

Tommi Kaijansinkko

# CAD-piirrosmerkkien suunnittelu Helvarin DALI-valonohjauslaitteille

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikka


Toukokuu 2016




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  10.5.2016
<b>Tekijä(t)</b> Tommi Kajjansinkko	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> <b>Sähkötekniikan koulutusohjelma</b> Sähkövoimatekniikka
<b>Nimeke</b>  CAD - piirrosmerkkien suunnittelu Helvarin DALI - valonohjauslaitteille	
<b>Tiivistelmä</b>  Opinnäytetyön tilaaja on Helvar Oy. Helvar on energiatehokkaisiin valaistusratkaisuihin erikoistunut yritys. Helvar kehittää komponentteja ja ratkaisuja valaisimiin ja valaistuksenohjausjärjestelmiin. Helvarin pääkonttori sijaitsee Karkkilassa ja myyntikonttori Vantaalla.  Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella CAD - piirrosmerkit Helvarin DALI - valonohjauslaitteille datalehtien tietojen perusteella ja Helvarin toivomusten mukaisesti.  Helvarin valmistamilla DALI- valonohjauslaitteilla ei ole aikaisemmin ollut CAD - piirrosmerkkejä. Sähkösuunnittelijoilla on ollut tarvetta näiden laitteiden piirrosmerkeille ja Helvarille on tullut näistä symboleista paljon kyselyitä.  Opinnäytetyössä suunniteltiin piirrosmerkit Helvarin DALI - valonohjauslaitteille. Näiden piirrosmerkkien pohjalta pystytään suunnittelemaan lisää symboleita, kun uusia laitteita tulee käyttöön. Helvar pystyy jatkossa kätevästi jakamaan piirrosmerkkejä oman palvelimensa kautta.	
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Tietokoneavusteinen suunnittelu, piirrosmerkit, valaistussuunnittelu	
<b>Sivumäärä</b> 31	<b>Kieli</b> Suomi
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>	
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Hannu Honkanen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Helvar Oy

## DESCRIPTION

	<b>Date of the bachelor's thesis</b>
<b>Author(s)</b> Tommi Kajjansinkko	<b>Degree programme and option</b> Electrical engineering
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Designing of CAD symbols for Helvar's DALI lighting control devices	
<b>Abstract</b>  <p>This thesis was commissioned by Helvar Oy. Helvar is a company that is specialized in energy-efficient lighting solutions. Helvar develops components and solutions for lights and lighting control systems.</p> <p>The purpose of the thesis was to design CAD symbols for DALI lighting control devices made by Helvar. These symbols were designed according to the datasheets and wishes of Helvar.</p> <p>CAD symbols for DALI lighting control devices made by Helvar have not previously existed. Electrical designers have a need for these symbols and Helvar has received lots of requests for them.</p> <p>CAD symbols for DALI lighting control devices made by Helvar were designed as a result of the thesis. From the basis of these symbols new symbols can be designed when new devices are put to use. In the future Helvar can easily share these symbols from their server.</p>	
<b>Subject headings, (keywords)</b> Computer-aided Design, symbols, lighting design	
<b>Pages</b> 31	<b>Language</b> Finnish
<b>Remarks, notes on appendices</b>	
<b>Tutor</b> Hannu Honkanen	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Helvar Oy

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	HELVAR OY .....	1
3	CAD – PIIRROSMERKKIEN SUUNNITTELU .....	2
3.1	AutoCAD .....	2
3.2	Attribuuttitietojen liittäminen blokkiin .....	2
3.3	WBLOCK .....	4
4	DALI .....	7
4.1	DALI – järjestelmän ominaisuudet .....	7
4.1.1	DALI – ohjelmointi .....	8
4.2	Johdotus .....	9
4.3	Digitaalinen ohjaussignaali .....	11
4.4	Osoitteen rakenne .....	13
5	DALI JA RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT .....	13
5.1	DALI erillisenä järjestelmänä .....	14
5.2	DALI erillisenä alajärjestelmänä .....	14
5.3	DALI rakennusautomaatiojärjestelmän osana .....	15
6	HELVAR – DALI – VALONOHJAUSLAITTEITA .....	16
6.1	DIGIDIM 312 Multisensori .....	16
6.2	Imagine 920- Reititin .....	19
6.3	405 DALI – toistin .....	21
6.4	DIGIDIM 452 1000 W -yleissäädin .....	23
6.5	Imagine 942 Sisäänmenoyksikkö .....	24
6.6	DIGIDIM 490 Kaksikanavainen verhomoottoriohjain .....	26
7	POHDINTA .....	28
	LÄHTEET .....	30

## **1 JOHDANTO**

Opinnäytetyössä suunniteltiin CAD -ohjelmalla piirrosmerkkejä Helvarin DALI -valonohjauslaitteille. Helvar Oy:n valmistamilla DALI - valonohjauslaitteilla ei ole vielä omia CAD-piirrosmerkkejä. Tästä syystä sähkösuunnittelijat ovat joutuneet käyttämään korvaavia piirrosmerkkejä kyseisille laitteille. Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja piirtää Helvarin DALI – valonohjauslaitteille piirrosmerkit CAD – ohjelmalla.

Opinnäytetyön tilaaja on Helvar Oy. Tarkoituksena oli suunnitella piirrosmerkit datalehtien tietojen sekä Helvarilta saatujen toivomusten mukaisesti. Opinnäytetyössä rajattiin ne valonohjauslaitteet, joille tarvittiin piirrosmerkit. Näiden piirrosmerkkien pohjalta on mahdollista tehdä myöhemmin uusia piirrosmerkkejä, kun uusia valonohjauslaitteita tulee käyttöön. Helvar pystyy näin kätevästi jakamaan piirrosmerkkejä oman palvelimensa kautta ja symbolien turhien kyselyiden määrä vähenee.

## **2 HELVAR OY**

Helvar Oy on energiatehokkaisiin valaistusratkaisuihin erikoistunut yritys. Helvar kehittää komponentteja ja ratkaisuja valaisimiin ja valaistuksenohjausjärjestelmiin. Helvarin pääkonttori sijaitsee Karkkilassa, ja myyntikonttori Vantaalla. Helvarilla on myös palvelupiste Tampereella, sekä konttoreita Italiassa, Kiinassa, Ranskassa, Ruotsissa, Saksassa, Unkarissa, Venäjällä sekä Yhdistyneessä kuningaskunnassa. [1.]

Helvar perustettiin 1921 harjoittamaan agentuuritoimintaa. 1930-luvulta lähtien Helvar on valmistanut radioita, ja myöhemmin kuristimia, kontaktoreita ja televisioita. 1960-luvun lopulla Helvar siirtyi kodin viihdelaitteiden tuotannosta sähkötekniisten laitteiden valmistukseen. 1970-luvulla energiatehokkuudesta tuli tärkeä Helvarin toimintaa ohjaava periaate. 1980 – luvulla Helvar kehitti maailman ensimmäisen säädettävän elektronisen liitäntälaitteen loistelampuille. Vuonna 1999 Helvarilla oli tärkeä rooli kehitettäessä DALI – standardia digitaaliselle valonohjausväylälle, jonka avulla oli mahdollista ohjata valaistusta laitekohtaisesti käyttäjätarpeen mukaan erilaisissa valaistusjärjestelmissä. Helvar toi markkinoille tähän digitaaliseen standardiin perus-

tuvan DIGIDIM – tuotesarjan. Tänä päivänä Helvar keskittyy valaistuskomponentteihin ja – järjestelmiin. [1.]

### **3 CAD – PIIRROSMERKKIEN SUUNNITTELU**

Tässä osiossa esitellään lyhyesti työssä käytettyä ohjelmistoa ja kuvaillaan piirrosmerkkien suunnittelun ja piirtämisen eri vaiheita. Helvar – DALI - valonohjauslaitteita, ja niistä tehtyjä piirrosmerkkejä esitellään tarkemmin luvussa 6.

#### **3.1 AutoCAD**

AutoCAD on tietokoneavusteiseen suunnitteluun tarkoitettu ohjelmisto, jonka on kehittänyt yhdysvaltalainen Autodesk Inc. Ohjelmiston ensimmäinen versio julkaistiin 1982, ja myöhemmin siitä on kehitetty monia eri versioita eri aloilla työskentelevien suunnittelijoiden käyttöön. AutoCAD on ohjelmiston perusversio, ja AutoCAD LT on ohjelmiston suppeampi versio. Muita versioita ovat mm. AutoCAD Architecture, joka on tarkoitettu arkkitehtisuunnitteluun, sekä AutoCAD Mechanical, joka on tarkoitettu mekaniikkasuunnitteluun. Tässä työssä on käytetty versiota AutoCAD Electrical, joka on tarkoitettu sähköalan suunnittelutöihin. AutoCAD Electricalissa on AutoCADin perusversioon verrattuna sähkösymbolien kirjasto, josta löytyvät sähkösuunnittelussa tarvittavat piirrosmerkit. Opinnäytetyössä tehdyt piirrosmerkit lisätään tähän kirjastoon omaan kansioonsa. AutoCAD Electricalista julkaistaan joka vuosi uusi versio, ja tässä työssä on käytetty vuoden 2015 versiota. [2.]

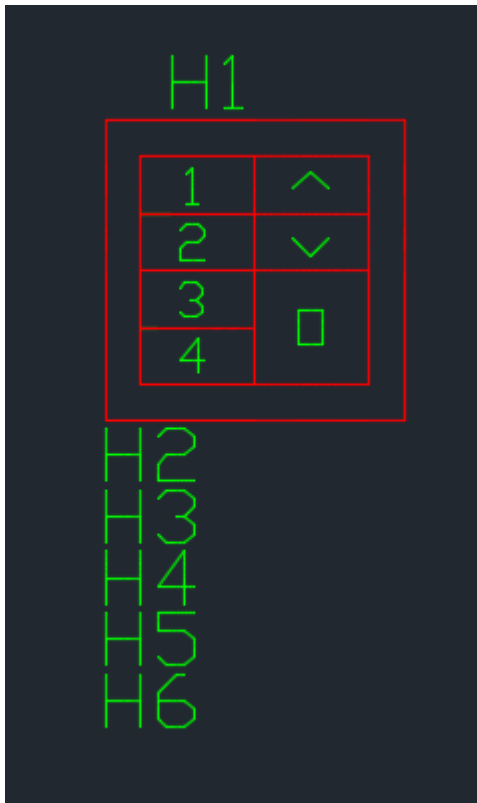
#### **3.2 Attribuuttitietojen liittäminen blokkiin**

Opinnäytetyössä on tehty valonohjauslaitteille CAD – piirrosmerkkejä datalehtien tietojen pohjalta. Kuviin on täytynyt liittää suunnittelijoiden tarvitsemia tietoja. Näitä tietoja ovat: laitetunnus, DALI – virrankulutus, sähkönumero, IP luokitus, käyttölämpötila ja DALI – osoitteiden määrä. Attribuutti on tunniste, joka liittää blokkiin tietoja. Näiden attribuuttitietojen lisääminen on toteutettu ATTDEF – komennolla. Tämä komento avaa ikkunan, johon voidaan tehdä erilaisia määrittelyjä.

**KUVA 1. Attribuuttien määrittely [3]**

Tag on tunniste, jonka avulla attribuutin tietoja haetaan. Tunnisteet on opinnäytetyössä nimetty H1 – H6. Prompt, eli kehote, kertoo sen mitä attribuutin Default, eli oletusarvo esittää. Kun kehote, sekä sen oletusarvo on määritelty, näkyy oletusarvo valmiissa blokissa, ellei sitä ole määritelty näkymättömäksi. Jos kehotetta ei käytetä, ohjelma käyttää tunnistetta kehotteena. Tässä työssä käytettyjä kehotteita ovat olleet suunnittelijoiden toivomat tiedot: laitetunnus, DALI – virrankulutus, sähkönumero, IP luokitus, käyttölämpötila ja DALI – osoitteiden määrä. Oletusarvoja ovat esimerkiksi DALI – virrankulutuksen määrä, esim. 10mA, tai DALI – osoitteiden määrä, esim. 1, tai vaikka IP luokitus, esim. IP30.

Kuvassa 2 on esitelty Helvarin modulaarisesta paneelista 135 W tehty piirrosmerkki, johon on lisätty halutut attribuutit. Piirrosmerkistä ei tässä vaiheessa ole vielä tehty wblockia, joten kaikki tunnisteet ovat näkyvissä. Kehotteiden arvot tulevat näkyviin vasta sitten, kun valmis blokki tuodaan piirustukseen. Laitetunnus on sijoitettu eri kohtaan kuin muut attribuutit, koska se on ainoa attribuutti, joka jää näkymään. Muut attribuutit on sijoitettu joko piirrosmerkin oikealle puolelle tai alapuolelle.



**KUVA 2. CAD – piirrosmerkki ja siihen lisätyt attribuutit [4, Mukailen]**

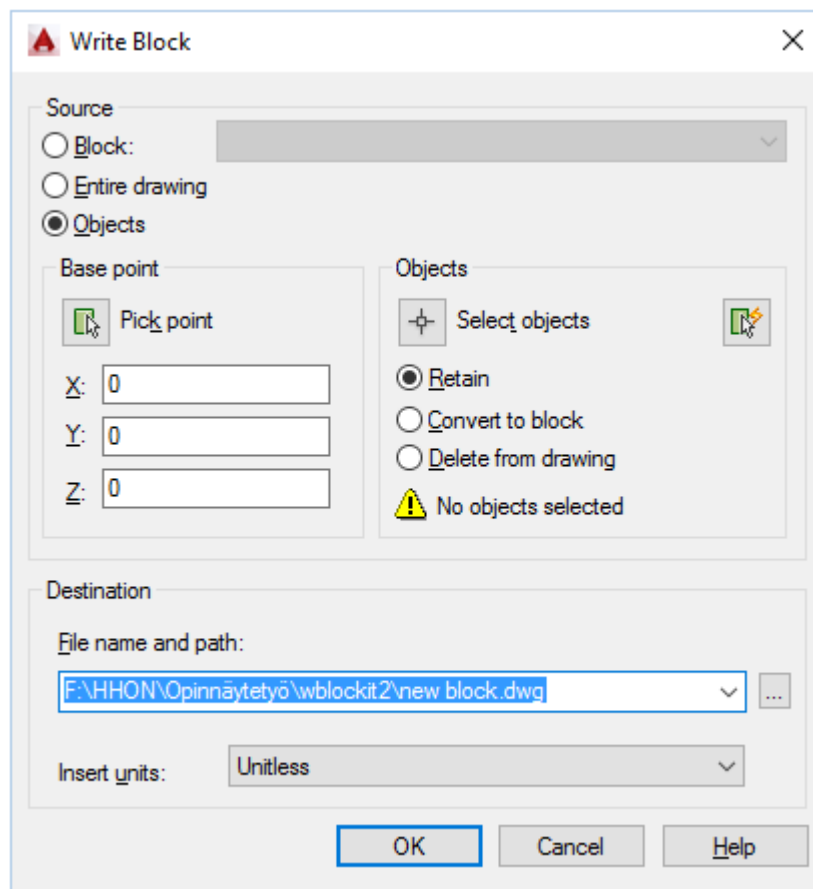
Attribuutin tilanmäärittelyyn on käytetty attribuutista riippuen kolmea tai neljää eri tilaa. Kaikkiin muihin attribuutteihin, paitsi laitetunnukseen, on valittu tilanmäärittelyksi Invisible. Tällöin laitetunnus näkyy kuvassa, mutta muut tiedot ovat näkymättömiä. Kaikille attribuuteille on käytetty tilanmäärittelyjä Lock position, Preset ja Verify. Lock position – määrittely lukitsee nimensä mukaisesti attribuutin siihen kohtaan, johon se on asetettu. Preset – määrittely mahdollistaa esiasetetut attribuuttien arvot. Jos näitä arvoja ei ole määritetty, ohjelma kysyy niitä aina kun kuvaan ollaan tuomassa uutta blokkia. Jos Verify – määrittely on valittu, ohjelma pyytää kuittaamaan esiasetetut arvot, kun uusia attribuutteja sisältävää blokkia ollaan tuomassa piirustukseen. Jos valintaikkunassa valitaan kohta Constant, attribuutille määritellystä arvosta tulee vakio - arvo. Tätä määrittelyä ei ole kuitenkaan käytetty tässä opinnäytetyössä.

### 3.3 WBLOCK

Wblock – komennolla tehdään piirrosmerkistä blokki, joka tallennetaan omaan tiedostoonsa ja joka voidaan hakea uuteen piirustukseen Insert - komennolla. Jos tällaiselle blokille halutaan antaa tietoja, ne voidaan antaa attribuutteina edellisessä luvussa mai-

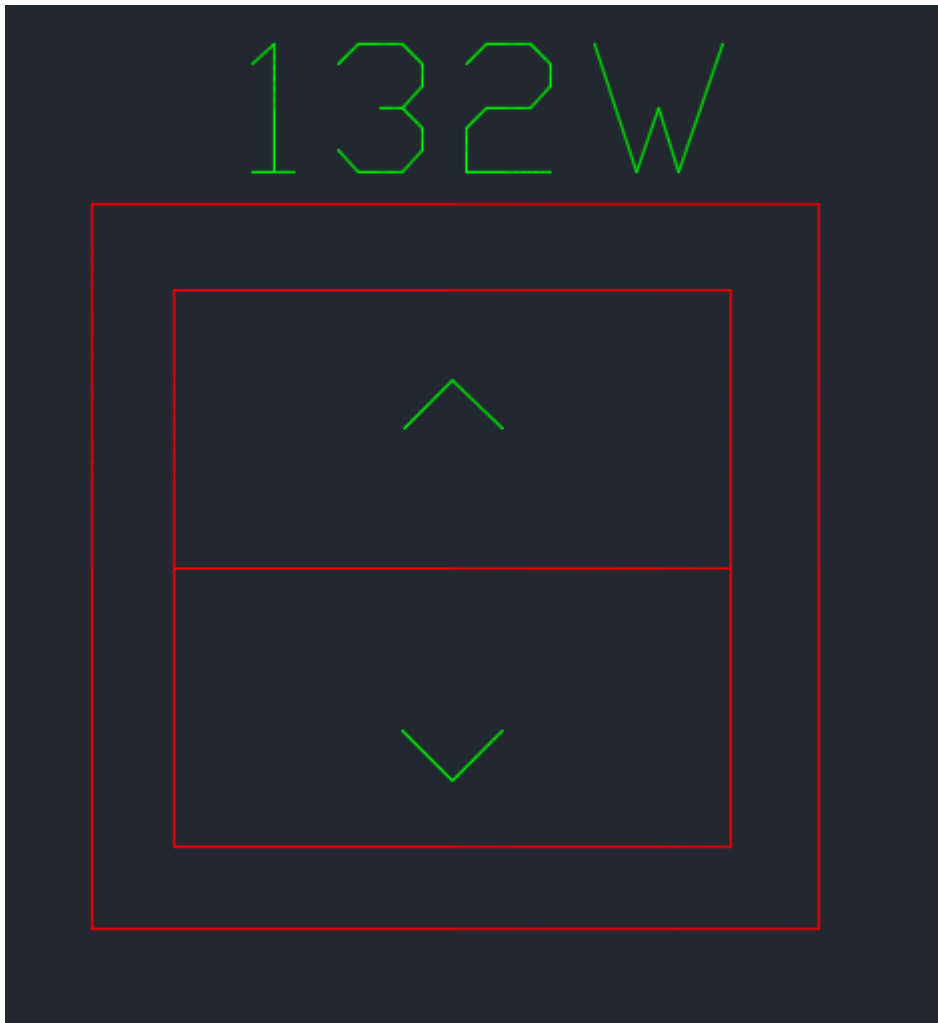


nittujen ohjeiden mukaisesti. Kaikista tässä työssä tehdyistä piirrosmerkeistä on tehty blokkeja sen jälkeen, kun niille on annettu attribuuttitiedot.



**KUVA 3. Uuden blokin tekeminen wblock – komennolla [3]**

Pick point -komennolla määritellään kohteesta haluttu kohta, josta käsin valmista wblockia voidaan liikuttaa, ja Select objects -komennolla valitaan haluttu kohde. Kun blokki on tallennettu, se voidaan hakea Insert-komennolla. Kuvassa 3 on esitelty Helvarin valmistamasta modulaarisesta paneelistä 132 W tehty CAD-piirrosmerkki.



**KUVA 4. Modulaarisen paneelin 132 W CAD - piirrosmerkki [4]**

Piirrosmerkin laitetunnus on jätetty näkyviin, ja muut attribuutti-tiedot on määritelty näkymättömiksi. Kyseiset attribuutit saadaan kuitenkin haluttaessa näkyviin ATTDISP – komennon avulla. Piirrosmerkin mitat on otettu laitteen datalehdeltä, ja kokoa on skaalattu suuremmaksi niin, että se näkyy selvästi tulostetussa sähkösuunnitelmassa ja on samaa kokoluokkaa muiden vastaavien laitteiden piirrosmerkkien kanssa. Opinnäytetyössä tehdyt muutkin piirrosmerkit on skaalattu sopivaan kokoon, ennen kuin niistä on tehty valmiita wblockeja. Ainoastaan keskuslaitteet on jätetty alkuperäiseen kokoonsa, koska ne ovat samassa mittakaavassa kuin keskusten kuvat. Keskuslaitteiden piirrosmerkkeihin on myös lisätty Helvarin logo. Tällä tavoin piirrosmerkeistä on saatu helpommin tunnistettavia. Koska kyseistä logoa ei ollut saatavana dwg – tiedostona, myös siitä oli tehtävä CAD – kuva. Opinnäytetyössä käytetty Helvarin logo on piirretty suoraan CAD:iin tuodun alkuperäisen kuvan päälle ja kuva on skaalattu jokaiselle laitteelle sopivaan kokoon. Logon piirtämiseen käytettiin Line-,

Polyline-, SPLine- sekä Arc-toimintoja. Kirjaimet on väritetty Hatch-toiminnolla, josta on valittu vaihtoehto Solid.

## 4 DALI

DALI on kansainvälinen standardi, joka on kehitetty erityisesti digitaalista valaistuksen ohjausta varten. Se on digitaalinen valonohjausprotokolla elektronisille liitäntälaitteille, ja se on määritelty kansainvälisessä liitäntälaitestandardissa IEC 60929, joka takaa eri valmistajien tuotteiden yhteensopivuuden. Analoginen 1 – 10V valaistuksen ohjaus on vielä nykyään yleisin käytössä oleva standardi. Joustavampi ja yksinkertaisemman asennuksen mahdollistava DALI on kuitenkin syrjäyttämässä sitä, ja tulee lopulta korvaamaan analogisen järjestelmän. DALI on ominaisuuksiltaan monikäyttöisempi kuin 1 - 10V tekniikka, mutta sen asentamiseen tai käyttämiseen ei vaadita erityisosaamista. DALI on lyhenne sanoista Digital Addressable Lighting Interface.

Laitteiston kommunikointi ja asentaminen on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi. Kaikki älykkäät komponentit kommunikoivat paikallisessa järjestelmässä yksinkertaisella ja häiriöttömällä tavalla. DALI – järjestelmä on tarkoituksella suunniteltu yksinkertaiseksi, eikä sitä voida siten verrata rakennusautomaation suunnittelukieliin, kuten LON, tai KNX. Tarkoituksena ei ole myöskään korvata pitkälle kehittyneitä valonsäätöjärjestelmiä. DALI – järjestelmässä ei ole erityisiä vaatimuksia kaapeleille, eivätkä päätevastukset ole tarpeellisia. DALI – järjestelmä on johtavien valaistuskomponenttien valmistajien suunnittelema, ja sen tarkoituksena on tarjota valaistusmarkkinoille standardi, joka täyttää kaikki vaatimukset. [5.]

### 4.1 DALI – järjestelmän ominaisuudet

Digitaalinen järjestelmä toimii erilaisten periaatteiden mukaisesti kuin analoginen järjestelmä. Toisin kuin analogisessa järjestelmässä, DALI – järjestelmässä yksittäisten valaisinten ohjaaminen on mahdollista. DALI – järjestelmän laitteille voidaan antaa yksilölliset osoitteet, ja näitä osoitteita voi olla yhdessä järjestelmässä enintään 64. Jokaisella liitäntälaitteella on oma osoitteensa, ja siten niihin voidaan ottaa yhteyttä erikseen, vaikka ne ovatkin kytkettynä samaan DALI – väylään. Valaistusryhmiä DALI – järjestelmässä voi olla 16. Näitä määriä on kuitenkin mahdollista suurentaa

lisäämällä reititin järjestelmien väliin. Sama liitäntälaitte voi kuulua useampaan ryhmään. Yksittäisten laitteiden, sekä ryhmien osoitetietoja voidaan muuttaa ohjelmoimalla, joten asennukseen ei tarvitse tehdä muutoksia.

DALI – järjestelmän maksimivirta on 250 mA. Jokainen järjestelmään kytketty laite voi kuluttaa enintään 2 mA virtaa. Nämä virta-arvot on otettava huomioon järjestelmän virtalähdettä valittaessa. [5.]

Valaistuksen himmennysalue DALI-järjestelmässä on 0,1 % - 100 %. Alaraja riippuu laitteen valmistajasta. Himmennyskäyrä on logaritminen, ja se on ihmisen havaintokyvyn mukaiseksi mukautettu. Eri valmistajien tuotteiden samanlainen kirkkaus on standardisoinnin seurausta, mutta se vaatii sitä, että kaikkien valmistajien valaisimilla on sama himmennysalueen alaraja. [5.]

#### **4.1.1 DALI – ohjelmointi**

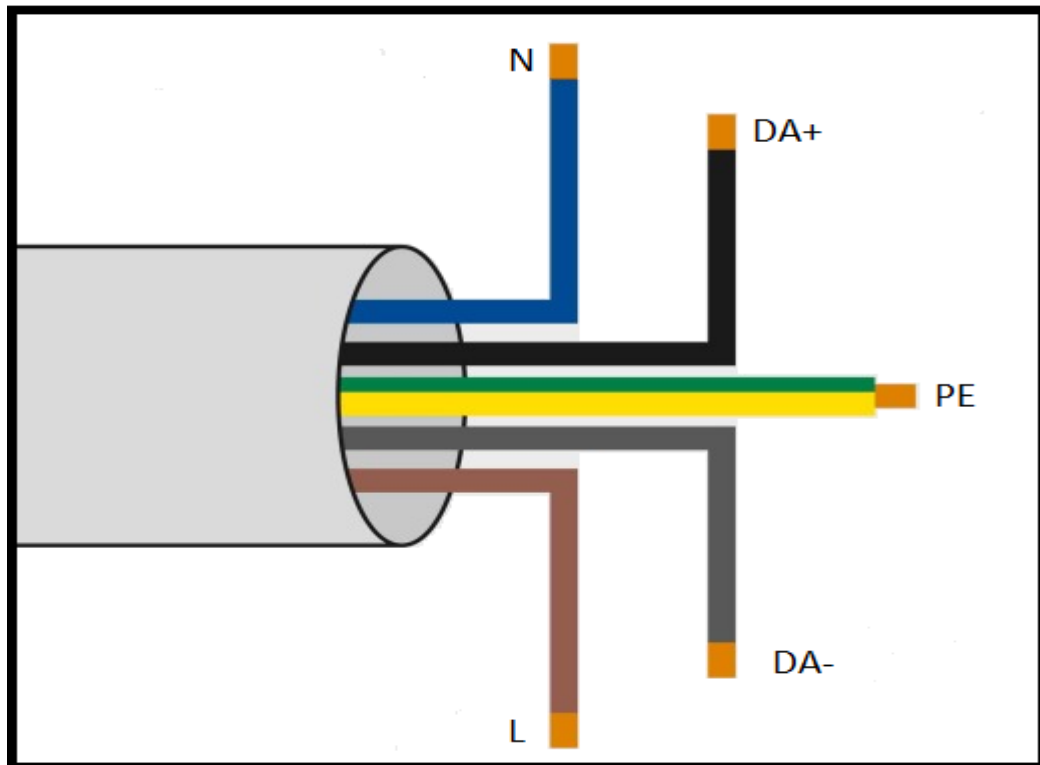
DALI – järjestelmän suunnitteluun, ohjelmointiin ja ylläpitoon voidaan käyttää Windows – pohjaista DIGIDIM – Toolbox – ohjelmaa. Tätä ohjelmaa voidaan käyttää joko Online - tilassa, tai Offline – tilassa. Online – tilassa Toolbox – ohjelma havaitsee automaattisesti DALI – järjestelmän ja varmistaa, että kaikilla DALI - komponenteilla on yksilöllinen osoite. Offline – tilassa voidaan suunnitella kokonainen järjestelmä ja tarkastaa sen toimivuus ennen asennusta. [6.]

Reititinjärjestelmien ohjelmointiin käytetään Helvarin Designer – ohjelmaa. Tämä Microsoftin kanssa yhteensopiva ohjelma on tarkoitettu Helvarin 910 ja 920 reititinjärjestelmien suunnitteluun, käyttöönottoon ja ohjelmointiin. Valaistuksenohjausmalleja voidaan luoda offline – tilassa tai luoda sekä hienosäätää ohjelmoimalla online – tilassa. [7.]

Kaksi tai useampia rakennusautomaatiojärjestelmiä voidaan integroida Niagara rajapinnan avulla yhdessä hallittavaksi kokonaisuudeksi. Helvarin uuden Niagara – ajurin avulla kokonaisuuteen voidaan liittää myös Helvarin reititinpohjainen valonohjausjärjestelmä. Järjestelmille voidaan luoda yhteinen valvomo tai käyttäjän itse määrittelemä graafinen käyttöliittymä. [1.]

## 4.2 Johdotus

DALI – järjestelmän kaapelointi onnistuu millä tahansa häiriösuojaamattomalla kaapelilla, kuten esimerkiksi MMJ:llä. DALI – järjestelmä tarvitsee kahta johdinta, joiden polariteetillä ei ole väliä. Virransyöttö sekä DALIn ohjaus voidaan toteuttaa samalla viisijohtimisella kaapelilla.



**KUVA 5. DALIn kytkeminen viisijohtimisella kaapelilla [8, Mukailleen]**

DALI – laitteiden kytkemiseen DALI – järjestelmään ei tarvita erityisiä ohjeita. On kuitenkin suositeltavaa, että saman rakennuksen kaikissa tiloissa kaapelointi on toteutettu samalla tavalla. Vahvavirta, DALI – väylä sekä niihin liittyvät laitteet voidaan kytkeä rinnan riviliittimillä. Kaapelin maksimipituus DALI – järjestelmässä on 300 m, ja suurin sallittu jännitteen alenema 2 V.

**TAULUKKO 1. Kaapelin valinta pituuden mukaan [5]**

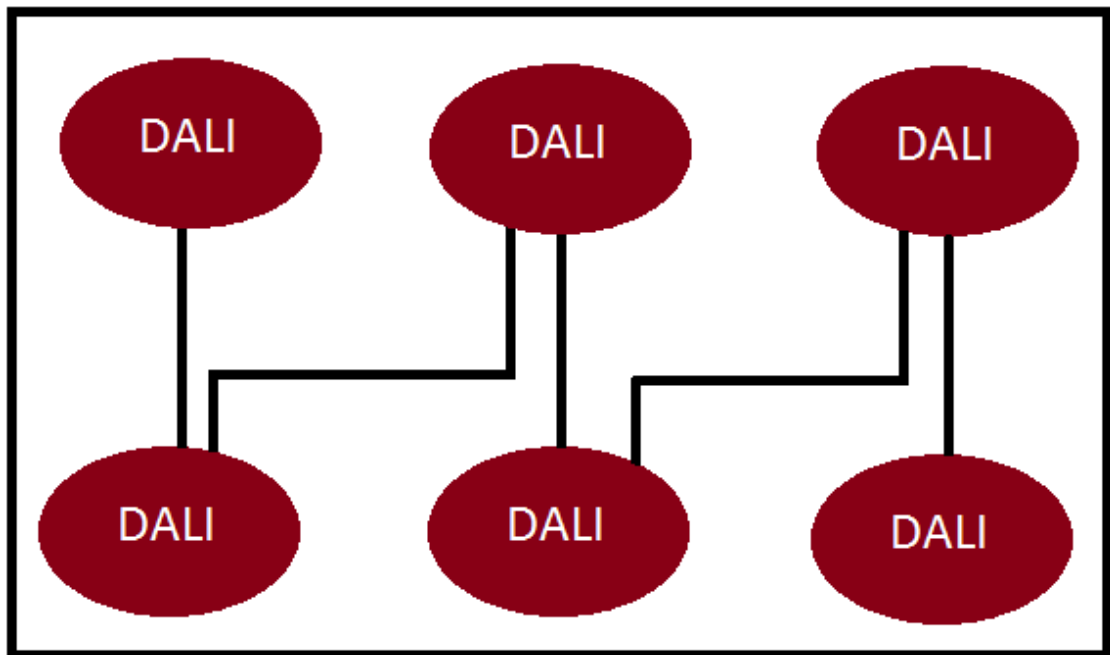
Kaapelin pituus (m)	Johtimen poikkipinta-ala (mm <sup>2</sup> )
< 100	0,5

100 - 150	0,75
> 150	1,5

DALI – järjestelmä ei ole SELV – järjestelmä. Kaikkien johtimien tulee täyttää verkkojännitteen vaatimukset. Ohjauspiiri on galvaanisesti erotettu sähköverkosta, mutta eri vaiheisiin kytketyt toimilaitteet on kuitenkin mahdollista yhdistää toisiinsa. [5.]

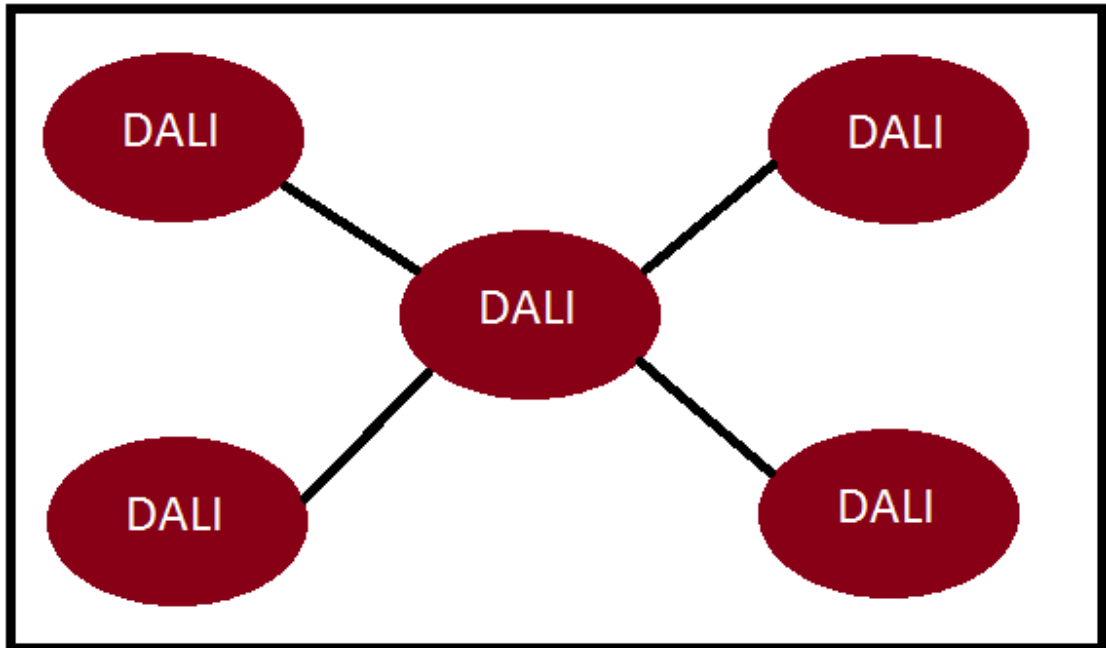
DALI – järjestelmä mahdollistaa yksittäisten valaisimien, sekä valaistusryhmien ohjaamisen ilman rinnankytkentöjä. DALI – järjestelmässä sarjakytkentä ja tähtikytkentä ovat mahdollisia kytkentätapoja. On myös mahdollista yhdistää kaksi eri topologiaa toisiinsa. Kuvissa 4 – 6 on esitetty DALI – järjestelmän mahdolliset topologiat.

Sarjakytkennän etuna on muihin kytkentätapoihin nähden helpompi kaapelointi.



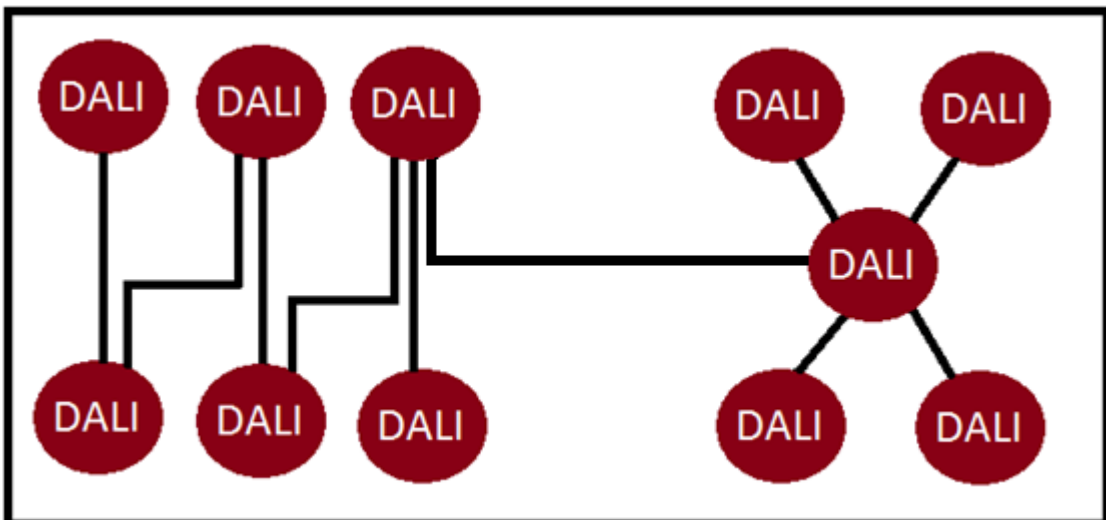
**KUVA 6. Sarjakytkentä [5, Mukaillen]**

Tähtikytkennän hyvä puoli on se, että useimmissa tapauksissa kytkentä saadaan toteutettua pienemmällä kaapelimäärällä.



KUVA 5. Tähtikytkentä [5, Mukailen]

Kuvassa 6 on esitetty yhdistetty kytkentä. Kaksi aluetta on yhdistetty toisiinsa sarjakytkennällä. Alueella 1 on käytetty sarjakytkentää ja alueella 2 tähtikytkentää.



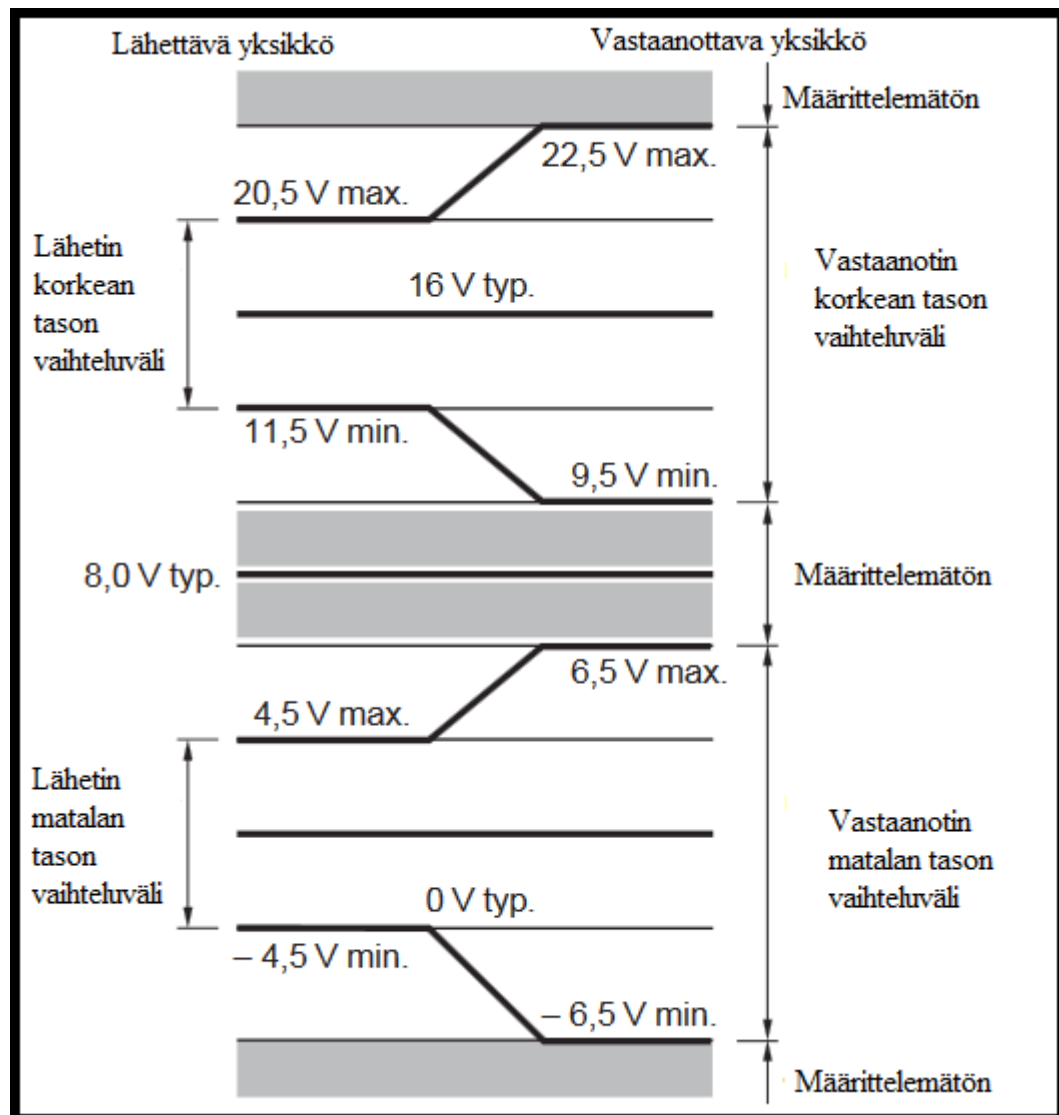
KUVA 6. Yhdistetty sarja - ja tähtikytkentä [5, Mukailen]

### 4.3 Digitaalinen ohjaussignaali

DALI – järjestelmä käyttää digitaalista ohjaussignaalia. Järjestelmän ohjauskaapelissa on kaksi johdinta, joiden polariteetilla ei ole väliä. DALI – virtalähde aiheuttaa 16 V jännitteen näiden johtimien välille. DALI – laite oikosulkee piirin nopeasti, ja jännite

putoaa näin 0 volttiin. Jännitteen vaihtelu 0 ja 16 V välillä aiheuttaa digitaalisen signaalin. [8.]

Tiedonsiirtonopeus DALI – järjestelmässä on 1200 bittiä/sekunti. Näin suuri tiedonsiirtonopeus takaa järjestelmän häiriöttömän toiminnan. Jännitteen matalan tason fyysinen rajapinta on 0V. Jännite voi kuitenkin vaihdella -4,5 ja 4,5 voltin välillä lähettäjän puolella ja -6,5 ja 6,5 voltin välillä vastaanottajan puolella. Ylemmän tason fyysinen rajapinta on 16 V. Jännite voi tällöin vaihdella 11,5 ja 20,5 voltin välillä lähettäjän puolella, ja 9,5 ja 22,5 voltin välillä vastaanottajan puolella. Enintään 2 V jännitteen alenema lähettäjän ja vastaanottajan välillä on hyväksyttävä arvo. DALI – järjestelmä käyttää tiedonsiirtoon Manchester - koodausta, jonka rakenne mahdollistaa lähetyksessä tapahtuvien virheiden havaitsemisen.



KUVA 7. Jännitteen vaihtelu [5, Mukailten]



#### 4.4 Osoitteen rakenne

DALI – järjestelmässä jokaiselle laitteelle on asetettu oma osoitteensa. Osoite erottaa laitteen kaikista muista laitteista, ja mahdollistaa siten yksittäisten liitäntälaitteiden ohjauksen. Liitäntälaitteet voivat kuulua useampaan ryhmään, mutta niillä voi olla vain yksi osoite. 1 – 10V:n järjestelmässä laitteet ovat osoitteellisia vain yhdessä, mutta eivät yksittäin. DALI – järjestelmässä taas voidaan ohjata yksittäistä valaisinta, vaikka se olisi kytketty samaan DALI – väylään kuin muut laitteet. Osoitteelliset DALI – liitäntälaitteet ja valaisimet voidaan yhdistää valaistusryhmiksi. Yhdessä DALI – linjassa voi olla enintään 16 ryhmää, ja DALI – järjestelmässä voi olla enintään 64 yksittäistä osoitetta. Yksittäiset osoitteet sekä ryhmäosoitteet on eroteltu toisistaan. Koska yksittäisten laitteiden sekä ryhmien osoitetietoja voidaan muuttaa ohjelmoimalla, ei asennukseen tarvitse tehdä muutoksia valaistustilanteita tai ryhmiä muutettaessa. [5.]

### 5 DALI JA RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

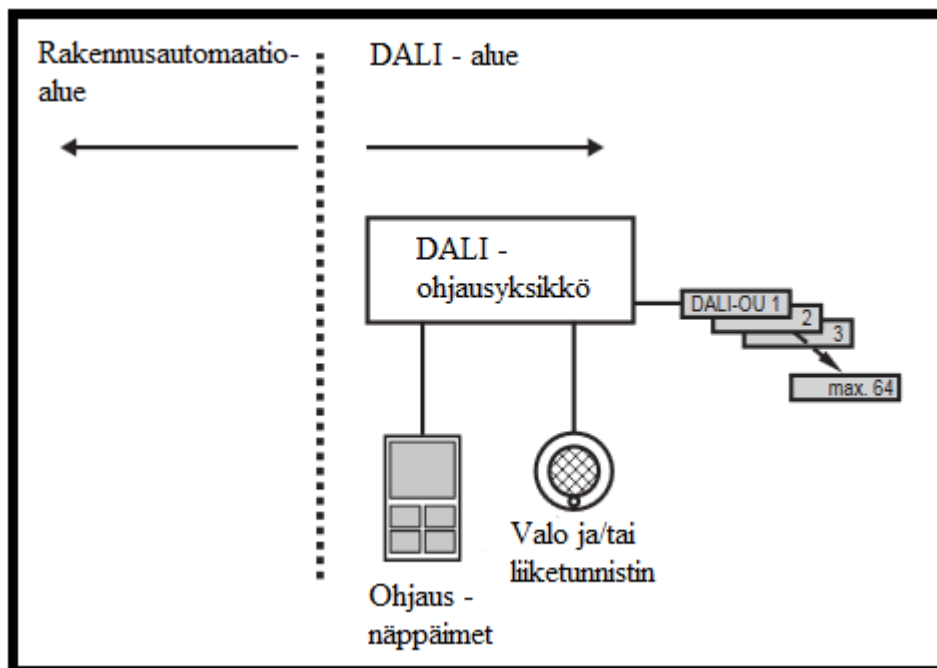
”Talotekniikan hajautettujen tietojärjestelmien toiminta perustuu yhteisessä väylässä kommunikoiviin laitteisiin. Talon, alueen tai muun kokonaisuuden tekniset toiminnot pyritään yhdistämään rakentamalla tiedonsiirtoverkko, johon kaikki laitteet liitetään. Laitteet kommunikoivat keskenään fyysisen väylän avulla lähettämällä digitaalisessa muodossa erilaisia sanomapaketteja toisilleen.” [9.]

Kiinteistöautomaatiossa käytetään avoimia rakennusautomaatiojärjestelmiä, joiden tekniikka ei ole salaista, ja tiedonsiirtoprotokollat ovat kaikkien käytettävissä. Kukaan ei omista tekniikkaa, eikä kukaan peri tekijänoikeusmaksuja. Laite- ja järjestelmätoimittajat voidaan valita vapaasti, eivätkä avoimet järjestelmät siten sido suunnittelijoita tai urakoitsijoita vain yhden tietyn laitetoimittajan toteutukseen. [9.]

DALI – järjestelmä on yksinkertaisempi kuin rakennusautomaatiojärjestelmät, eikä se siten sovellu käytettäväksi rakennusautomaatiojärjestelmänä. DALI – järjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi rakennusautomaatiojärjestelmän alajärjestelmänä. Tällöin valaistuksenohjauksen toteutukseen on olemassa kolme eri vaihtoehtoa.

## 5.1 DALI erillisenä järjestelmänä

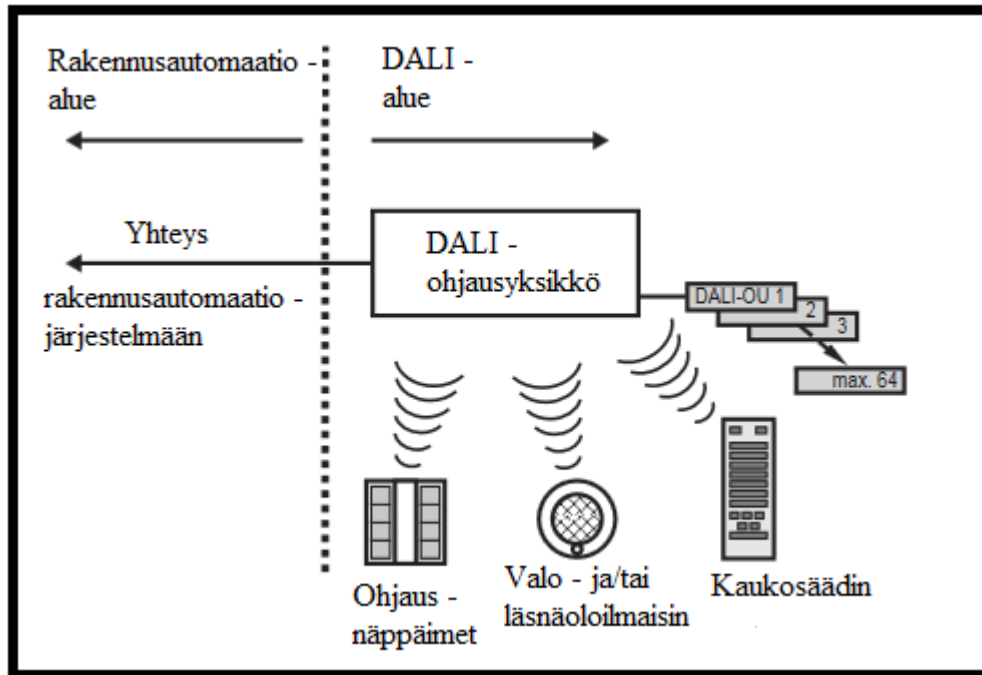
Yksinkertaisin vaihtoehto on DALI erillisenä järjestelmänä. Se on itsenäinen järjestelmä, joka ei ole yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmään. Analogiset ja digitaaliset säätöyksiköt on kytketty ohjainyksikköön. Kaikki toiminnot, kuten esimerkiksi käynnistys ja ylläpito, tapahtuvat paikallisesti, eikä käytössä ole kaikkia DALI:n toimintoja. Hallintalaitteet ja anturit on kytketty ohjausyksikköön analogisesti tai digitaalisesti.



KUVA 8. DALI erillisenä järjestelmänä [5, Mukailten]

## 5.2 DALI erillisenä alajärjestelmänä

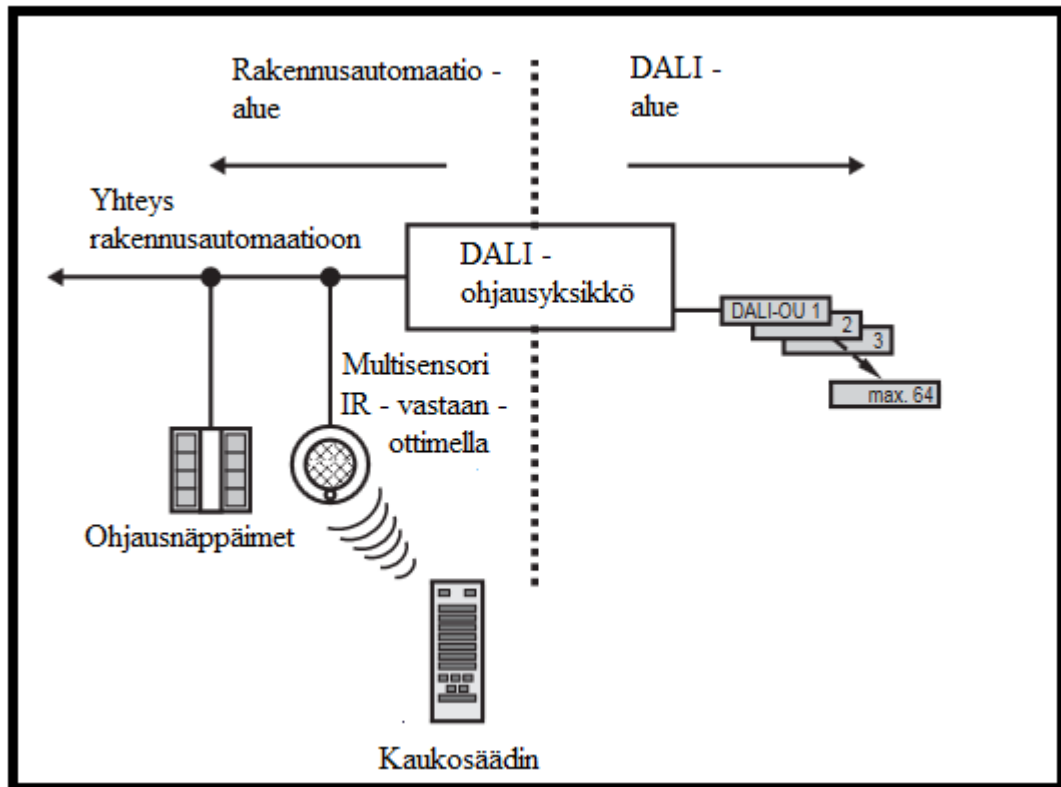
Toinen vaihtoehto on käyttää DALIa erillisenä alajärjestelmänä. Tällöin DALI – järjestelmä on liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään, mutta vain tärkeimmät tiedot, kuten vikatilat, välittyvät rakennusautomaatiojärjestelmään. Ne tehdään mahdollisimman yksinkertaisella tavalla, esimerkiksi sanoilla ”kyllä” tai ”ei”. Anturit, ohjainlaitteet, ohjelmoitavat yksiköt ja kauko-ohjaimet voidaan kytkeä normaalisti ohjainyksikköön, esimerkiksi langattomasti. [5.]



KUVA 9. DALI erillisenä alajärjestelmänä [5, Mukailten]

### 5.3 DALI rakennusautomaatiojärjestelmän osana

DALIA on mahdollista käyttää myös osana rakennusautomaatiojärjestelmää, mutta tällöin tarvitaan siltaa, jonka avulla tiedonsiirto DALI – järjestelmän ja rakennusautomaatiojärjestelmän välillä on mahdollista. Tätä tarkoitusta varten on kehitetty ns. Lon – silta jonka avulla DALI voidaan kytkeä esimerkiksi LonWorks - kiinteistövalvontajärjestelmään. Myös KNX – järjestelmää varten on olemassa vastaava tuote. Kaikki rakennuksessa olevat komponentit käyttävät samaa tiedonsiirtotekniikkaa kuin rakennusautomaatio. Rakennusautomaatiojärjestelmä käyttää ohjauselementtejä, kuten kytkimiä ja antureita. [9.]



**KUVA 10. DALI rakennusautomaatiojärjestelmän osana [5, Mukailten]**

## 6 HELVAR – DALI – VALONOHJAUSLAITTEITA

Tässä osiossa esitellään lukijalle joitain Helvarin valmistamia DALI - valonohjauslaitteita sekä niistä tehtyjä CAD – piirrosmerkkejä.

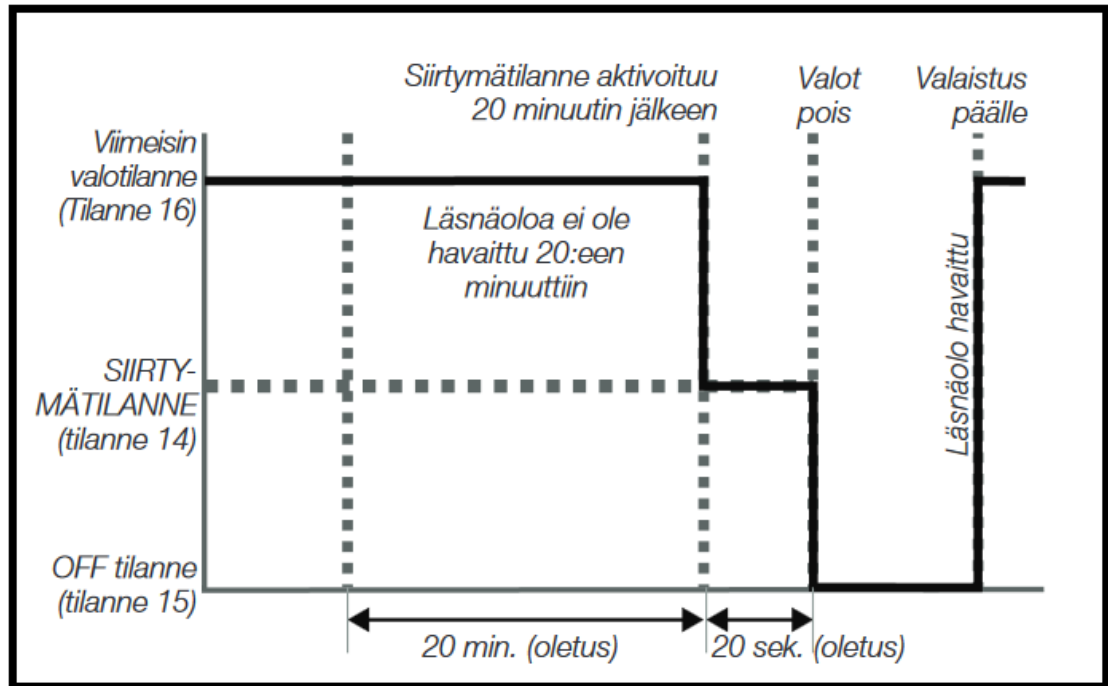
### 6.1 DIGIDIM 312 Multisensori

DIGIDIM 312 Multisensori on laite, joka sisältää sensoreita, joiden avulla saadaan energiaa säästäviä toimintoja käytettäessä DALI – järjestelmää. Multisensori sisältää valoanturin, passiivisen infrapuna (PIR) liiketunnistimen sekä infrapunavastaanottimen (kauko-ohjausta varten). [10.]



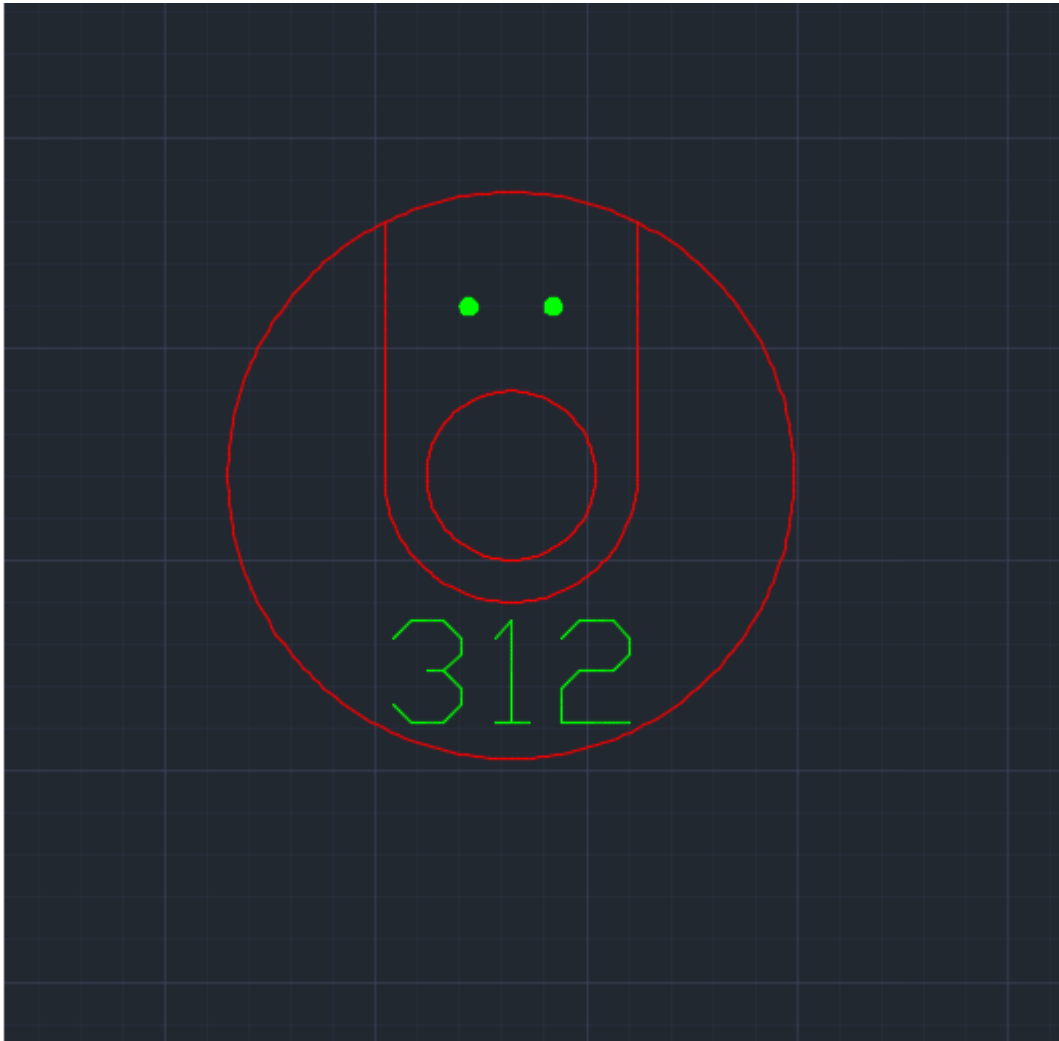
**Kuva 11. DIGIDIM 312 Multisensori [1]**

Valoanturi mittaa huoneen ympäristön valotasoa. PIR – liiketunnistimen avulla järjestelmä havaitsee, kun huoneessa on ihmisiä. DIGIDIM kauko-ohjaimella voidaan asettaa valaistustaso ja tehdä perusohjelmointeja järjestelmään. Multisensori on suunniteltu asennettavaksi kattoon tai valaistusrakenteisiin. Multisensorin avaintoimintoja ovat mm. ohjelmoitava vakiovalo-ohjaus sekä kauko-ohjaimen vastaanotin. Liiketunnistukseen on esiasetettu 20 minuutin poistumisaika ja 20 sekunnin testaustila. Avaintoimintoihin kuuluu myös paikalliskytkintoiminto, jossa on päälle/pois - toiminnot sekä säätötoiminnot. Multisensorissa on viisi DIL – kytkintä, joilla laitteen asetuksia voidaan muuttaa. Dippikytkinasetukset voidaan kuitenkin ohittaa käyttämällä DIGIDIM Toolbox- tai Designer-ohjelmaa, jolloin ei ole tarvetta päästä käsiksi multisensoriin asennuksen jälkeen. Multisensoriin voidaan asettaa mukana oleva kattavuuden rajoitin, jolla saadaan katettua tarkempi vakiovalotaso. [10.]



**KUVA 12. Valaistuksenohjaus tehdasasetuksilla [10, Mukautettu]**

Opinnäytetyössä suunniteltu multisensorin piirrosmerkki on helposti tunnistettavissa, koska se muistuttaa oikean multisensorin ulkonäköä. Tällaista käytäntöä on käytetty muissa valonohjauslaitteissa, mutta ei modulaarisissa paneeleissa, EnOcean-laitteissa eikä keskuskomponenteissa.



**KUVA 13. DIGIDIM 312 Multisensori [10, Mukautettu]**

## **6.2 Imagine 920- Reititin**

Imagine 920- Reititin käyttää Ethernet-lähiverkkotekniikkaa ja yhdistää saumattomasti DIGIDIM/DALI- sekä SDIM-verkot. Helvarin Designer-ohjelmisto mahdollistaa reitittimen kehittyneen konfiguroinnin ja ohjelmoinnin. [11.]

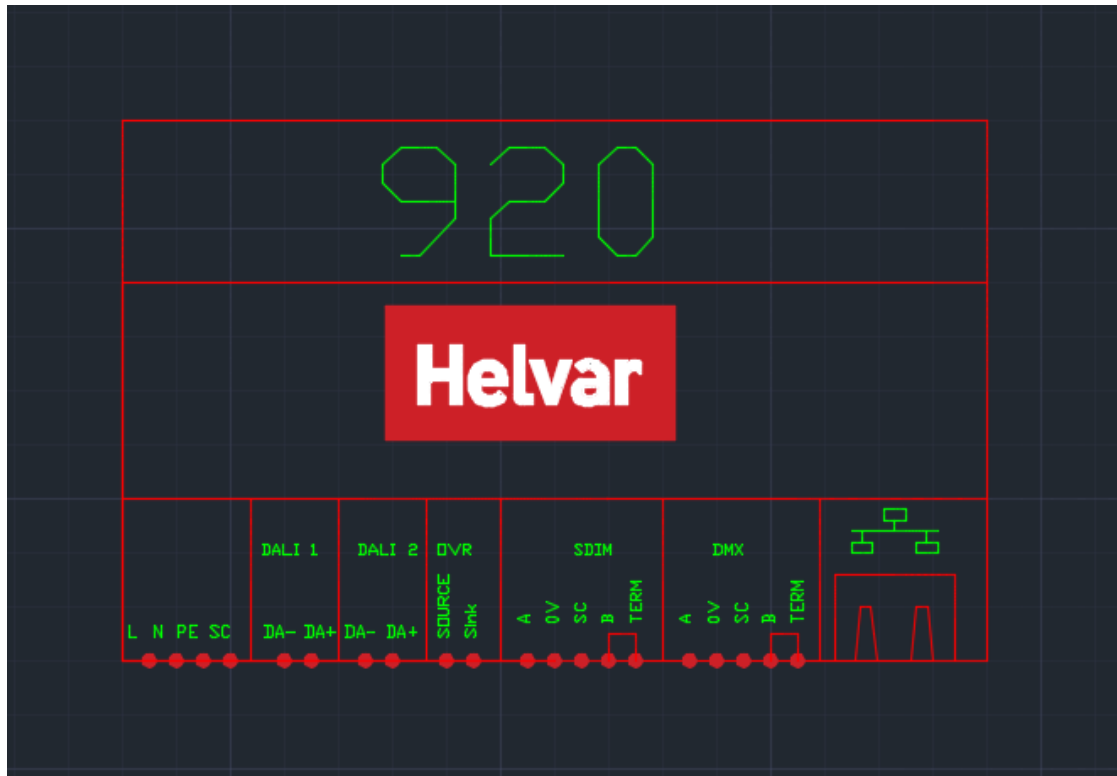


**KUVA 13. Imagine 921 Reititin [1]**

Imagine 920 Reitittimen kummassakin aliverkossa voi olla yhdistettynä 64 DALI – laitetta, joten reititin mahdollistaa yhteensä 128 DALI – laitteen käytön. Kummallekin DALI – aliverkolle on 250mA virtalähde. Yli 100 reititintä voidaan liittää verkkoon, ja jopa 12 800 DALI – laitetta (16 000 ryhmää) voidaan yhdistää reititinjärjestelmään. Imagine 920 Reititin käyttää standardi – protokollia TCP/IP ja DALI. Reitittimeen on sisäänrakennettuna oikeaa aikaa havaitseva kello, ja SDIM – osoitteiden maksimimäärä on 252. DMX – osoitteiden maksimimäärä on 512. Järjestelmään on mahdollista yhdistää tietokone, mutta päivittäisessä käytössä se ei ole tarpeellista. Kaikki tiedot tallentuvat järjestelmään, eikä järjestelmällä ole keskusohjausta. Tästä syystä yksittäiset häiriöt eivät voi kaataa koko järjestelmää. [11.]

Imagine 920 reitittimen piirrosmerkissä on ollut sama periaate kuin muissakin keskuslaitteissa. Piirrosmerkit on piirretty oikeassa mittakaavassa, jotta ne on kätevää sijoittaa keskuskuviiin. Sähkösuunnittelijoiden toiveen mukaisesti piirrosmerkkiin on lisätty Helvarin logo. Laitetunnus on suhteessa muuhun kuvaan isokokoinen, jotta se erottuisi selvästi tulostettuna.





**KUVA14. Imagine 920 –reititin [11, Mukailen]**

### 6.3 405 DALI – toistin

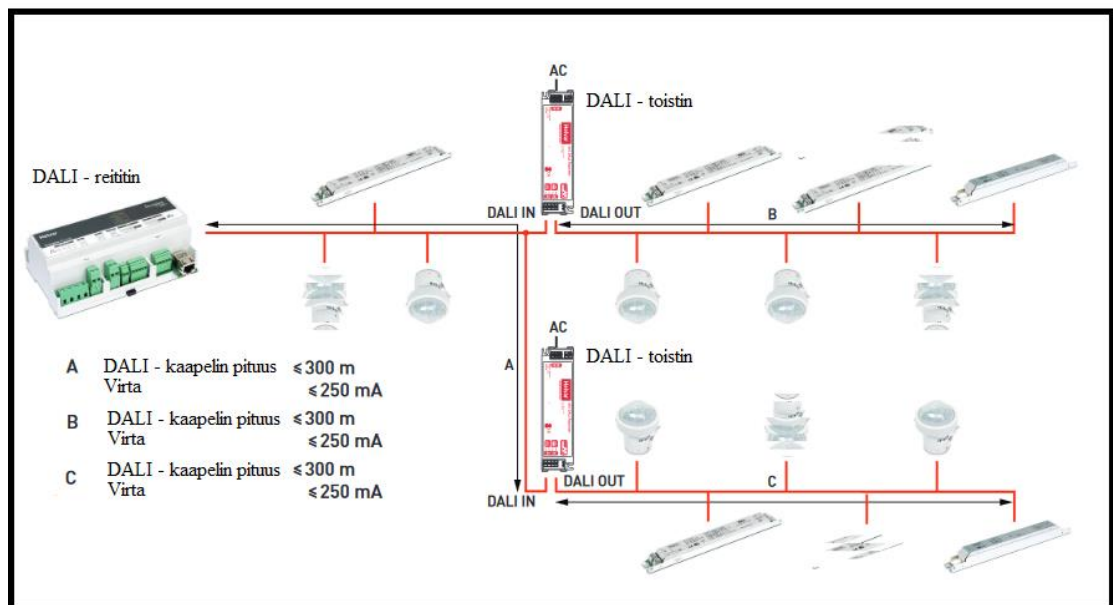
405 DALI – toistin lisää DALI – linjan maksimaalisen kaapelipituuden 300 metristä 600 metriin. Toistimesta saadaan myös 250mA lisää virtaa DALI – järjestelmälle. Osoitteiden määrää ei kuitenkaan voida lisätä toistimella, vaan osoitteiden maksimimäärä on edelleen 64. [12.]



**KUVA 15. 405 DALI – toistin [1]**

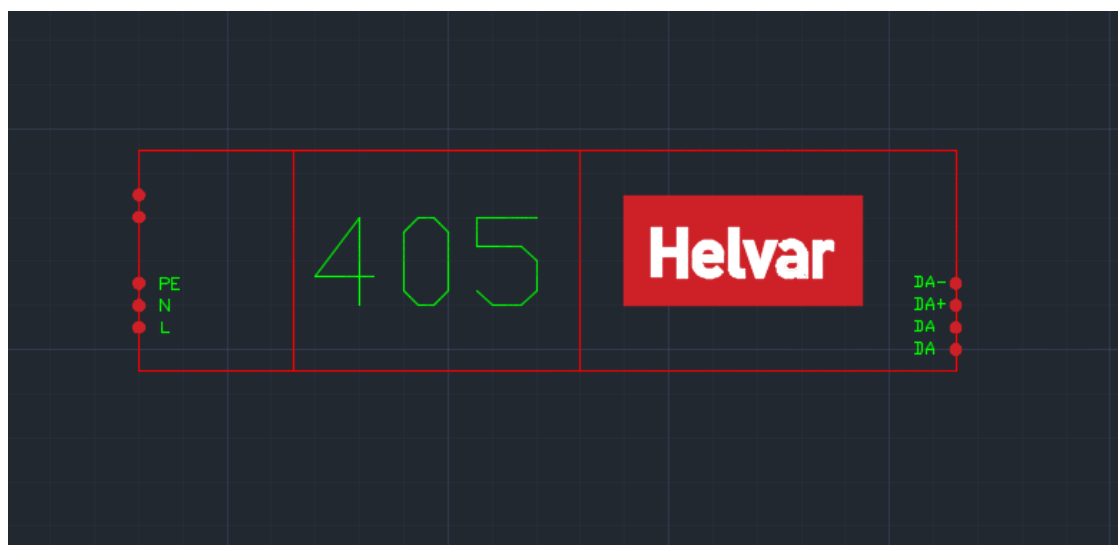
Alkuperäinen DALI – verkko kytketään DALI-IN – puolelle, ja jatkettu verkko DALI-OUT – puolelle. Toistin syöttää DALI-OUT – puolta, mutta DALI-IN – puoli saa virransyötön DALI – verkosta. Toistin tarvitsee verkkovirtaa toimiakseen. [12.]

Useita DALI – toistimia voidaan kytkeä rinnan DALI-IN – puolelle. DALI - toistimien kytkeminen sarjaan ei ole mahdollista etenemisviiveestä johtuen. Kaskadikytkentä ei myöskään ole mahdollinen. [12.]



KUVA 16. DALI – toistinten kytkentä rinnan [12, Mukailen]

DALI – toistimen piirrosmerkki on helposti tunnistettavissa laitetunnuksesta.



KUVA 17. 405 DALI-toistin [12, Mukailen]

#### 6.4 DIGIDIM 452 1000 W -yleissäädin

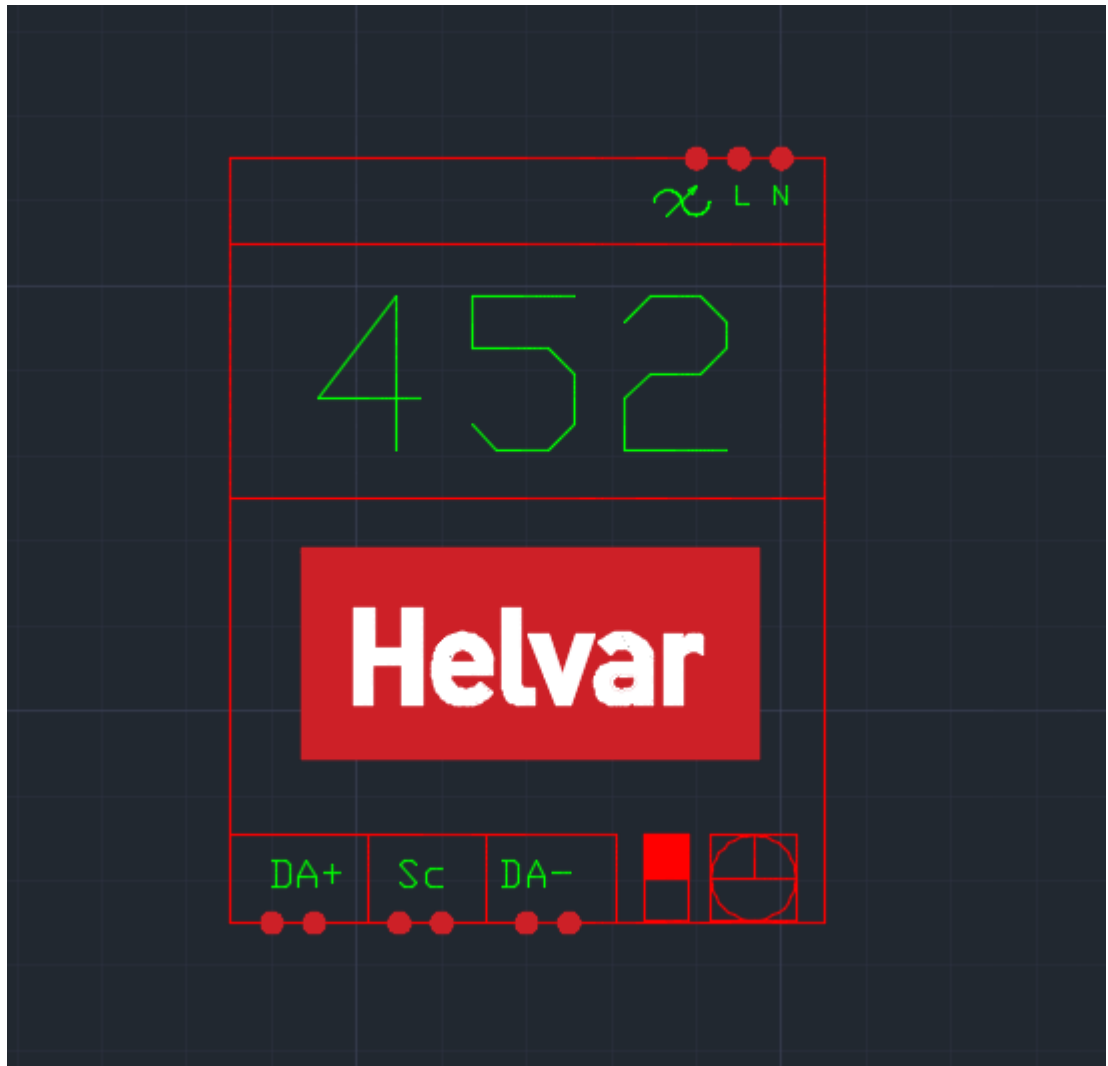
DIGIDIM 452 1000 W -yleissäätimen vaiheohjaus on valittavissa joko nousevasta tai laskevasta aallosta. Säädin on DIN-kiskoasenteinen, ja se voi ohjata enintään 1000 VA:n kuormaa. Säätimellä voidaan ohjata hehkulamppuja ja halogeenilamppuja. Toimintatila, eli vaiheohjaus joko nousevasta tai laskevasta aallosta, valitaan säätimessä olevasta kytkimestä. Pienjännitehalogeenimuuntajia käytettäessä on selvitettävä, kumpaa ohjaustapaa kyseisen muuntajan tapauksessa on käytettävä, vai soveltuuko muuntaja ollenkaan ulkoisen himmentimen ohjattavaksi. DIGIDIM 452 1000 W yleissäätimessä on osoitevalitsin, joka mahdollistaa yksinkertaisen DALI – ryhmytyksen. [13.]



**KUVA 18. DIGIDIM 452 1000 W -yleissäädin [1]**

Säädin on toimintavalmis ilman ohjelmointia, kun käytetään DIGIDIM – liuku-, kierto- tai painikeohjainpaneeleja. Säätimessä on toimintatilan valitsin sekä osoitevalitsin, jonka avulla nopea ja yksinkertainen ohjelmointi on mahdollista. Yleissäädin on yli- ja ylikuormenemissuojattu, ja siihen voidaan ohjelmoida lisätoimintoja DIGIDIM Toolbox – ohjelmiston avulla. [13.]

Yleissäätimen piirrosmerkissä on nähtävillä kytkin, osoitevalitsin sekä liitännät.



**KUVA 19. DIGIDIM 452 1000 W yleissäädin. [13, Mukailen]**

### 6.5 Imagine 942 Sisäänmenoyksikkö

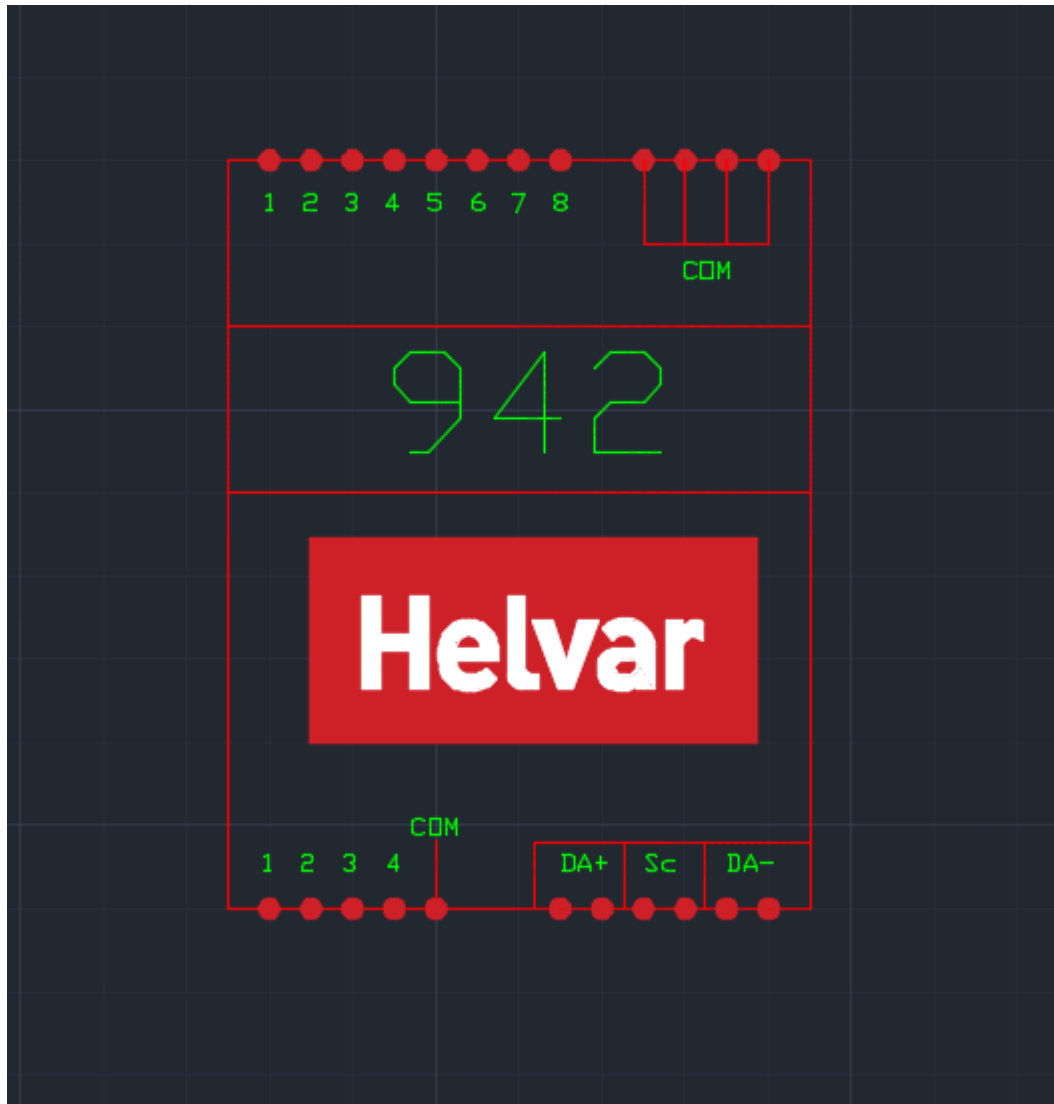
Imagine 942 Sisäänmenoyksikkö on suunniteltu kytkimien, sensorien, kellokytkimien ja muiden päällä/pois – kytkimien liittämiseen Imagine – järjestelmään. Laitetta voidaan käyttää myös 0 – 10 V analogista ohjausta käyttävien laitteiden kanssa. Sisäänmenoyksikössä on 8 potentiaalivapaata kytkintiedon sisääntuloa. Kytkintiedot voivat olla joko hetkellisiä tai lukittuvia. [14.]



**KUVA 20. Imagine 942 Sisäänmenoyksikkö [1]**

Sisäänmenoyksikössä on led – ilmaisim, joka kertoo laitteen toimintatilan. Erilaisia toimintatiloja ovat normaalikäyttö, asennustila, valintatila tai sisääntulon kytkeytyminen. Laitetta voidaan käyttää hetkellisten tai kytkeytyvien kytkinten kanssa. Sitä voidaan käyttää myös 0 – 10 V analogilaitteiden kanssa ja se on ohjelmoitavissa Imagine Workshop tietokoneohjelmalla. Sisäänmenoyksikköä voidaan käyttää kellokytkimien kanssa. [14.]

Sisäänmenoyksikössä on paljon liittimiä, mutta koska käytössä on ollut Snap - asetusena 5, on johtimien piirtäminen helppoa samoilla asetuksilla. Kuvan näkymättömiksi asetetut attribuutit on sijoitettu laitteen oikealle puolelle, jotta ne eivät ole tiellä johdotusta piirrettäessä.



**KUVA 21. Imagine 942 Sisäänmenoyksikkö [14, Mukaillen]**

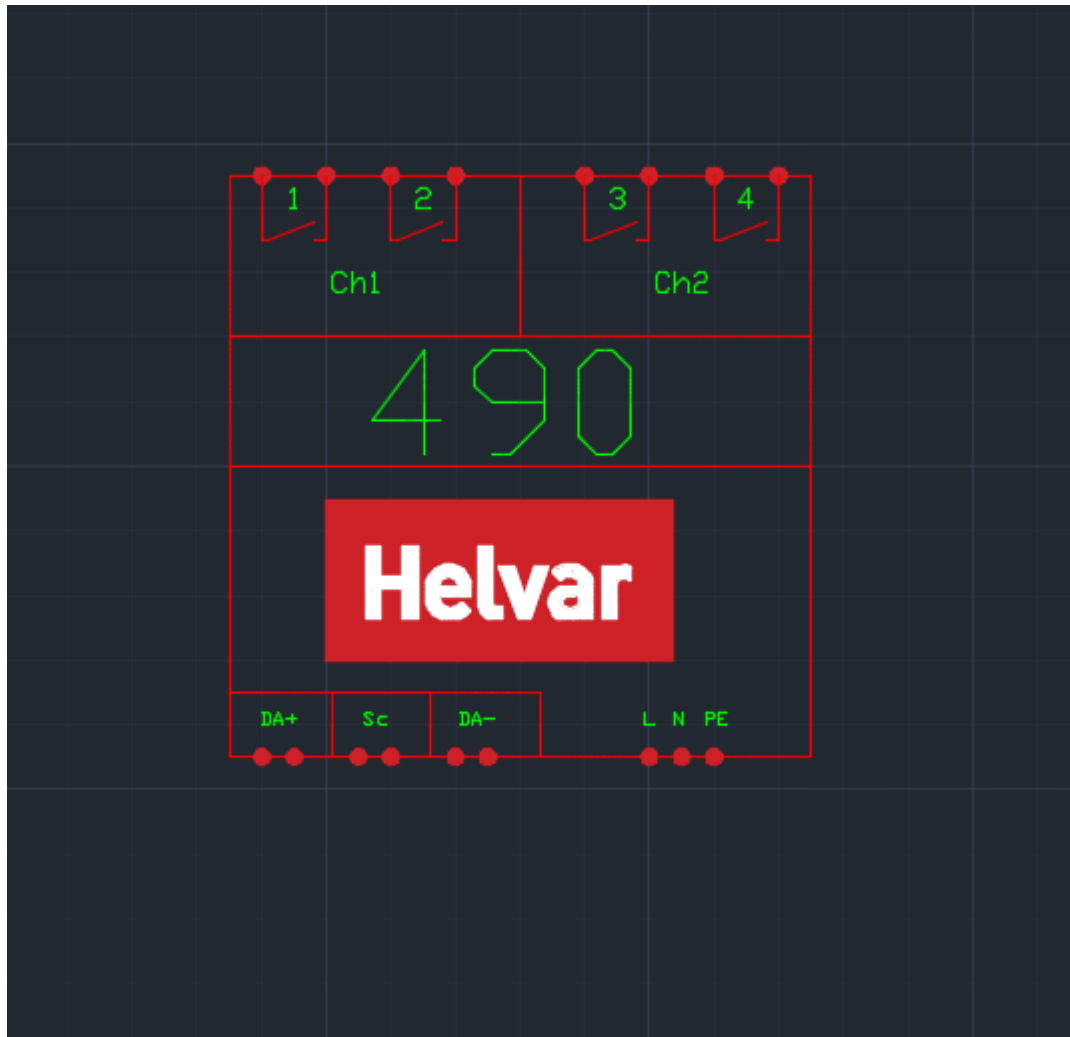
## **6.6 DIGIDIM 490 Kaksikanavainen verhomoottoriohjain**

DIGIDIM 490 Kaksikanavainen verhomoottoriohjain on kehitetty valkokankaiden ja pimennysverhojen ohjaamiseen. Verhomoottoriohjain on DALI – yhteensopiva yksikkö, ja siinä on kaksi itsenäistä ohjauskanavaa. Molemmissa ohjauskanavissa on kaksi yksinapaista, potentiaalivapaata relettä esimerkiksi ylös/alas – ohjaukseen. Käyttö- ja virhetilat näytetään LED – merkkivalolla. Kun rele on kytketty, releilmaisoin LEDit syttyvät. Releiden manuaalinen ohjaus toteutetaan kytkimellä. Releet ovat keskenään eristettyjä, joten erivaiheiset jännitteet ovat mahdollisia. Kaikkia DALI – toimintoja voidaan ohjata DIGIDIM Toolbox – ohjelmistolla. [15.]



**KUVA 22. DIGIDIM 490 Kaksikanavainen verhomoottoriohjain [1]**

Verhomoottoriohjaimen piirrosmerkistä nähdään, että laitteessa on kaksi ohjauskanavaa, joissa kummassakin on kaksi yksinapaista relettä.



**KUVA 23. DIGIDIM 490 Kaksikanavainen verhomoottoriohjain [15, Mukaillen]**

## 7 POHDINTA

Aloittaessani tekemään tätä opinnäytetyötä jouduin miettimään, miten toteutan työssä tehtävät CAD – piirrosmerkit. Opinnäytetyötäni ohjaavan opettajan Hannu Honkasen ehdotus siitä, että toteuttaisin piirrosmerkit samalla tavoin kuin KNX – piirrosmerkit on toteutettu, oli erittäin hyödyllinen. Tutustuessani Helvarin DALI - valonohjauslaitteiden datalehtiin sekä KNX – laitteista tehtyihin CAD – piirrosmerkkeihin minulle alkoi hahmottua ajatus siitä, millaisia piirtämistäni symboleista voisi tulla. Datalehtiin tutustuminen oli myös siinä mielessä hyödyllistä, että sain paremman kuvan siitä, mihin tarkoitukseen mitään laitetta käytetään. Pehdyttyäni datalehtiin päätin, että piirrosmerkeistä on saatava selkeitä ja laitetunnusten tulee olla selvästi näkyvillä. Liitinten määrä ja merkinnät olivat itsestään selviä asioita, mutta oikeastaan kaikki muu oli hyvin pitkälti vapaasti päätettävissä. Olin saanut jonkun verran piirrosmerkkejä val-



miiksi, kun työelämäohjaajani, Helvarin tekninen päällikkö Miikka Etelälahti tuli käymään koululla katsomassa työtäni.

Miikka kertoi Helvarin toivomuksista piirrosmerkkien suhteen, ja siten aloin toteuttamaan symboleja näiden toiveiden mukaisesti. Tässä vaiheessa esille nousi se, että laitetunnusten koko voisi olla suurempi, ja kävimme myös läpi sitä, mitä tietoja kuviin tulisi lisätä attribuutteina. Piirrosmerkkien nimet sekä niiden attribuutit päätettiin toteuttaa englannin kielellä. Saatuani symbolit valmiiksi lähetin ne Miikalle, ja hän puolestaan lähetti ne sähkösuunnittelijoiden katsottaviksi. Suunnittelijat antoivat kuvista palautetta, että niihin tulisi laittaa vielä attribuuttitiedoiksi DALI - osoitemäärä, ja myös laitetunnus tulisi asettaa attribuuttitiedoksi. Keskuslaitteisiin pitäisi lisätä Helvarin logo. Aloin tekemään näitä muutoksia, kun sain tietää, että englannin sijasta kieleksi tulisikin vaihtaa suomi. Tässä viimeisessä työvaiheessa kaikki sujui hyvin, koska suurin osa työstä oli jo tehty ja jäljellä oli vain attribuuttien muuttamista sekä wblockien tekemistä.

Opinnäytetyössä oli mielenkiintoista huomata se, miten prosessi eteni vaiheittain, kun asiantuntijat antoivat työstäni palautetta, ja vähitellen huomattiin se, mitkä ratkaisut olivat toimivia ja mitkä eivät. Datalehtiin perehtymisen kautta opin uusia asioita DALI – laitteista, ja kirjoittaessani opinnäytetyön teoria – osaa perehdyin DALI - tekniikkaan. Opinnäytetyön tekeminen opetti täten minulle uusia asioita valaistuksenohjauksesta ja sen toteuttamisesta rakennusautomaatiojärjestelmässä. Olennaisimpana asiana pidän sitä, että CAD – suunnittelutaitoni kehittyivät opinnäytetyön myötä. Aikaisemmin koulun kursseilla opitut asiat tulivat tutummiksi ja työskentelystä tuli nopeampaa ja sujuvampaa. Opin myös sellaisia uusia asioita, joita kursseilla ei ollut ehditty käsittelemään tai oli käsitelty vain pintapuolisesti. Sähköalan eri suuntautumisvaihtoehtoista suunnittelu kiinnostaa minua eniten, ja siten olen oppinut tästä opinnäytetyöstä hyödyllisiä asioita, joita voin toivottavasti hyödyntää tulevaisuudessa työelämässä.

Eräs opinnäytetyön tärkeä osa-alue oli piirrosmerkkien mittakaavan pohdinta. Työn aikana mieleeni tuli parannusehdotuksena se, että keskusvalmistajien kannattaisi piirtää keskuskuvansa oikeassa mittakaavassa. Kun kaikkien keskusvalmistajien keskuskuvat olisivat samassa mittakaavassa, olisi ulkopuolisten tekemät keskuskomponentit nopeampi sijoittaa kuviin, ja näin olisi myös helppoa nähdä, mahtuvatko komponentit varattuun tilaan.

## LÄHTEET

1. Helvar Oy. Yrityksen WWW-sivut. [www.helvar.fi](http://www.helvar.fi). Päivitetty 4.3.2016. Luettu 4.3.2016.

2. Autodesk AutoCAD Electrical. WWW – dokumentti.  
<https://knowledge.autodesk.com/support/autocad-electrical/#?sort=score>. Päivitetty 9.3.2016. Luettu 9.3.2016.

3. AutoCAD Electrical 2015.

4. Modulaariset paneelit (13xx). Datalehti.  
[http://www.helvar.fi/sites/default/files/product\\_datasheets/Helvar\\_13xx\\_Digidim\\_Modulaariset\\_paneelit\\_Datalehti\\_iss02\\_FI.pdf](http://www.helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/Helvar_13xx_Digidim_Modulaariset_paneelit_Datalehti_iss02_FI.pdf). Päivitetty 26.4.2013. Luettu 8.2.2016.

5. DALI manual 2001. [http://www.dali-ag.org/index.php?eID=tx\\_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1462829610&hash=db7adde9723b11826f9a1901d8f602a75899e108&file=fileadmin/user\\_upload/pdf/news-service/brochures/DALI\\_Manual\\_engl.pdf](http://www.dali-ag.org/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1462829610&hash=db7adde9723b11826f9a1901d8f602a75899e108&file=fileadmin/user_upload/pdf/news-service/brochures/DALI_Manual_engl.pdf). Päivitetty 15.4.2016. Luettu 15.4.2016.

6. DIGIDIM Toolbox Software Package 502. Datalehti.  
[http://www.helvar.com/sites/default/files/product\\_datasheets/Digidim\\_toolbox\\_datasheet\\_en.pdf](http://www.helvar.com/sites/default/files/product_datasheets/Digidim_toolbox_datasheet_en.pdf). Päivitetty 28.6.2012. Luettu 1.5.2016.

7. Helvar Router Systems. Pdf - dokumentti.  
[http://www.helvar.com/sites/default/files/RouterSystems\\_web\\_EN\\_0.pdf](http://www.helvar.com/sites/default/files/RouterSystems_web_EN_0.pdf)  
päivitetty 28.6.2012. Luettu 1.5.2016.

8. Osram GmbH. Yrityksen WWW-sivujen DALI-osio.  
[http://www.osram.com/osram\\_com/news-and-knowledge/light-management-systems/technologies/dali/index.jsp?mkturl=dali](http://www.osram.com/osram_com/news-and-knowledge/light-management-systems/technologies/dali/index.jsp?mkturl=dali). Päivitetty 14.3.2016. Luettu 14.3.2016.

9. ST 701.60 Kenttäväyläteknikka Pdf - dokumentti.

<https://severi.sahkoinfo.fi/item/383?search=ST+701.60>

päivitetty 3.5.2016. Luettu 31.3.2016.

10. DIGIDIM 312 DALI Multisensori. Datalehti.

[http://www.helvar.fi/sites/default/files/product\\_datasheets/Helvar\\_312\\_Multisensori\\_Datalehti\\_Issue04\\_fi.pdf](http://www.helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/Helvar_312_Multisensori_Datalehti_Issue04_fi.pdf).

Päivitetty 15.11.2013. Luettu 20.3.2016.

11. Imagine Router (920). Datalehti.

[http://www.helvar.fi/sites/default/files/product\\_datasheets/920\\_Imagine\\_Router\\_datasheet\\_iss08\\_uk.pdf](http://www.helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/920_Imagine_Router_datasheet_iss08_uk.pdf). Päivitetty 25.4.2016. Luettu 25.4.2016.

12. DALI Repeater (405). Datalehti.

[http://www.helvar.fi/sites/default/files/product\\_datasheets/405\\_DALI\\_Repeater\\_Datasheet\\_iss01\\_0.pdf](http://www.helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/405_DALI_Repeater_Datasheet_iss01_0.pdf). Päivitetty 3.2.2016. Luettu 5.4.2016.

13. DIGIDIM 1000W Yleissäädin. Datalehti.

[http://www.helvar.fi/sites/default/files/product\\_datasheets/452\\_datasheet\\_fi.pdf](http://www.helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/452_datasheet_fi.pdf). Päivitetty 28.6.2012. Luettu 5.4.2016.

14. 942 Sisäänmenoyksikkö. Datalehti.

[http://www.helvar.fi/sites/default/files/product\\_datasheets/942\\_datasheet\\_fi.pdf](http://www.helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/942_datasheet_fi.pdf). Päivitetty 28.6.2012. Luettu 11.4.2016.

15. DIGIDIM verhomoottoriohjain. Datalehti.

[http://www.helvar.fi/sites/default/files/product\\_datasheets/490\\_datasheet\\_fi.pdf](http://www.helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/490_datasheet_fi.pdf). Päivitetty 28.6.2012. Luettu 11.4.2016.