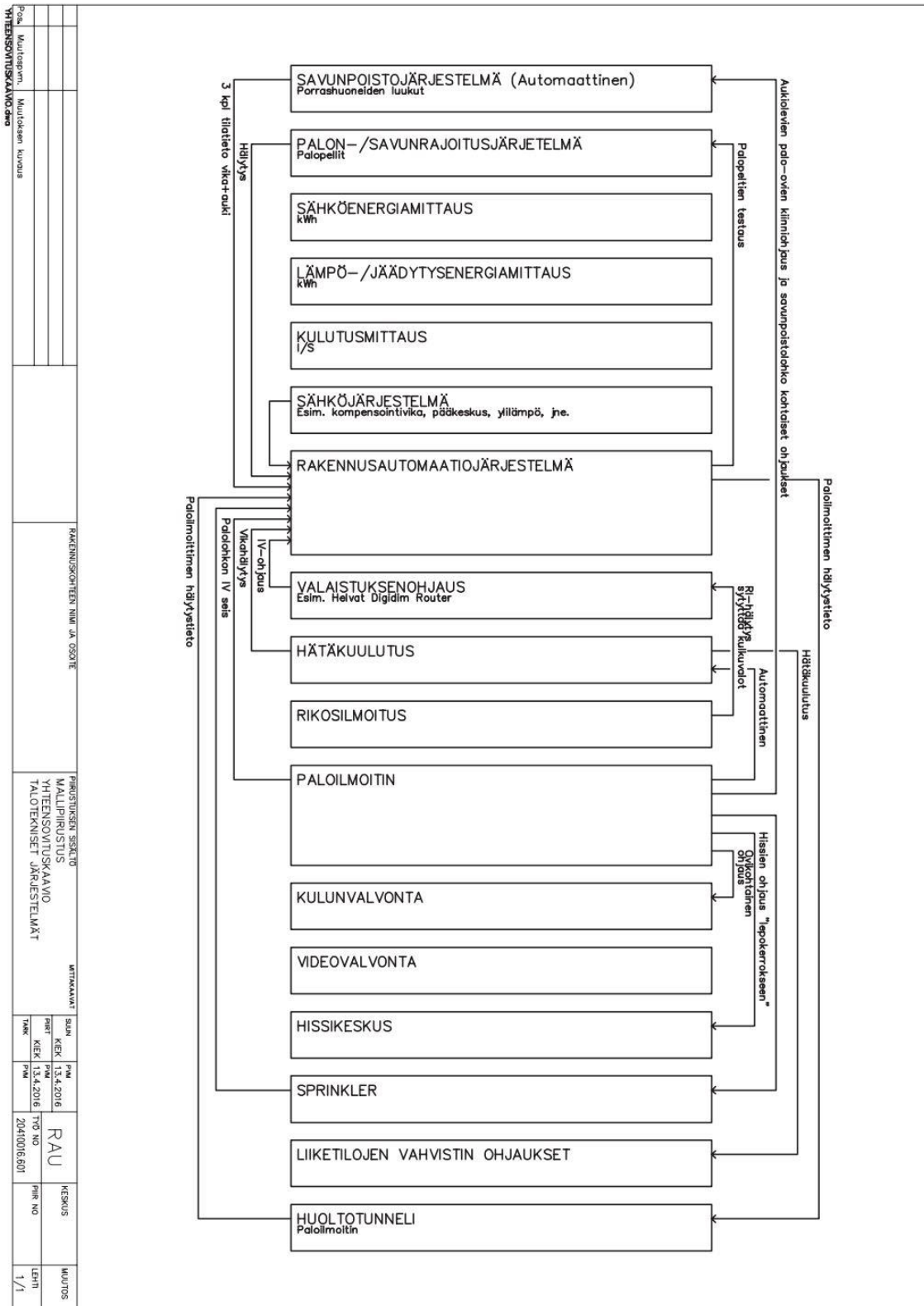
### 4.1 Tilatieto

Integraatiossa tulee aina miettiä mitä tietoa halutaan siirtää eri järjestelmien kesken. Integraatio itsessään ei ole tavoiteltava arvo. Kahden eri järjestelmän yhteen sovittaminen lähtee aina kysymyksestä, mikä tieto halutaan siirtää järjestelmästä toiseen. Mikäli mitään haluttua tietoa ei ole, ei integraatiota tarvitse tehdä.

Valaistusohtausjärjestelmän osalta lähdetään pääsääntöisesti liikenteeseen liikeanturin tiedon siirtämisestä. Valaistusohtausjärjestelmän pääantureita ovat liikeanturit ja niitä tulee käytännössä jokaiseen tilaan. Näin ollen voidaan miettiä, mikä muu järjestelmä tarvitsee tietoa siitä, onko tilassa ihmisen liikehdintää. Mikäli jokin muu järjestelmä tätä tietoa vaatii, voidaan se järjestelmäintegraation avulla tuoda toiseen järjestelmään. Näin säästetään toisen järjestelmän anturin lisääminen tilaan.

Tilatieto ei ole kuitenkaan ainut tieto mitä halutaan siirrellä. Eri järjestelmät antavat hyvin paljon erilaista tietoa suuntaan jos toiseenkin. Kuvassa 9 näkee yleisemmin kiinteistössä olevien eri järjestelmien välisiä mahdollisia tiedonsiirtoja.



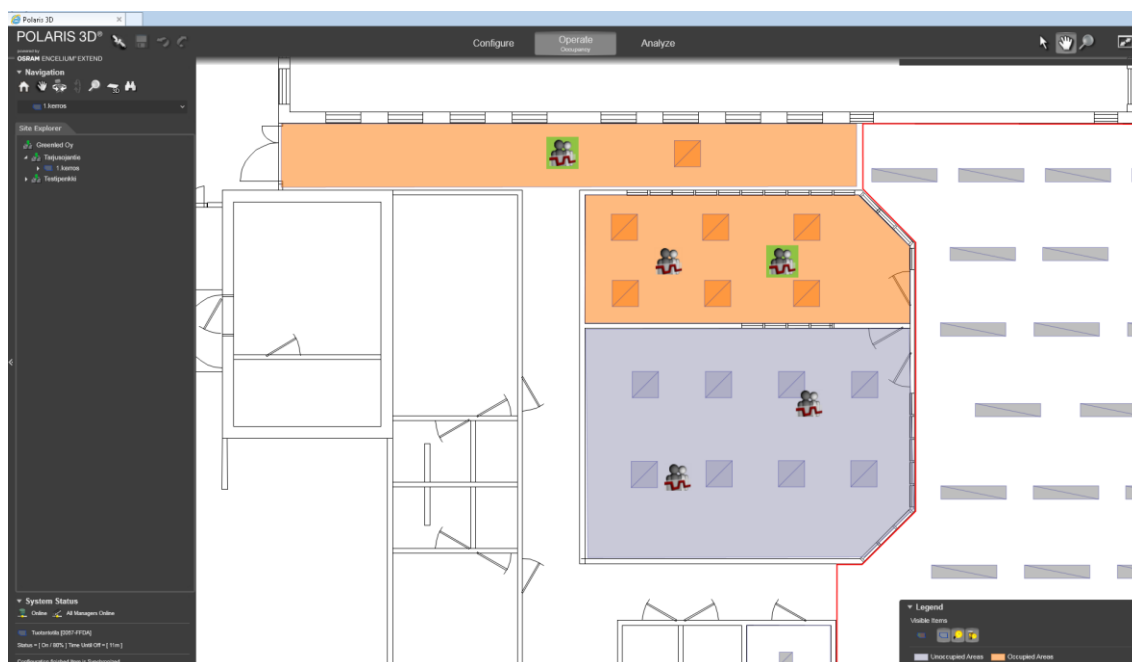


Kuva 9. Järjestelmäintegraation haluttuja tiedonsiirtoja.

## 4.2 Tilatieto graafisessa ympäristössä

Graafisella käyttöliittymällä varustetussa valaistusohtausjärjestelmässä voi itse tilatieto yksinäänkin olla haluttu tieto. Graafiseen käyttöliittymään on mahdollista muodostaa näkymä, josta näkee, onko kyseisen tilan liikeanturi aktiivinen, toisin sanoen onko tilassa ihmistä. [13.]

Tieto siitä, onko tilassa ihmisiä, voi olla haluttu muun muassa hoitolaitoksissa. Näissä tiloissa ei haluta ihmisen yksityisyyden vuoksi videokuvata, mutta halutaan kuitenkin monitoroida, onko tilassa aktiivista toimintaa. Hoitolaitoksen päivystävät henkilöt pystyvät näkemään graafisen käyttöliittymän välityksellä onko tila aktiivinen. Kuvassa 10 nähdään, että harmaan sinertävässä osiossa ei ole liikettä ja oranssinpunertavassa tilassa puolestaan on liikettä.



Kuva 10. Graafinen näkymä, kun tilassa on havaittu liikettä Osramin Encelium-järjestelmässä.

## 4.3 Rikosilmoitinjärjestelmä

Rikosilmoitinjärjestelmä voi käyttää myös infrapunasäteilyyn perustuvia liikeantureita, kuten valaistusohtausjärjestelmä. Teoreettisesti olisi mahdollista tuoda liiketieto toisesta

järjestelmästä toiseen. Molemmissa järjestelmissä liikeanturi sijoitetaan niin, että se valvoo koko tilaa. Molempien järjestelmien tahtotila on, että tilaa valvotaan laajasti eikä tilaan jää katvealueita liikeantureille.

Käytännössä rikosilmoitinjärjestelmätoimittajat eivät kuitenkaan suostu ottamaan liikeanturitietoa valaistusohjausjärjestelmästä. Rikosilmoitinjärjestelmät halutaan pitää omana kokonaisuutena sen vuoksi, että vastuu liikeanturin oikeasta toiminnasta ja hälytyksen eteenpäin siirrosta vartiointiliikkeelle säilyy kokonaisuudessaan yhdellä toimijalla.

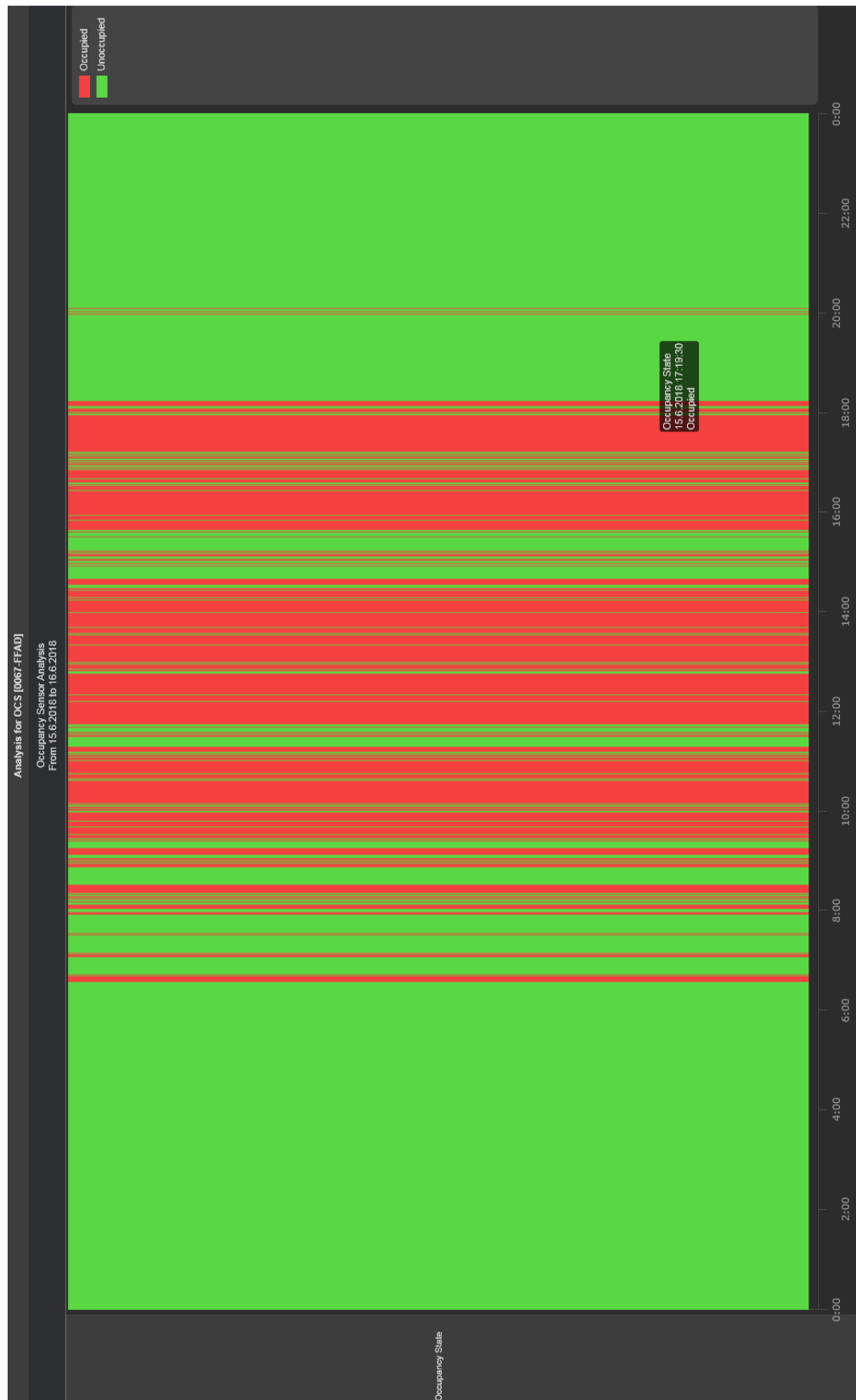
Valaistusohjausjärjestelmä puolestaan voi ottaa rikosilmoitinjärjestelmästä tiedon, mikäli vain rikosilmoitinjärjestelmän liikeanturitieto pystytään kyseisestä järjestelmästä antamaan ulospäin.

Tällä hetkellä ei ainakaan Oy Hedengren Security Ab:n HHL rikosilmoitinjärjestelmästä pysty ottamaan tietoa muihin taloteknisiin järjestelmiin. Järjestelmää ei pysty liittämään Modbus- eikä BACnet-kommunikaatioprotokollilla, vain yksittäisiä relelähtiä voidaan ottaa. Relelähtiä puolestaan tulisi niin paljon, että niillä tehtynä tulee kohtuuttomasti kustannuksia integraatiolle. Hedengren kehittää asiaa ja lupaa, että noin vuoden kuluttua järjestelmäintegraatio voi olla mahdollinen. [14.]

Yksi helppo tieto, joka voidaan ottaa mistä vain rikosilmoitinjärjestelmästä, on hälytystieto. Tieto voidaan ottaa vaikka reletietona, mikäli muuta vaihtoehtoa ei ole. Hälytystiedolla voidaan esimerkiksi laittaa valaistus täydelle teholle koko rakennuksessa, mikä saattaa itsessään jo pelästyttää tunkeilijan pois.

DALI-reititinjärjestelmistä pystytään myös näkemään jälkikäteen kunkin anturin toimintaajat. Mikäli tiloissa on käynyt muuna aikana ihmisiä, kuin siellä normaalisti on liikettä, pystytään hyvin tarkastikin sanomaan mitä reittiä pitkin ihminen on kulkenut tilassa, sen perusteella mikä anturi on ollut päälle ja kuinka pitkään. Tästä voi olla hyötyä jäljittäessä esimerkiksi murtomiesten toimintaa tiloissa (kuva 11).

Osramin Encelium-järjestelmästä on mahdollista saada selkeä graafinen raportti siitä, milloin liikeanturi on ollut aktiivinen (kuva 10). Helvarin Digidim-järjestelmästä puolestaan raportin saaminen on vaikeampaa.

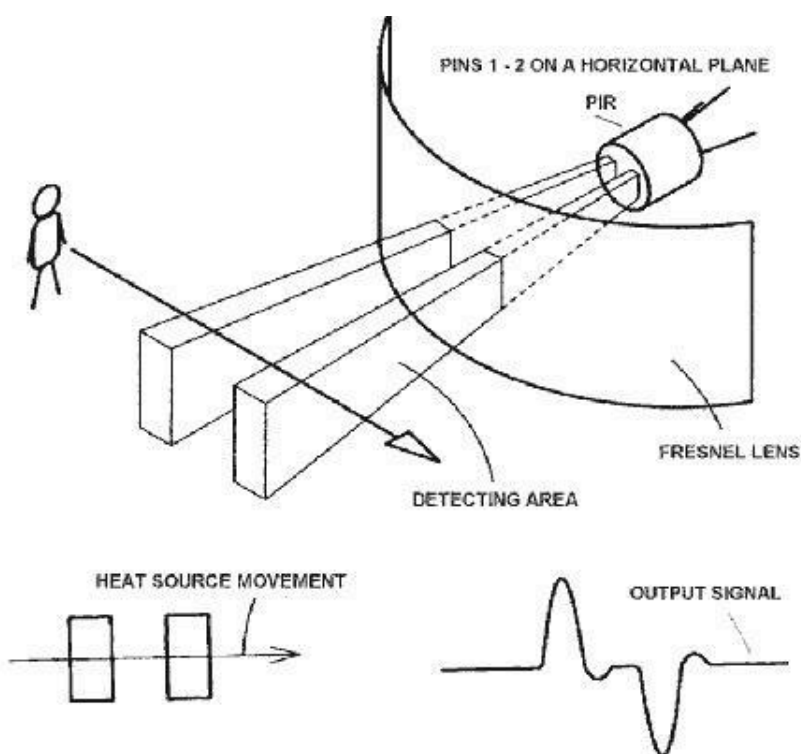


Kuva 11. Liiketunnistimen raportti Osram Encelium-järjestelmästä.

Järjestelmä antaa anturin päälläoloajan, joten se on pidempi kuin se, miten tilassa on oikeasti ihminen ollut läsnä. Tämä tulee ottaa huomioon tietoa käsiteltäessä.

#### 4.4 Paloilmoitinjärjestelmä

Liikeanturin tieto perustuu lämpösäteilyeron mittaamiseen. Lämpöä säteilevän kohteen liikkeessa liikeanturin havaitsemien sektorien ohi, syntyy erilainen säteily kohti anturia, joiden ero pystytään erottamaan ja muodostamaan jännite-eroksi, jolloin saadaan muodostettua impulssi (kuva 12). [13;14.]



Kuva 12. PIR-liikeanturin toimintaperiaate. [13.]

Huomioimisen arvoista on, että liikeanturi havaitsee sivuttaissuunnassa olevaa liikettä huomattavasti paremmin, kuin kohtisuoraa liikettä. Kohtisuorassa liikkeessä kohde saattaa pysyä helpommin saman sektorin sisällä, jolloin vaadittavaa sektorien välistä eroa ei pääse syntymään. Näin ei pääse syntymään myöskään jännite-eroa anturilla. [15;16.]

Alalla puhutaan liikeantureista ja läsnäoloantureista. Todellisuudessa liikeanturi ja läsnäoloanturi ovat toimintaperiaatteeltaan samanlaisia. Molemmat mittaavat samalla tavalla. Puhekielessä saatetaan joskus tarkoittaa läsnäoloanturilla sitä, että siinä on enemmän sektoreita ja on näin ollen herkempi anturi. Todellisuudessa läsnäoloanturi ei ole oikeasti läsnäoloanturi, vaan vaatii myös hyvin pienen liikkeen toimiakseen.

Yksi paloilmoitinintegraation tavoite on saada liiketieto tilasta, jossa palon syttyessä tai palon aika on vielä liikettä, toisin sanoen, onko tilassa vielä ihmisiä palon aikana. Tämä oli lähtökohtainen tavoite. Valaistusohjausjärjestelmästä tämä tieto voitaisiin syöttää paloilmoitinkeskukseen ja verrata tietoa paloilmaitimen tilatietoon ja ilmoittaa grafiikalla tai tekstillä, että myös tilan liiketunnistin on aktiivinen, eli tilassa on vielä ihmisiä. Tämä voisi toimia lisäinformaationa pelastushenkilökunnalle.

Liikeanturi havaitsee liian helposti lämpöväreilyn, ja näin ollen se muodostuu ongelmaksi. Mikäli tilassa on vähänkin tulta tai savua, ilmaisin havaitsee liikettä [16]. Tulevaisuudessa tämä idea voidaan toteuttaa toisenlaisella anturitekniikalla. Esimerkiksi Helvarilla on kehitteillä kamerapohjainen anturi, jolla voidaan havaita selkeämmin, kuinka monta ihmistä tilassa on. Kamerapohjainen anturi ei reagoisi lämpöön, jolloin se mahdollistaisi edellä kuvatun järjestelmän toteutuksen. [9.]

Yleisempi ja monesti käytetty integraatio paloilmoitinjärjestelmän kanssa on tuoda palohälytyksestä tieto valaistusohjausjärjestelmään. Palohälytyksen tieto ohjaa valaisimet täydelle teholle, jolloin kiinteistössä olevat ihmiset havahtuvat paremmin tilanteeseen ja pystyvät myös kulkemaan turvallisemmin tiloista pois. Lisäksi pelastushenkilökunnan on helpompaa liikkua tiloissa, joissa kaikki valaisimet ovat päällä ja täydellä teholla. [9.]

#### 4.5 Turvavalistusjärjestelmä

Tämän hetken standardi SFS 6000 velvoittaa, että turvavalaisimien tulee syttyä ryhmäkohtaisesti niin, että minkä tahansa ryhmän vikaantuessa valaistulla alueella, tulee turvavalaisituksen syttyä. Tämä vaatimus vaatii siis ryhmäkohtaista valvontaa, joko alijännitereleihin ryhmittäin tai mahdollisesti keskuskohtaisesti lisättynä johdonsuojakatkaisijoiden tilannetiedon. [17, s. 433.]

DALI-reititin järjestelmässä olisi potentiaalista kykyä suoriutua standardin vaatimuksesta ilman alijännitereleitä jokaisessa valaistuksen ryhmässä. DALI-reititin pystyy antamaan tietoa valaisimien päälläolosta ja ohjelmallisesti voisi ohjelmoida alueen turvavalaistus syttymään, kun tietty määrä normaalin valaistuksen valaisimia ei pala halutulla alueella. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista tällä hetkellä ohjelmallisesti. Kyseisen kaltaista ohjelmointimahdollisuutta ei ole tehty mahdolliseksi tällä hetkellä. [18.]

Mikäli turvavalaistuksen ohjelmointi halutaan tehdä DALI-reitittimen kautta, tulee valaistuksen jokaiseen ryhmään lisätä alijänniterele, joka indikoi ryhmän jännitettä. Mikäli keskuksen ryhmän johdonsuojakatkaisia on toiminut jännite tipahtaa lähdössä ja rele antaa tiedon eteenpäin. Tieto voidaan antaa järjestelmän sisäänmenoyksikköön (kuva 13), jolloin saadaan input-tieto, jonka perusteella voidaan sytyttää puolestaan turvavalaistuslähdön valaisimet. Puolestaan jos jännite katkeaa koko keskuksessa, katkeaa myös turvavalolähdön jännite, jolloin turvavalojen akku alkaa syöttämään jännitettä valaisimelle.

Pelkän reitittimen jännitteen katkeaminen tulee ottaa myös huomioon, joten turvavalaistuslähdön DALI-väylän jännitteen katkeaminen tulee sytyttää valaisimet. Tämä onnistutaan ohjelmoimaan järjestelmään. Näin ollen DALI-valaistusjärjestelmää voidaan halutessa käyttää myös turvavalaistuskäytössä. [18.]



## 942 Sisäänmenoyksikkö

- Tuoteperhe: **Imagine**
- Kytkimien, sensorien ja kolmannen osapuolen potentiaalivapaiden ulostulojen liittämiseen Imagine-reititinjärjestelmään
- Monipuoliset ohjelmointimahdollisuudet Designer-ohjelmistoilla

[LATAA DATALEHTI](#)

### LISÄÄ TIETOA

### LADATTAVAT JA LINKIT

- Sisääntulot: Kytkimet, sensorit, kolmannen osapuolen ulostulot
- Toimintatilan LED-merkkivalo
- 8 potentiaalivapaata sisääntuloa
- 4 analogista 0-10 V sisääntuloa

Kuva 13. Helvar Digidim sisäänmenoyksikkö [19.].

Huomioitavaa on, että käytettäessä DALI-ohjausjärjestelmää turva- ja opastevalaistusjärjestelmän rakentamisessa, tulee turvavalaisimen liitäntälaitteen olla erityisesti turvavalaisuskäyttöön tehty. Näin liitäntälaitteesta saadaan turvavaloilta vaaditut testaustiedot reitittimelle, jolta saadaan tarvittavat raportit muodostettua. [18, 20.]

#### 4.6 Kulunvalvontajärjestelmä

Kulunvalvontaintegraation yksi sovellus on tilassa olevan valaistuksen syyttäminen, kun kulunvalvontaovi aukaistaan. Kulunvalvontaoven ovirasialta pystytään ottamaan tieto, kun moottorilukko vetää teljen auki. Releen tieto voidaan viedä sisäänmenoyksikön (kuva 13) kautta DALI-reititinjärjestelmään. Huomioitavaa on, että myös poistuminen tulee tehdä lukijalla tai painonapilla niin, että valaistus myös sammuu tilasta.

Integraatiosovellus ei ole kovinkaan monikäyttöinen, eikä se sovellu kovinkaan moneen tilaan. Yhtenä ongelmana on, että tilaan voi mennä ja poistua vain yksi henkilö. Mikäli kulkijoita on enemmän, joudutaan helposti tilanteeseen, jossa toisen poistuessa tilasta jää toinen pimeään huoneeseen. Etuna sovelluksella on puolestaan liikeanturin poisjääminen tilasta.

Näkisin, että ainoa toimiva sovellutus olisi tekninen tila tai vastaava, johon tarvitaan kulunvalvottu ovi ja tilaan menee sekä poistuu lähtökohtaisesti vain yksi henkilö.

#### 4.7 Äänentoistojärjestelmä

Äänentoiston integraatiossa lähinnä tavoitteena on saada äänentoisto päälle, kun tilaan tullaan ja yhtäläisesti pois, kun tilassa ei enää havaita liikettä. Toteutus tehdään niin, että äänentoistokeskusta syöttävää pistorasiaa ohjataan DALI-tehoreleellä (kuva 14). [21.]





## 492 16 A tehoreleyksikkö

- Tuoteperhe: **Imagine, DIGIDIM**
- Asennus: Erilliskäyttö
- Kanavien määrä: 1
- Maksimikuormitus / kanava (A): 16

[LATAA DATALEHTI](#)

### OMINAISUUDET

- Lukittuva
- Kytettävien kuormien hallintaan
- Integroitavaksi valaisimiin tai sähkökaappeihin
- Suuren syöksyvirran rele
- Suojaava vedonpoistin

### LIITÄNNÄT

### TEKNISET

### LADATTAVAT JA LINKIT

Kuva 14. Helvar Digidim ohjattava tehoreleyksikkö [20].

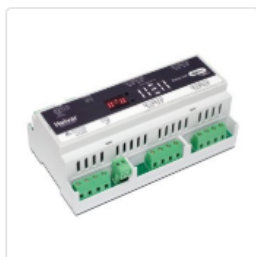
Tehoreleen läpi kulkee pistorasiaa syöttävä jännite ja tehoreleelle tuodaan myös DALI-väylä, minkä välityksellä releyksikkö kytkeytyy järjestelmään.

Ohjelmointi tehdään niin, että kun mikään tiloissa oleva anturi ei enää havaitse liikettä, DALI-reitin káskee releyksikköä katkaisimeen läpikulkevan jännitteen. Tällöin äänentoistokeskus sammuu. Äänentoistokeskuksen tulee olla sellainen, että se alkaa suoraan toistamaan ohjelmaa, kun siihen palaa jännite, muutoin järjestelmä toimii vain äänentoiston poiskytkijänä.

## 4.8 Sisustusvalaisimet

Hyvin monesti projekteissa on mukana myös arkkitehtien tai sisustussuunnittelijoiden suunnittelemaa arkkitehtuurisempia sisustusvalaisimia, jotka eivät ole DALI-yhteensopivia. Monesti on myös pistorasioihin kytkettäviä jalkavalaisimia. Näiden ohjaus voidaan myös toteuttaa vastaavanlaisella tehoreleyksiköllä (kuva 15). Tällöin valaisinta ei voida tietenkään himmentää, mutta se saadaan syttymään ja sammumaan tilaan tultaessa ja sieltä poistuessa.

Mikäli valaisimia tulee useita voi olla järkevämpää sijoittaa monikanavainen tehoreleyksikkö ryhmäkeskukseen (kuva 15). Tuote on DIN-kiskoon asennettava, joten se onnistutaan helposti lisäämään ryhmäkeskukseen.



## 498 8 × 16 A releyksikkö

- Tuoteperhe: Imagine, DIGIDIM
- Asennus: DIN-kisko
- Kanavien määrä: 8
- Maksimikuormitus / kanava (A): 16
- Yleismallinen virtalähde

[LATAA DATALEHTI](#)

OMINAISUUDET

LIITÄNNÄT

TEKNISET

LADATTAVAT JA LINKIT

Kuva 15. Helvar Digidim ohjattava 8x16A releyksikkö. [20].

Monesti kohteisiin voi tulla myös kosketinkiskoja, joihin ei projektin siinä vaiheessa vielä asenneta valaisimia. On myös mahdollista, että tuleva käyttäjä haluaa muokata lisäämällä tai poistamalla useasti kosketinkiskoissa olevia valaisimia. Tällöin voi olla järkevää asentaa erillinen DALI-ohjain, jonka aliverkossa oleville valaisimille ei tule osoitetta. Tällöin reititin näkee DALI-ohjaimen perässä olevan aliverkon yhtenä osoitteena, jolloin yhdellä komennolla muuttuu kaikkien valaisimien toiminteet. Toisin sanoen, kosketinkiskossa olevat valaisimet näkyvät yhtenä valaisimena. Tällainen tuote on esimerkiksi Helvari Digidim DALI-ohjain 478 (kuva 16). [9;24.]



## 478 Kahdekskanavainen DALI-ohjain

- Tuoteperhe: Imagine, DIGIDIM
- Tuetut protokollat: DALI/S-DIM/DMX
- Asennus: DIN-kisko
- Kanavien määrä: 8
- Yleismallinen virtalähde

[LATAA DATALEHTI](#)

OMINAISUUDET

LIITÄNNÄT

TEKNISET

LADATTAVAT JA LINKIT

Kuva 16. Helvar Digidim kahdekskanavainen DALI-ohjain [20].

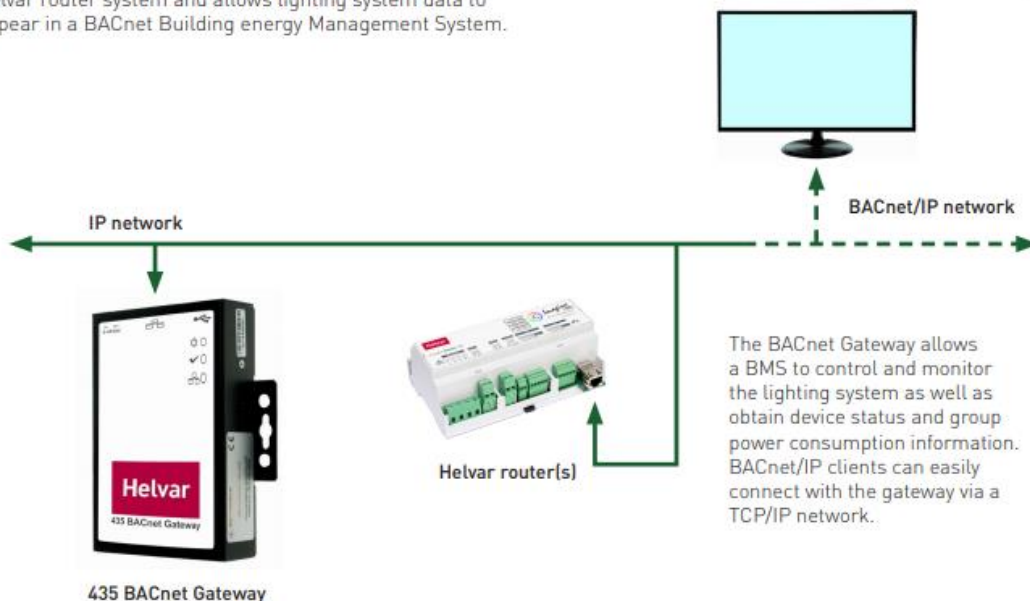
DALI-ohjaimella voidaan myös toteuttaa pitkiä käytävien valaistuksia, jolloin säästetään reitittimen osoitteita. Käytävillä tunnetusti ei ole useinkaan tarvetta saada eri valotasoja tai himmennyksiä yksittäin.

DALI-ohjainta käytettäessä on hyvä muistaa, että vikaraportti näkyy myös yhtenä, eli yksittäistä valaisinkohtaista raporttia ei saa DALI-ohjaimen aliverkosta. Vikailmoitus tulee, jos yhdessäkin aliverkon valaisimessa on vikatilanne. [9;22.]

### 4.9 Kiinteistövalvontajärjestelmät

Kiinteistövalvontajärjestelmään integroitaessa on myös kyse liikeantureiden tilatiedon saamisesta valaistusohjausjärjestelmästä. Mikäli jokin LVI-puolen laitteista tarvitsee tilatietoa, saadaan se helposti otettua DALI-reititinjärjestelmästä. Helpoin tapa tehdä järjestelmäintegraatio on BACnet Gateway (kuva 17). [23.]

The 435 BACnet Gateway provides a simple interface to a Helvar router system and allows lighting system data to appear in a BACnet Building energy Management System.



Kuva 17. Helvar BACnet Gateway [23].

Tämä on IP-pohjainen ja täten nykyaikaisin menetelmä yhdistää tietoja. Käytännössä RJ45-liitäntöjä ja tietoverkon kytkimiä hyödyntäen voidaan kiinteistövalvonnan järjestelmä liittää valaistusohjausjärjestelmään. Ohjelmallisesti määritetään, minkä anturin tilatieto vietään eteenpäin kiinteistövalvontajärjestelmään.

Suunnitelmissa tulee näyttää tavalla tai toisella, mikäli kyseisenlaista yhdistelmää halutaan toteuttaa. Tulee kertoa tarvittavat komponentit ja yksilöidä kukin anturi sen mukaan, vietäänkö siitä tieto eteenpäin.

## 5 DALI-järjestelmän suunnittelun dokumentit

### 5.1 Vaadittavat dokumentit

Suunnittelun lähtökohtainen tavoite on tuottaa dokumentit, joilla voidaan kilpailuttaa urakka yksiselitteisesti sekä toteuttaa suunnitelma ilman epäselvyyksiä. Suunnitteludokumenttien määrä ja laatu perustuu siihen, kuinka paljon suunnittelija ottaa kantaa toteutukseen ja sen yksityiskohtiin.

Suunnitelma tulee kuitenkin olla niin kattava, että se voidaan toteuttaa, mutta mitä enemmän detaljeja jätetään kertomatta, sitä enemmän annetaan päätäntä- ja soveltamisvaltaa urakoitsijalle. Mikäli suunnitelma on liian avoin, tulee myös kilpailutuksessa ongelmia, sillä toteutus alkaa muodostumaa eri lailla eri urakoitsijoiden mielessä.

Toivottavaa olisi siis, että suunnitelma olisi mahdollisimman tarkasti tehty, jolloin sovittu toteutuksessa ja sen laajuudessa sekä laatutasossa ei pääse syntymään erimielisyyksiä.

## 5.2 Selostus

Selostuksessa tulee olla maininta järjestelmästä ja siihen liittyvästä työn laajuudesta sekä asioista, joita ei voida piirustusteknisesti muuten esittää. Seuraavanlaisia asioita on hyvä mainita selostuksessa. Mainittavat asiat vaihtelevat kohteittain, mutta seuraavanlaisia asioita voidaan mainita, mikäli sellaista tullaan kohteessa oikeasti vaatimaan:

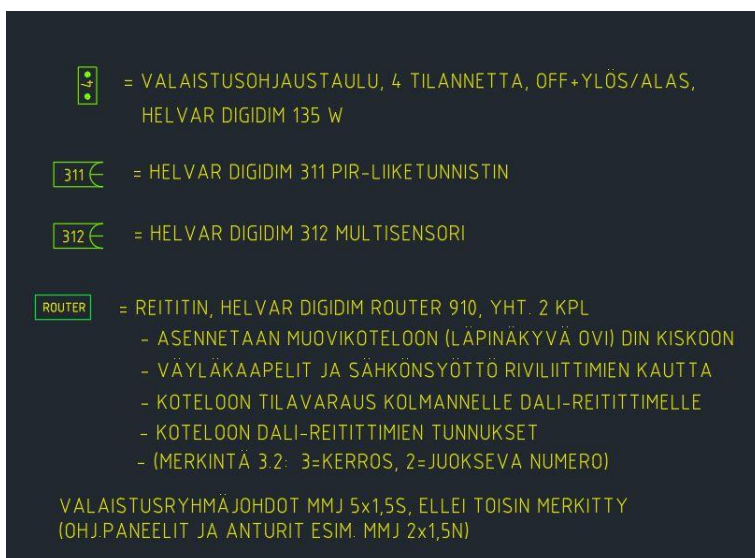
- Muutosalueelle asennetaan DALI-valaistuksen ohjaus.
- DALI-järjestelmä tulee asentaa ja ohjelmoida täyteen toimintakuntoon.
- Reititin yhdistetään talon kiinteistöautomaatiojärjestelmään tietoverkon kautta.
- DALI-reititintä varten asennetaan sähkönsyöttö.
- DALI-reititin asennetaan sähkökeskukseen.
- Väylissä olevien osoitteiden määrä ja virta-arvot tulee huomioida asennuksissa ja laskea tarvittaessa ryhmäkohtaisesti niin, ettei väylä ylitä arvoja.
- Sisustusvalaisimia varten asennetaan DALI-releyksiköitä ohjaamaan valaisinta pois ja päälle.

## 5.3 Tasopiirustus

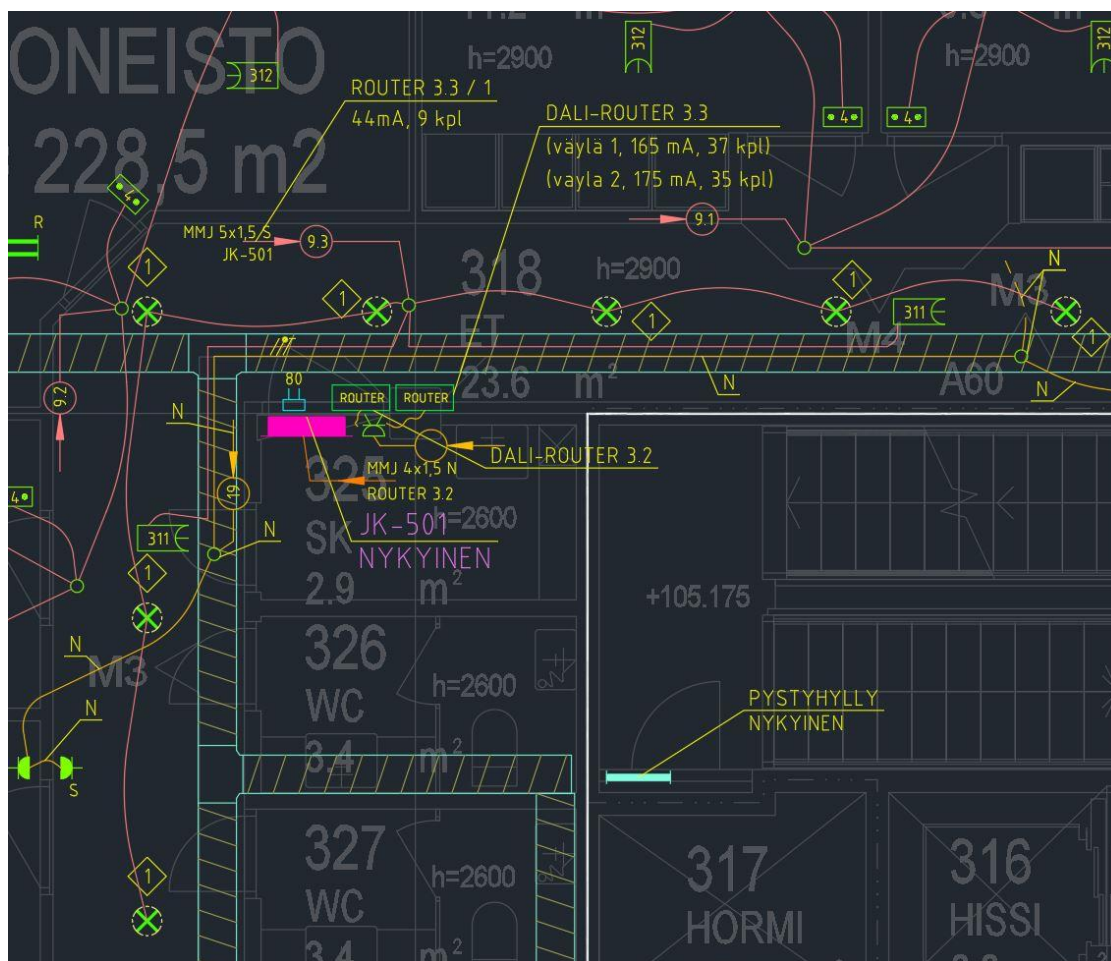
Tasopiirustuksessa tulee näkyä seuraavia asioita (kuvat 18 ja 19):

- komponenttien sijainnit
- komponenttien asennustapa (uppo- tai pinta-asennus)
- komponenttien tarkat tyypit (esim. 311 = Helvar Digidim PIR liiketunnistin)

- komponenttien kaapelointitopologia ja kaapelityypit (esim. MMJ 5x1,5S)
- valaistuselähdön ryhmänumero (esim. 9.3)
- syöttävän keskuksen tunnus ja sijainti (esim. JK-501)
- DALI-reitittimen tunnus ryhmäkohtaisesti sekä tarvittaessa väylätunnus (Esim. ROUTER 3.3 / 1)
- DALI-reitittimen sijainti ja sen sähkönsyöttö (pistorasia tai suora syöttö).
- valaistusryhmän komponenttien määrä ja DALI-väylän virtamäärä (esim. 44 mA, 9 kpl)
- DALI-reitittimen väylässä olevien komponenttien määrä ja käytetty virtamäärä (esim. väylä 1, 165 mA, 37 kpl)
- mahdolliset runkoväyläkaapelit keskuksen ja reitittimen välillä, jos reititin ei sijaitse sähkökeskuksessa (esim. MMJ 4x1,5 N, ROUTER 3.2)
- tietoverkon piste reitittimien yhdistämistä varten.



Kuva 18. Esimerkki tasopiirustuksen sivutekstistä.



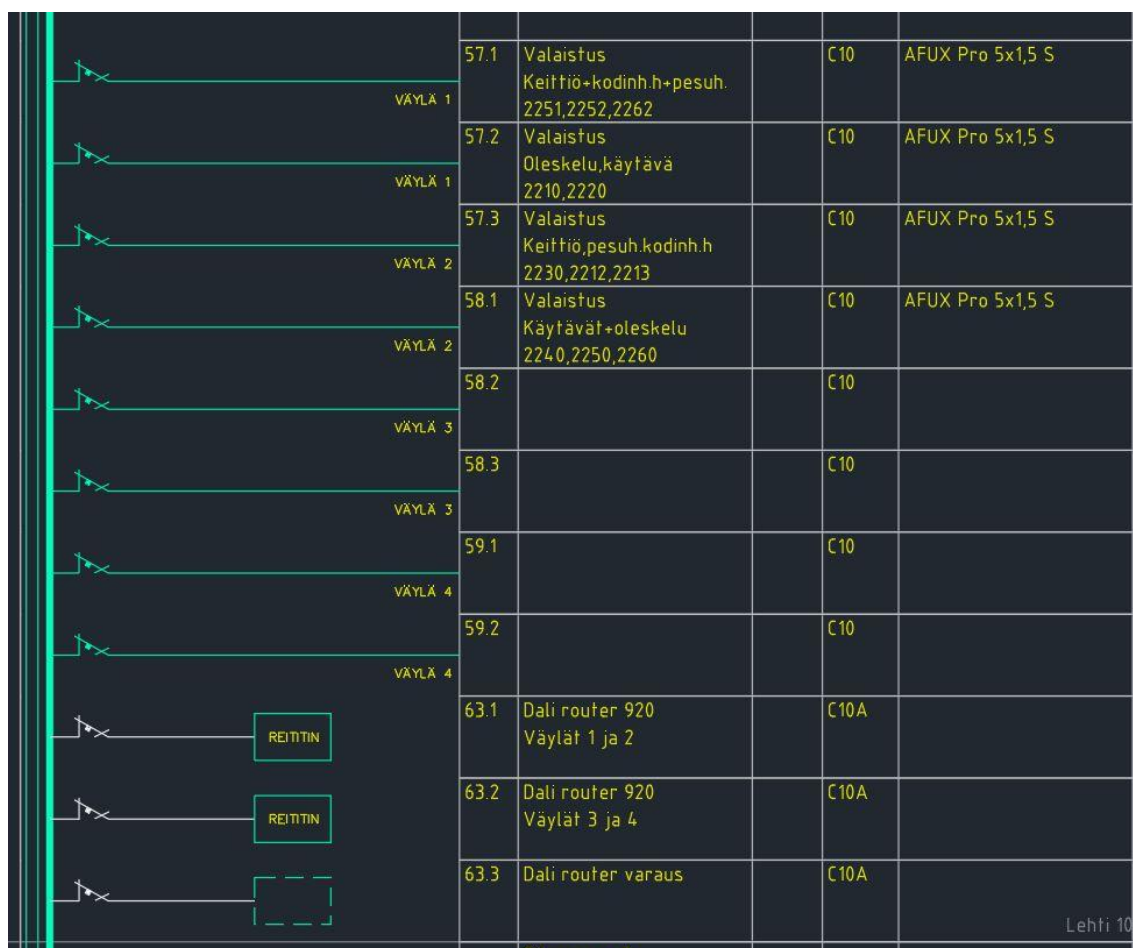
Kuva 19. Esimerkki tasopiirustuksesta, jossa DALI-järjestelmän komponentteja.

#### 5.4 Kaaviopiirustus

Reitittimien välinen kaapelointi on järkevintä esittää kaaviotyypisesti, koska reitittimet saattava sijaita hyvinkin etäällä toisistaan ja kaapeloinnissa hyödynnetään lähtökohtaisesti yleiskaapelointijärjestelmää (kuva 7).

## 5.5 Pääkaavio

Mikäli reititin sijoitetaan sähkökeskukseen, tulee keskusvalmistajaa varten ilmoittaa mihin väylään lähtevä ryhmä halutaan kytkeä. Tämä voidaan esittää tekstillä ”väylä 1”. Lisäksi pääkaaviossa tulee näyttää reitittimien sähkönsyötöt, tyypit ja mahdolliset tilava-  
raukset (kuva 20).



57.1	Valaistus Keittiö+kodinh.h+pesuh. 2251,2252,2262	C10	AFUX Pro 5x1,5 S
57.2	Valaistus Oleskelu,käytävä 2210,2220	C10	AFUX Pro 5x1,5 S
57.3	Valaistus Keittiö,pesuh.kodinh.h 2230,2212,2213	C10	AFUX Pro 5x1,5 S
58.1	Valaistus Käytävät+oleskelu 2240,2250,2260	C10	AFUX Pro 5x1,5 S
58.2		C10	
58.3		C10	
59.1		C10	
59.2		C10	
63.1	Dali router 920 Väylät 1 ja 2	C10A	
63.2	Dali router 920 Väylät 3 ja 4	C10A	
63.3	Dali router varaus	C10A	

Lehti 10

Kuva 20. Esimerkki DALI-järjestelmän lähdistä pääkaaviossa.

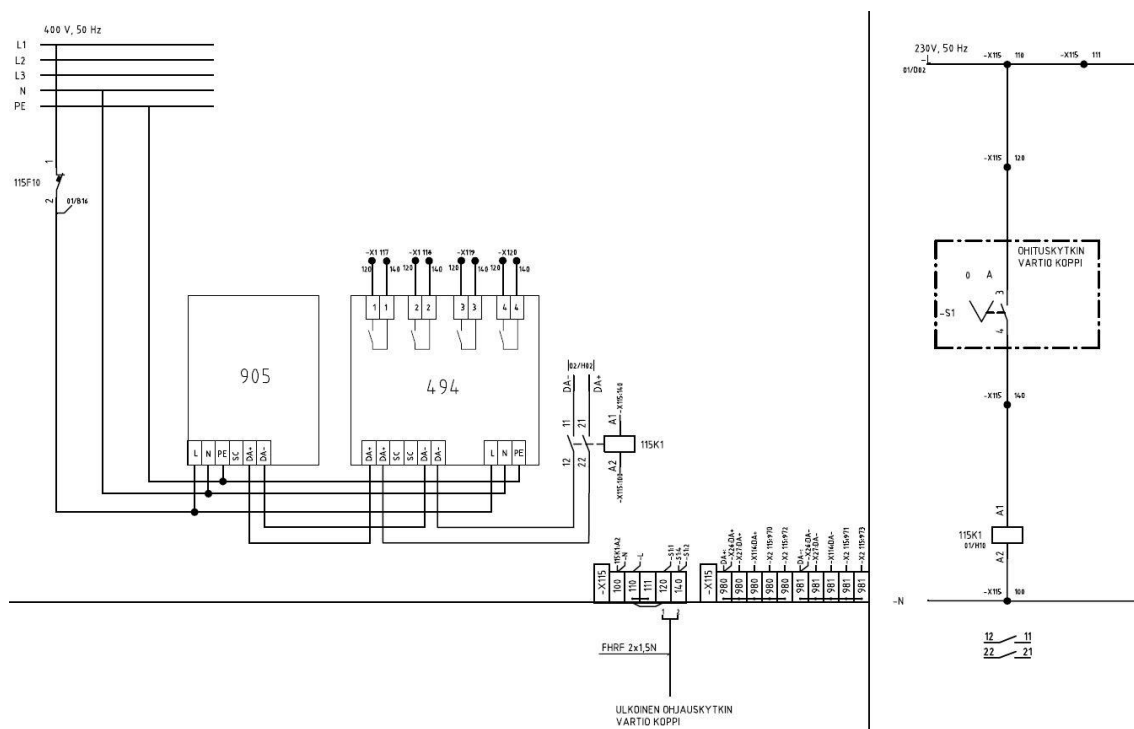
## 5.6 Piirikaavio

Piirikaavio ei ole välttämätön dokumentti, mikäli pääkaaviossa voidaan esittää tarpeeksi yksityiskohtaisesti, kuinka kytkennät halutaan tehdä. Piirikaavio on syytä tehdä, mikäli



halutaan muita ohjauksia tai halutaan varmistaa, että riviliittimet varmasti tulevat halutusti (kuva 21).

Valaistusohtausjärjestelmään voidaan rakentaa myös pakkopäälle -kytkin, mikäli halutaan ohittaa koko järjestelmä mekaanisesti. Tämä voidaan tehdä katkaisimella DALI-väylä. Mikäli tällainen toiminne halutaan, on se hyvä esittää piirikaaviossa (kuva 20).



Kuva 21. Esimerkki DALI-järjestelmän piirikaaviosta.

## 5.7 Ohjelmointiselostus

DALI-valaistusjärjestelmän ohjelmointia varten tulee tehdä erillinen dokumentti, josta selviää yksityiskohtaisesti, kuinka tilan valaistus halutaan ohjata. Dokumentista tulee käydä ilmi myös mahdollisten valaistusohtauspainikkeiden toiminneet. Esimerkkiteksti 1 toiminee esimerkkinä siitä, kuinka yksityiskohtaisesti tulee toiminneet kertoa, jotta ohjelmoija pystyy yksiselitteisesti ohjelmoimaan tilan valaistus suunnittelijan haluamaksi.

**VALAISTUKSEN TOIMINTA:**

Jos valaisimet sammutetaan painikkeella, liiketunnistimissa on poistumisaika 1,5 minuuttia viimeisestä liikkeestä. Toimistotilojen valaisimiin ohjelmoidaan minimivalotaso 10 % tasolle, jonka alle valaisimet ei himmene.

**Aula**

Valot syttyvät päiväsaikaan (klo 6-20) liiketunnistimilla 70 % teholle (korostusvalaisimet päälle), jonka jälkeen vakiovalo tavoittelee 300 luksin valotasoa. Liiketunnistimet pitävät valaistusta päällä 15 minuuttia viimeisestä liikkeestä, jonka jälkeen 30 minuuttia himmeänä 10 % valoteholla, jonka jälkeen sammuu, mikäli liikettä ei havaita. (= painike 1)

Ilt-aikaan (klo 20-6) naulakon luona 2 kpl downlight valaisimista ja 1 kpl downlight neuvottelutila 114a:n luona sytty liiketunnistimilla 50 % teholle sekä releiden perässä olevat korostusvalaisimet päälle. Liiketunnistimet pitävät valaistusta päällä 15 minuuttia viimeisestä liikkeestä, jonka jälkeen sammuu, mikäli liikettä ei havaita. (= painike 2)

Logoseinän kosketinkiskon valaisimet ovat aina päällä.

Painikkeisiin ohjelmoidaan toiminnot

- 1: Päivävalaistus: Vakiovalo hakee noin 300 luksin valotasoa
- 2: Iltavalaistus: Korostusvalaisimet päällä, muutama downlight himmeänä 50 % teholla päällä aulapöytien/tiskien ja naulakoiden luona
- 3: Siivous, valaistus 100 %
- 4: Korostusvalaisimet päälle/pois
- ^: kirkastus
- v: himmennys
- 0: OFF

Esimerkkiteksti 1. Ote ohjelmointiohjeesta.


## 5.8 Laskentatiedostot

DALI-järjestelmää suunniteltaessa tulee reitittimeen kytkettävien laitteiden virta ja kappalemäärät laskea, jotta yhdenkään reitittimen väylään kytkettävien kappalemäärä tai virta-arvot eivät ylitä. Lähtökohtaisesti yhteen reitittimen väylään voidaan asentaa 64 osoitetta ja 250 mA:n edestä kojeita. Jokaisen ryhmän virta-arvot sekä reitittimen kokonaisarvot on hyvä näyttää tasopiirustuksessa (kuva 19).

Komponenttien esitteissä on kerrottu kunkin kojeen kuluttama virta. Helvar on koonnut omien komponenttiansa virta-arvot yhteen Excel-tiedostoon, johon lisäämällä kunkin kojeen kappalemäärä, saadaan yhteenlaskettu virta-arvo. Tämä työkalu on erittäin olennainen osa suunnittelua ja tämän tiedoston saa Helvarilta kysyttäessä (taulukko 2).

Excel-työkalun avulla sovitaan oikea määrä kullekin ryhmälle komponentteja niin, ettei virta-arvot tai kappalemäärät ylitä. Mikäli jonkin ryhmän virta-arvo tai kappalemäärä ylittyy lopullisessa toteutuksessa, tulee asentajan siirtää yhden ryhmän väylän kaapelit reitittimen toiseen väylään. Tämä työ ei ole kovinkaan suuri. Tärkeintä on, että reitittimen yhteenlaskettu virta ja kappalemäärä eivät ylitä, sillä jos reitittimen molemmat väylät ovat täynnä tulee lisätä uusi reititin, jonka kustannus on huomattavasti suurempi. Näin ollen on tärkeää ainakin reititin kappalemäärällisesti tarkistaa virta-arvot ja kentän komponenttien kappalemäärät, ettei pääse syntymään lisä- ja muutostyöaihetta urakoitsijalle.

Taulukko 2. Helvarin valaistusoajastuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko.

		Helvar Oy Ab Valonohjausjärjestelmät Versio 1.8		<a href="http://www.helvar.com">www.helvar.com</a>		24.1.2018		
<b>Valonohjaustuotteiden osoitteiden ja virrankulutuksen laskentataulukko</b>							36	185
Dikeudet muutoksiin pidätetään								
Fuotekoodi	Tuotenumike	Osoitteiden määrä/laite	Virrankulutus/laite (mA)	Laitteiden määrä väylällä	Osoitteet yhteensä	Virrankulutus yhteensä (mA)		
Ballast/LED	DALI-liitäntälaitte	1	2	25	25	50		
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	6	6	60		
136B/W	8-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
137B/W	4-painikkeisto, musta/valkoinen	1	10		0	0		
161xx	On / Off	1	10		0	0		
164xx	4 Scenes + Off	1	10		0	0		
165xx	4 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		
166xx	7 Scenes + Off + Up / Down	1	10		0	0		
169xx	9 Scenes + Off	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		
19xxx + 29x	ILLUSTRIS-paneeli	1	40		0	0		
311	PIR tunnistin, kattoasennus	1	15	5	5	75		
311P	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55	1	15		0	0		
311M	PIR tunnistin, kattoasennus, IP55, -30 °C	1	15		0	0		
312	Multisensori, liiketunnistin ja vakiovaloanturi	1	15		0	0		
313	Mikroaaltotunnistin, matala malli	1	20		0	0		
314	Mikroaaltotunnistin, säädettävä kallistuskulma	1	40		0	0		
315	Valaisimeen asennettava multisensori	1	10		0	0		
317	PIR tunnistin, korkeille tiloille	1	20		0	0		
317M	PIR tunnistin, korkeille tiloille, IP65, -30 °C	1	20		0	0		
318B/W	Läsäntuloanturi moduli seinäasennukseen	1	10		0	0		

Laskennasta syntyneitä Excel-tiedostoja ei tarvitse liittää osaksi suunnitelma-asiakirjoja. Vain saadut laskennan tiedot liitetään osaksi tasopiirustusta.

## 6 DALI-järjestelmän ohjelmointi

### 6.1 Käyttöönotto

Reititinpohjaiset valaistusohtausjärjestelmät tulee aina ohjelmoida käyttöön. Komponenteissa on monesti esiohjelmoidut toiminnot, mutta lähes tulkoon aina tuotteet kuitenkin räätälöidään tilakohtaisesti. Räätälöinti vaatii ohjelmointia.

Käyttöönotto tulee tehdä melkein viimeisimpänä toimenpiteenä rakentamisessa. Tilassa tulee olla kaikki valmista. Erityisesti käytettäessä vakiovalo ominaisuutta, tulisi tilassa olla kalusteet ja verhot paikoillaan, jolloin saadaan vakiovalo ohjelmoitua oikein. Vakiovalon ohjelmointi olisi hyvä tehdä pimeässä, mutta tämä on monesti mahdotonta, joten on pyrittävä verhoilla estämään ulkoa tuleva valo.

### 6.2 Ohjelmointipätevyys

Järjestelmien ohjelmointi yleensä vaatii useampien päivien koulutuksen. Helvar järjestää maksullisia koulutuksia, joiden päätteeksi on koe. Kokeen hyväksytysti suorittamisen jälkeen saa sertifikaatin, ohjelman ja yhteyshenkilöiden tiedot, joilta voi vaikeampien tilanteiden tullessa kysyä apua. Helvar tekee myös suoraan ohjelmointia asiakkaille.

Osramin Encelium-järjestelmää puolestaan ei saa ohjelmoida itse, eivätkä he järjestä koulutuksia kenellekään. Ohjelmointityön voi tilata Suomessa esimerkiksi Greenled Oy:ltä. [13.]

### 6.3 Ohjelmointilaitteisto

Ohjelmointi vaatii kannettavan tietokoneen, RJ45-liitinjohdon ja ohjelmointiohjelman. Lisäksi käytännössä tulee olla joko kaksi henkilöä kohteessa tai vaihtoehtoisesti aputietokone, johon ollaan toisella tietokoneella yhteydessä etäyhteyden välityksellä.

Kannettavalta tietokoneelta ohjelma ei vaadi suurta suorituskykyä ja ohjelma toimii sekä Windows 7, että Windows 10 käyttöjärjestelmissä. Vanhempien käyttöjärjestelmien kanssa voi tulla hankaluuksia. RJ45-liitosjohdolla kytketään toinen tietokoneista reitittimen RJ45 liittimeen ja toiselle tietokoneella otetaan etäyhteys reitittimessä kiinni olevaan koneeseen. Näin pystytään toinen tietokone kädessä kulkea tilasta toiseen ja nähdä reaaliaikaisesti, mitä komponenttia ollaan ohjelmoimassa ja miten se reagoi käskyihin.

Helvar käyttää kirjoitushetkellä Designer 5.4.4.0 ohjelmaa, mikä ei ole yhteensopiva 4 sarjan ohjelman kanssa. Mikäli kentällä on reitittimiä, mitkä on ohjelmoitu 4 sarjan ohjelmilla, tulee uusi reititin alentaa 4 tasolle tai nykyiset reitittimet päivittää 5 sarjaan. Riippuen määrästä kannattaa tilanteen mukaan harkita kumpaan suuntaan kannattaa päivitys tehdä, jotta päästään mahdollisimman vähällä työllä.

### 6.4 Ohjelmointiohjelma

Ohjelmointiohjelmassa Designer 5:ssa ohjelmointi tapahtuu pääsääntöisesti seuraavissa ikkunoissa (kuva 22). [9.]

- Devices
- Groups
- Scene Table
- Routing Entries.

Devices-ikkunassa nähdään mitä komponentteja reitittimeen on kytketty. Nämä on syytä nimetä huolellisesti, jotta tiedetään mistä komponentista on kyse.

Groups-ikkunassa tehdään ryhmiä, joihin komponentteja siirretään. Yleensä yksi huone on aina oma ryhmänsä.

Scene Table-ikkunassa puolestaan asetellaan valaisimille annetut tilanteet. Tilanteita voi tehdä hyvinkin monia. Ensimmäiset 16 tilannetta tallentuu reitittimen muistiin.

Routing Entries-ikkunassa tehdään varsinainen käskytyks. Voidaan esimerkiksi luoda PIR-sensorin käsky sytyttää valot tilaan tai tehdä vakiovalo-ohjaus.

The screenshot displays the Helvar Designer 5 interface. The top-left pane shows a project tree with nodes for 'Devices' (highlighted with a red circle), 'Groups', and 'Scene Table'. The 'Scene Table' pane shows a table with columns for Name, Num., Clust., Rout., and Last... The 'Scene Table' pane also shows a table with columns for Name, Num., Clust., Rout., and Last... The bottom-right pane shows a table with columns for ID, Address, Description, Status, Trigger, Action, Condition, and State.

ID	Address	Description	Status	Trigger	Action	Condition	State
1		Out Of Box Presence Detection Sub...		When Ungrouped Scene Block 1	PIR trigger calls Scene 1	Always	State cannot...
2		Out Of Box Presence Detection Sub...		When Ungrouped Scene Block 2	PIR trigger calls Scene 1	Always	State cannot...
5	546943447	201_Estteilyla_PIR		When 201_Estteilyla_LOT Scene Block 1	PIR trigger calls Scene 1	Always	Less than 2...
6	49515895	201_Estteilyla_valokvalo		When 201_Estteilyla_pohja_LED Light Level	Maintain constant light in 201_Estteilyla_pohja_LED	Always	Inactive
7	440118829	Scene Link		When 201_Estteilyla_scene 1.15	Scene Link to 201_Estteilyla_scene 1.16 after 3 seconds	Always	Inactive
8	101178515	201_Estteilyla_pohja_to_spotti		When 201_Estteilyla_scene 1.10	Scene Link to 201_Estteilyla_scene 1.11 after 4 seconds	Always	Inactive
9	435457667	201_Estteilyla_spotti_to_pohja		When 201_Estteilyla_scene 1.11	Scene Link to 201_Estteilyla_scene 1.10 after 4 seconds	Always	Inactive
10	843513483	201_Estteilyla_lot		When 201_Estteilyla_lot	Adjust level and/or colour in 201_Estteilyla_pohja_LED	Always	Inactive

Kuva 22. Helvar Designer 5 -ohjelman pääkkunat.



Lisäksi on paljon ikkunoita, josta voidaan tehdä ja nähdä erilaisia toiminteita, esimerkiksi (kuva 23)

- Light Over Time
- Scheduler
- Event Log
- Color Temperature
- Intensity.

Light Over Time -ikkunassa voidaan määrittää esimerkiksi värilämpötilan säätyminen vuorokauden mukaan. Tämä ominaisuus on yksi tärkeimmistä tulevaisuudessa, jolloin yhä enenemässä määrin tahdotaan vuorokauden mukaan värilämpötilaa säätäviä valaisimia.

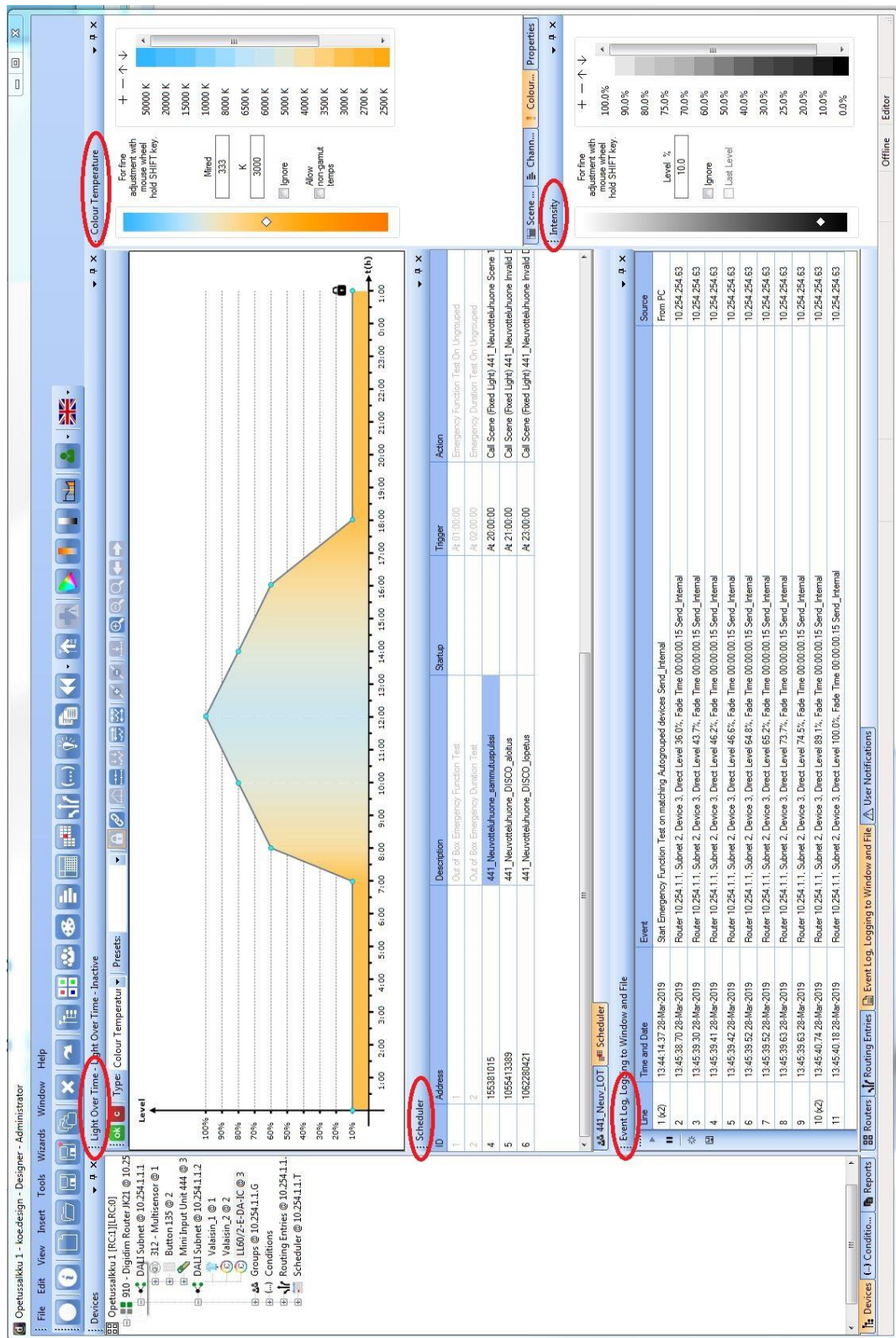
Scheduler -ikkunassa voidaan ohjelmoida ajallisia toiminteita. Näissä on hyvä muistaa kesä- ja talviaikamuutoksien vaikutukset. Järjestelmä ei itse osaa ottaa huomioon kesä- ja talviaikaa, vaan se tulee ohjelmoida erikseen.

Event Log -ikkunasta näkee kaikki ohjelmassa tapahtuva toiminta. Ongelmatilanteissa on monesti hyödyllistä seurata tätä lokia, että onko käsky oikeasti lähtenyt eteenpäin.

Color Temperature -ikkunassa voidaan säätää valaisimen värilämpötilaa. Yleensä valaistuksen värilämpötila on 2700 kelvinistä aina 6500 kelviniin. Monesti ylitse näiden ei ole tarvetta mennä, eikä monikaan valaisin siihen pystykään.

Intensity -ikkunassa puolestaan säädetään valaisimien valotasoa. Tämä tarkoittaa sitä, kuinka paljon valaisimesta otetaan valoa ulos. Tämä ilmoitetaan prosentteina.





Kuva 23. Helvar Designer 5 -ohjelman lisätoimintoja.

## 6.5 Ohjelmointityö

Käytännössä ohjelmointi tapahtuu ensin hakemalla reitittimeltä siihen kytketyt komponentit. Reititin osaa nähdä kaikki sen väyliin kytketyt laitteet, jos ne ovat DALI-yhteensopivia. Kun tuotteet on löydetty reitittimellä, ne tulee käydä etsimässä kentällä. Tuotteiden löytämisen helpottamiseksi ohjelmassa on valaisimien vilkutuskomento, jolla saadaan etsinnän alla olevat valaisimet vilkkumaan.

Kun tuotteet on löydetty kentältä ja sovitettu ohjelmassa omiin ryhmiin, komponentit tulee nimetä. Komponenttien nimistä tulee selvittää tarkasti mistä tuotteesta on kyse. Tämän jälkeen komponenteille tulee ohjelmoida toiminnot. Esimerkiksi näppäimien toiminnot ja aikaohjelmat sekä tietenkin se, mitä ryhmää tai valaisinta toiminne käskyttää.

Ohjelma tallentuu reitittimeen ja sen voi myös varmuuskopioida tietokoneelle. Suosittelemme varmuuskopion tekemistä, vaikka se ei ole välttämätöntä. Reitittimelle tallentumisessa on suurena etuna se, että kohteeseen voi vapaasti mennä eri tekijä ja ladata käyttöön nykyisen ohjelman. Tämän jälkeen voi tehdä siihen tarvittavat muutokset ja päivittää ne jälleen reitittimelle. [9.]

## 7 Yhteenveto

Tutkimuksen tuloksena saatiin aika kattava katsaus reititinpohjaiseen DALI-valaistusohjausjärjestelmään. Oma näkemykseni mukaan alan ammattilainen pystyy hyödyntämään tutkimusta omassa työssään ja rakentamaan omaa tietouttaan perustuen tähän tutkimukseen. Opinnäytetyö ei ole maallikolle tai välttämättä edes alaa opiskelevalle riittävä tuote ymmärtämään DALI-valaistusohjausjärjestelmää, mutta alalla työskentelevä sähkösuunnittelija pystyy opinnäytetyön avulla suunnittelemaan järjestelmän asiakkaalle.

Opinnäytetyötä tehtäessä on haastateltu useita alan ammattilaisia ja käytetty ammattilaisten käyttämiä aineistoja. Lisäksi on käyty aiheeseen liittyviä koulutuksia ja tutkittu teoreettista aineistoa laajalti. Näkisin tutkimuksen olevan varsin luotettava, vaikka se perustuukin pitkälti haastatteluihin. Uskoisin sähkösuunnittelijan pystyvän käyttämään tutkimusta hyväksi omassa työssään.

Toki tulee muistaa, että tekniikka muuttuu ja kehittyy koko ajan. Lisäksi tulee huomioida, että lähdetietona on käytetty paljon valmistajien tietoutta ja monet asiat ovat valmistaja-kohtaisia. Näin ollen suunniteltaessa on hyvä varmistaa tuottajalta kyseisen järjestelmän tarkat ja viimeisimmät tiedot.

Kaiken kaikkiaan tutkimus on varsin onnistunut. Saavutettiin luotettava ja hyödyllinen dokumentti viimeisimmästä tiedosta, mitä on olemassa tällä hetkellä liittyen kyseisiin valaistusohjausjärjestelmiin.

Suosittelen opinnäytetyön ottamista käyttöön yrityksen ohjeistuksessa ja perehdytyksessä. Jokaisen aloittelevan sähkösuunnittelijan tai myös kokeneemman suunnittelijan, joka ei ole vielä suunnitellut kyseisiä järjestelmiä, tulisi lukea opinnäytetyö ennen suunnittelun aloittamista. Ohje antaa myös tasalaatuisuutta suunnitelmiin.

Lisäksi opinnäytetyö antaa merkittävän dokumentin korkeatasoisesta osaamisesta kyseisen järjestelmän suunnitteluun liittyen ja tätä voidaan hyödyntää markkinoinnissa. Opinnäytetyö antaa lisäarvoa myös yrityksen laatuun ja tästä voidaan haluttaessa tehdä maininta yrityksen laatusuunnitelmaan.

## Lähteet

- 1 Digital Illumination Interface Alliance. Introducing DALI. Verkkoaineisto. <https://www.digitalilluminationinterface.org/dali/>. Luettu 12.1.2019.
- 2 Fagerhult Oy. 2012. Valaistussuunnittelijan käsikirja. (hallussani vain osakokonaisuus, päiväystä ei ole, pdf tiedosto vuodelta 2012)
- 3 Mäkinen, Mika. 2017. Helvar Oy. Puhelinkeskustelu 18.2.2017.
- 4 SFS-EN 15193. Rakennuksen energiatehokkuus. 2008. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
- 5 Greenled Oy. Valaistusohjauksen valinta. Verkkoaineisto. <https://greenled.fi/alykas-valaistus/valaistuksen-ohjausjarjestelmat/>. Luettu 19.1.2019.
- 6 ST-käsikirja 21. 2017. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät (8.10 DALI). Espoo: Sähkö-tieto Ry.
- 7 Helvar Oy. 2019. Reitittimet. Verkkokatalogi. <https://www.helvar.com/fi/tuotteet/c-12/>. Luettu 26.1.2019
- 8 Auralight. <http://www.auralight.fi/tunable-white-aura-lightilta/>. Luettu 18.1.2019.
- 9 Helvar Oy. Designer 5 koulutus. 13-15.3.2019. Espoo.
- 10 Helvar Oy. 2019. Helvar –Intelligent lighting. Valonohjausjärjestelmät. Reitinjärjestelmä – Ethernet kytki.
- 11 Kyröläinen, Eemeli. 2019. Greenled Oy. Videohaastattelu 25.9.2019.
- 12 Routtu, Jukka. 2019. Oy Hedengren Security Ab. Sähköpostikeskustelu 25.1.2019.
- 13 Mäkinen, Mika. 2015. DALI-ohje. Helvar Oy. 02/2015.
- 14 Helvar Oy. DALI Repeater (405). Verkkokatalogi. [https://www.helvar.com/media/pd/2018/20181210/405\\_DATASHEET\\_EN.pdf](https://www.helvar.com/media/pd/2018/20181210/405_DATASHEET_EN.pdf). Luettu 10.1.2019.
- 15 Majid Murtaza Noor, Er Seema Chawla, Dr Imtiaz A Magray. 2016. B-BOT ASSISTED RESCUE SYSTEM FOR HUMAN SEARCH AND ACQUIRING CRITICAL MEDICAL PARAMETERS FOR EMERGENCY PURPOSE DURING DISAS-

TERS. [https://www.researchgate.net/publication/303805794\\_B-BOT\\_ASSISTED\\_RESCUE\\_SYSTEM\\_FOR\\_HUMAN\\_SEARCH\\_AND\\_ACQUIRING\\_CRITICAL\\_MEDICAL\\_PARAMETERS\\_FOR\\_EMERGENCY\\_PURPOSE\\_DURING\\_DISASTERS](https://www.researchgate.net/publication/303805794_B-BOT_ASSISTED_RESCUE_SYSTEM_FOR_HUMAN_SEARCH_AND_ACQUIRING_CRITICAL_MEDICAL_PARAMETERS_FOR_EMERGENCY_PURPOSE_DURING_DISASTERS). Luettu 25.1.2019.

- 16 Reinikka, Jari. 2019. Esylux Oy. Haastattelu 17.10.2019.
- 17 SFS-käsikirja 600-1-1, SFS 6000-5-56 kohta 560.9.5. lokakuu 2017. 1.painos.
- 18 Etelälahti, Miika ja Mäkinen, Mika. 2019. Helvar Oy, Sähköpostikeskustelu 22-23.1.2019.
- 19 Helvar Oy. 2019. 942. Verkkokatalogi. <https://www.helvar.com/fi/tuotteet/942/>. Luettu 31.1.2019.
- 20 Glamox. 2019. Järjestelmäratkaisut ohje. <https://glamox.com/fi/jrjestelm-ratkaisut>. Luettu 23.1.2019.
- 21 Helvar Oy. 2019. Releyksiköt. Verkkokatalogi. <http://www.helvar.com/fi/tuotteet/c-9/> Luettu 31.1.2019.
- 22 Helvar Oy. 2019. 478. Verkkokatalogi. <https://www.helvar.com/fi/tuotteet/478/> Luettu 28.3.2019.
- 23 Helvar Oy. BACnet Gateway (435). Verkkokatalogi. [http://www.helvar.com/media/pd/2017/20171027/435\\_DATASHEET\\_EN.pdf](http://www.helvar.com/media/pd/2017/20171027/435_DATASHEET_EN.pdf). Luettu 31.1.2019.