



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Antti-Heikki Laitinen

Päivittäistavaramyymälän valaistusoh- jausjärjestelmän suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

15.4.2021

Tekijä Otsikko	Antti-Heikki Laitinen Päivittäistavaramyymälän valaistusohjausjärjestelmän suunnittelu
Sivumäärä Aika	31 sivua 15.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	liiketoimintajohtaja Pekka Larinoja lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinöörityön tarkoituksena oli suunnitella päivittäistavaramyymälän valaistusohjausjärjestelmän muutos DALI-järjestelmäksi. Tavoitteena oli suunnitella kohteeseen asiakkaan toiveiden mukainen energiatehokas ja muuntojoustava valaistusjärjestelmä.</p> <p>Työssä perehdyttiin kirjallisia lähteitä hyödyntäen DALI-järjestelmän toimintaperiaatteisiin ja reititinjärjestelmässä käytettäviin komponentteihin, lisäksi kartoitettiin valaistukseen ja valaistusohjausjärjestelmään tehtävät tarvittavat muutokset. Työssä laadittiin suunnitelmat myymälän valaisimien uusimisesta LED-valaisimiksi ja valaistusohjausjärjestelmän päivittämisestä IHC-järjestelmään perustuvasta ratkaisusta Helvarin reititinpohjaiseen DALI-järjestelmään.</p> <p>Työn tuloksena suunniteltiin myymälän valaistusjärjestelmä ja laadittiin tarvittavat suunnitelmadokumentit, joilla myymälän valaistuksen ja valaistusohjausjärjestelmän muutostyöt voitiin toteuttaa. Työssä hankittuja tietoja voidaan käyttää tulevilla projekteilla valaistusohjausjärjestelmien suunnittelun pohjana.</p>	
Avainsanat	valaistuksen ohjaus, valaistusohjausjärjestelmä, DALI,

Author Title	Antti-Heikki Laitinen Grocery store's lighting control system design
Number of Pages Date	31 pages 15 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Pekka Larinoja, Business Line Director Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to design the modification of a grocery store's lighting control system into a DALI system. The aim was to design an energy-efficient and flexible lighting control system according to the customer's needs.</p> <p>The thesis examined the principles of the DALI system and the components used in a router-based lighting control system by using written sources and the author's own observations. Furthermore, the necessary changes to the previously used lighting and lighting control system were surveyed. Plans were made in order to replace the store's luminaires with LED luminaires and to upgrade the lighting control system from a solution based on IHC system to a router-based DALI system.</p> <p>As a result of this thesis, the store's lighting control system was designed and the necessary design documents were prepared. The documents can be used to implement the designed changes to the lighting and lighting control system in the store. This thesis has acquired information that can be used in future projects as a basis for the design of lighting control systems.</p>	
Keywords	lighting control system, lighting control, DALI

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	DALI	2
2.1	Yleistä DALI-järjestelmästä	2
2.2	DALI-järjestelmän rakenne ja toiminta	2
2.2.1	DALI-väylän tiedonsiirto	3
2.2.2	Komennot ja ohjaustavat	4
2.2.3	Väylä ja kaapelointi	5
3	DALI ja rakennusautomaatio	7
3.1	DALI itsenäisenä järjestelmänä	8
3.2	DALI rakennusautomaatiojärjestelmän alijärjestelmänä	9
3.3	DALI rakennusautomaatiojärjestelmän osana	9
4	DALI-reititinjärjestelmän komponentit	10
4.1	Väylän tehonlähde	10
4.2	Reititin	10
4.3	Järjestelmäsensori	11
4.4	Releyksikkö	11
4.5	Sisääntuloyksikkö	12
4.6	Ohjauspaneeli	12
5	Valaistusohjausjärjestelmän suunnittelu	13
5.1	Lähtökohdat	13
5.1.1	Valaistuksen nykytilanne	13
5.1.2	IHC-järjestelmä	14
5.2	Myymälän valaistuksen suunnittelu	16
5.3	DALI-järjestelmän suunnittelu ja käytetyt komponentit	20
6	Valaistustilanteiden suunnittelu	28

7 Yhteenveto

30

Lähteet

31

Lyhenteet

DALI	Digital Adressable Lighting Interface, standardoitu digitaalinen valaistuksenohjausprotokolla
IHC	Intelligent House Control, standardoitu älykäs kodinohjausjärjestelmä
LED	Light-emitting diode, valoa säteilevä puolijohdekomponentti

1 Johdanto

Rakennusten energiankulutuksesta on valaistuksen osa merkittävä, josta johtuen on valaisimien energiatehokkuuteen sekä valaistuksen ohjaamiseen käytettäviin keinoihin kiinnitettävä erityistä huomiota. Valaisimissa käytetty tekniikka on LED-tekniikan myötä kokenut todellisen murroksen ja valaistuksen ohjaukseen on kehitetty älykkäitä ohjausjärjestelmiä, joilla voidaan valaistuksen energiankulutukseen kustannuksiin vaikuttaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella päivittäistavaramyymälän valaistusohjausjärjestelmän muutos reititinpohjaiseksi DALI-järjestelmäksi. Tavoitteena oli suunnitella valaistuksesta ja valaistusohjausjärjestelmästä energiatehokas, muuntojoustava ja helposti käytettävä kokonaisuus.

Työssä perehdytään DALI-järjestelmän toimintaan sekä reititinjärjestelmässä käytettäviin komponentteihin, käydään läpi myymälän valaistuksen ja valaistusohjausjärjestelmän tila työtä aloitettaessa ja suunnitellaan myymälän valaistusohjausjärjestelmän muutokset.

Työn tilaajana toimi Rejlers Finland Oy:lle, joka on Rejlers-konserniin kuuluva vuonna 1980 perustettu insinööritoimisto, joka toimii Suomessa 20 paikkakunnalla ja työllistää yli 1 000 henkilöä.

2 DALI

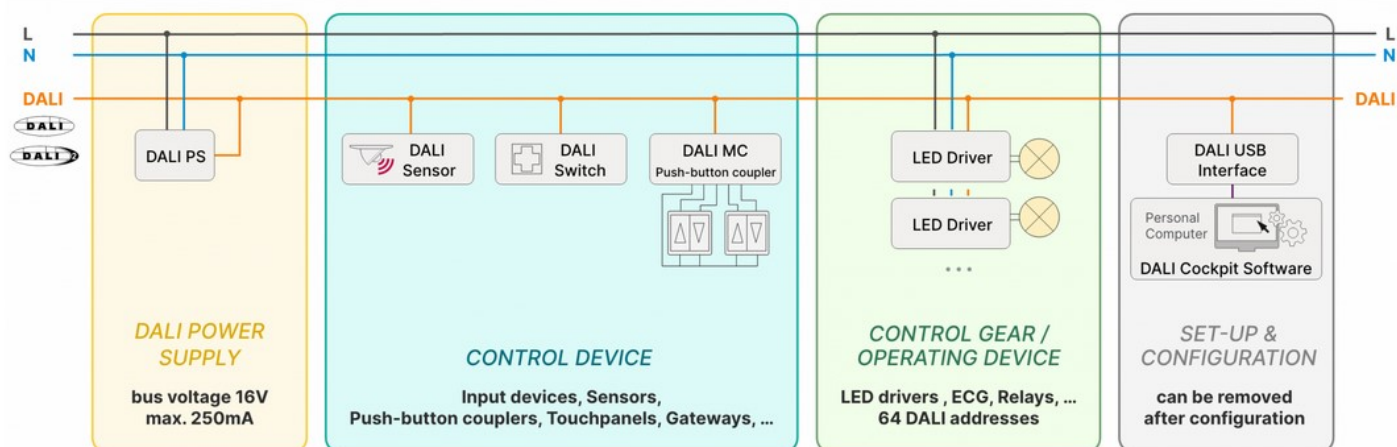
2.1 Yleistä DALI-järjestelmästä

DALI, Digital Adressable Lighting Interface on digitaalinen valaistuksenohjausprotokolla, joka on alun perin määritetty loistelamppujen liitäntälaitteita käsittelevän standardin IEC 60929 liitteessä E. Standardi takaa sen, että eri valmistajien valmistamat himmennettävät liitäntälaitteet ovat keskenään vaihtokelpoisia. (DALI Manual. 2001: 10.) IEC Standardin 60929 on korvannut standardi IEC 62386, jonka viimeisimmässä versiossa on DALI-2- sertifioinnin myötä määritetty myös ohjainlaitteet (DALI-2: New Standards and Mandatory Certification, 2017:5).

DALI on alun perin kehitetty mahdollistamaan loistevalaisimien liitäntälaittekohtainen osoitteellinen ohjaus ja korvaamaan analogiset 1-10V:n ohjauslaitteet. DALI mahdollistaa laitteiden välisen kahdensuuntaisen kommunikoinnin, esimerkiksi liitäntälaitteen tila- tai vikatiedon välittämisen. (Introducing DALI, 2021.)

2.2 DALI-järjestelmän rakenne ja toiminta

DALI-järjestelmä koostuu ohjauslaitteesta, ohjattavasta laitteesta, DALI-väylästä ja väylän tehonlähteestä, järjestelmän rakenne on esitetty kuvassa 1 (DALI Quick Start Guide. 2018: 3). Järjestelmän toiminta perustuu ohjauslaitteilla väylää pitkin ohjattaville laitteille lähetettäviin komentoihin, joita ohjattavat laitteet suorittavat (DALI Factsheet).

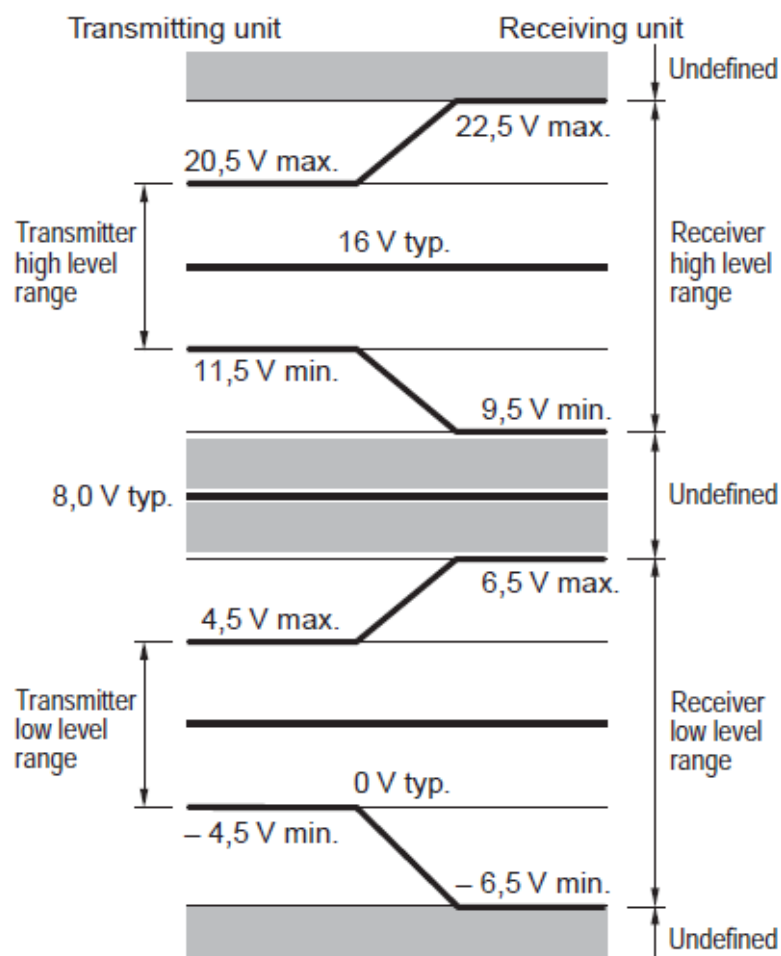


Kuva 1. DALI-järjestelmän rakenne (DALI Factsheet 2017).

Yksittäisessä DALI-väylässä voi olla maksimissaan 64 laitetta, jokaiselle laitteelle määritetään käyttöönoton yhteydessä yksilöllinen osoite, jota käytetään laitteen ohjaamiseen. Järjestelmän laitteet voidaan ryhmitellä kuuluvaksi 16 eri ryhmään, joista jokaiseen voidaan määrittää 16 eri valaistustilannetta tai valaistustasoa. Myös yksittäiselle ohjattavalle laitteelle voidaan määrittää 16 valaistustilannetta, ohjattava laite voi kuulua yhteen tai useampaan ryhmään (DALI Manual. 2001: 23–24, 35). DALI-2:n mukaisessa järjestelmässä ohjauslaitteita ja ohjattavien laitteita voi olla 128, ohjauslaitteita 64 ja ohjattavia laitteita 64 (Comparison between DALI & DALI-2. 2018: 6).

2.2.1 DALI-väylän tiedonsiirto

DALI-väylän tiedonsiirrossa käytetään Manchester-koodausta. Tyypillinen jännite väylässä on 16 V, kun väylässä ei ole liikennettä. Bitin lähettäjän päässä jännitetaso 0 V vastaa 0-bittiä, sallitun vaihteluvälin ollessa $\pm 4,5$ V. 1:tä bittiä vastaava jännitetaso lähettävän laitteen päässä on 16 V ja vaihteluväli on $\pm 4,5$ V. Bittiä vastaanottavalla laitteella jännitteelle sallitaan suurempi $\pm 6,5$ V:n vaihteluväli. Jännitteen ollessa jännitetasojen kattamattomalla alueella ei bittiä luokitella 0- tai 1-bitiksi. Kuvassa 2 on esitetty sallitut jännitetasot. DALI-väylän tiedonsiirron nopeus on 1200 bittiä sekunnissa, yhdessä matalan jännitetason kanssa ja jännitetasojen erojen väylä kestää hyvin häiriöitä. (DALI Manual 2001: 17–18; Kallioharju.2012: 24–25.)



Kuva 2. DALI-väylän jännitetasot (DALI Manual 2001: 18)

2.2.2 Komennot ja ohjaustavat

DALI-järjestelmässä ohjattavien laitteiden hallintaan käytetään komentoja, ohjauslaitteilta ohjattaville lähetettäviä komentoja ovat ohjaus, konfigurointi tai kysely (DALI Quick Start Guide, 2.):

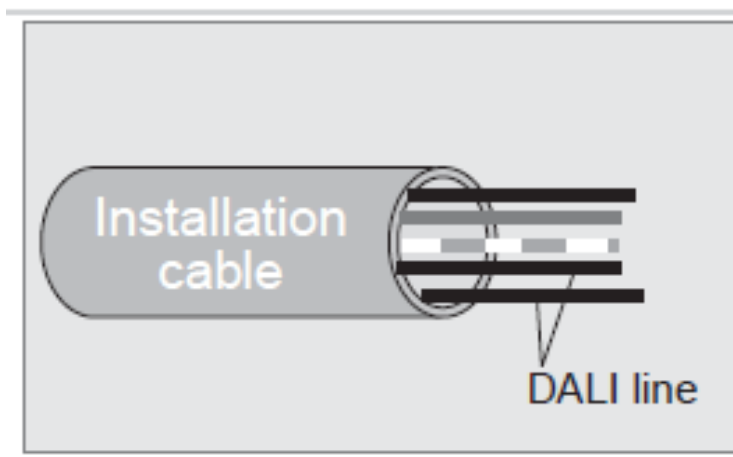
- Ohjauskomennoilla laitteet voidaan ohjata esimerkiksi pois päältä tai säätymään tietylle valaistustasolle.
- Määrityskomennolla voidaan määrittää esimerkiksi liitäntälaitteen tietyssä tilanteessa määritetty valaistustaso.

- Kyselyllä voidaan kysyä tietoa laitteen tilasta tai esimerkiksi asetetusta valaistustasosta.

Komennot voidaan lähettää yksittäisille laitteille (individual adress), ryhmäosoitteen perusteella määritetylle laiteryhmälle (group) tai lähettää kaikille laitteille (broadcast) (DALI Quick Start Guide, 2).

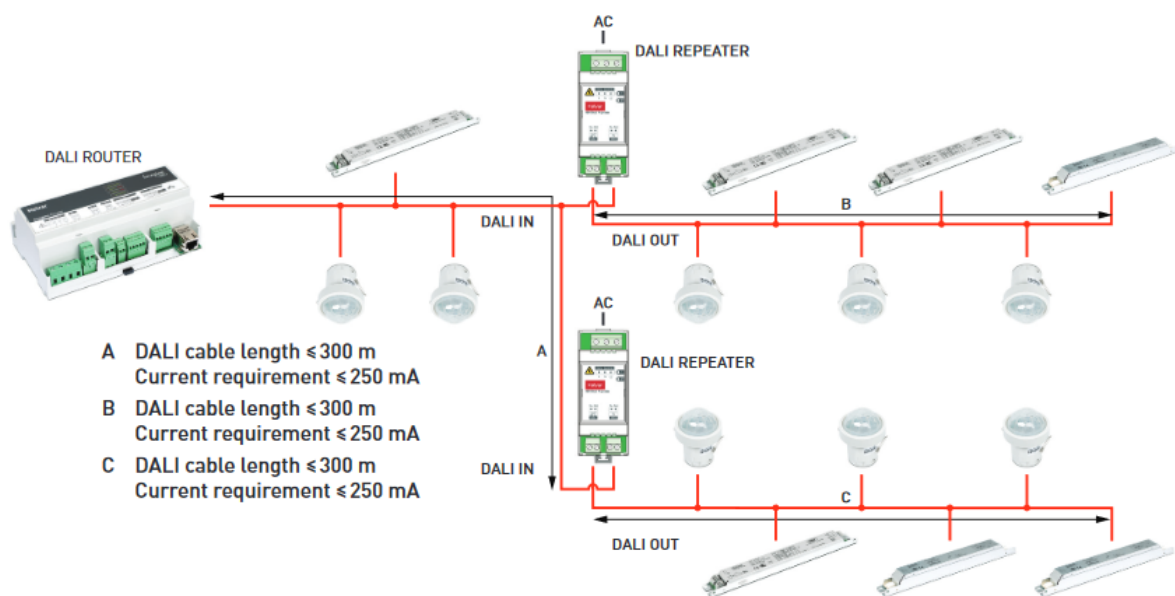
2.2.3 Väylä ja kaapelointi

DALI-väylässä käytetään kommunikointiin sekä virransyöttöön 2-johtimista väyläkaapeleita. Väylässä käytettävän kaapelin ominaisuuksille tai rakenteelle ei ole määritelty vaatimuksia, esimerkiksi parikierretyn tai suojatun kaapelin käyttö ei ole tarpeen. On kuitenkin huomioitava, että käytettävän väyläkaapelin on oltava soveltuva verkkojännitteelle. DALI-väylän liitännät ovat galvaanisesti erotettu järjestelmän verkkojännitteestä, joten väylän käyttämät johtimet voivat esimerkiksi olla osa valaisimen liitäntälaitteen virransyöttöön käytettävän 5-johtimista kaapelia, kuten kuvassa 3 on esitetty. (DALI Manual. 2001: 21, 31–32.)



Kuva 3. DALI-väylä virransyöttöön käytettävän kaapelin yhteydessä (DALI Manual, 2001)

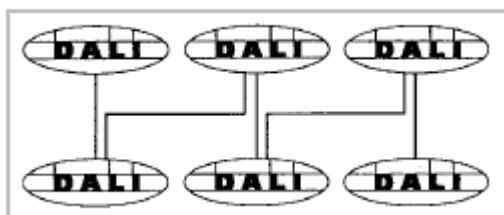
Jännitehäviö väylän tehonlähteen ja ohjattavien laitteiden välillä saa olla kaksi volttia, jolloin väylän maksimipituus käytettäessä 1,5mm²:n johtimia on 300 metriä. (DALI Factsheet, 2017) Kuvassa 4 esitetyjä DALI-toistimia käyttämällä voidaan väylän pituus nostaa 600 metriin, DALI-toistimia käyttämällä ei kuitenkaan voida vaikuttaa järjestelmän DALI-osoitteiden määrään.



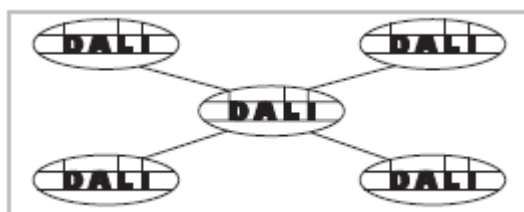
Kuva 4. DALI-toistimien käyttö (406 DALI-toistin, 2016)

DALI-väylässä käytettävän tehonlähteen maksivirta on 250 mA ja ohjattavien liitäntälaitteiden virrankulutukseksi on määritetty 2 mA, ohjauslaitteiden virrankulutusta ei ole rajoitettu. Järjestelmää suunniteltaessa tulee ottaa huomioon, että väylän maksimivirtaa ei ylitetä. (DALI Manual: 18–19, 22.)

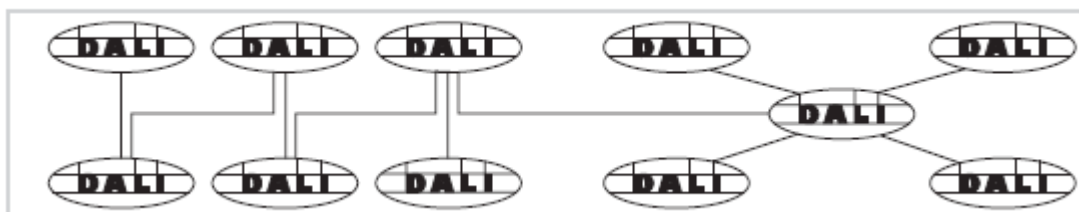
Väylän topologia eli kaapeloinnin fyysinen rakenne voi olla väylämäinen (kuva 5), tähti-mäinen (kuva 6) tai näiden yhdistelmä (kuva 7) (DALI Manual: 26–27).



Kuva 5. Väylämäinen kaapelointi (DALI Manual, 2001)



Kuva 6. Tähtimäinen kaapelointi (DALI Manual, 2001)



Kuva 7. Tähtimäisen ja väylämäisen kaapeloinnin yhdistelmä (DALI Manual, 2001)

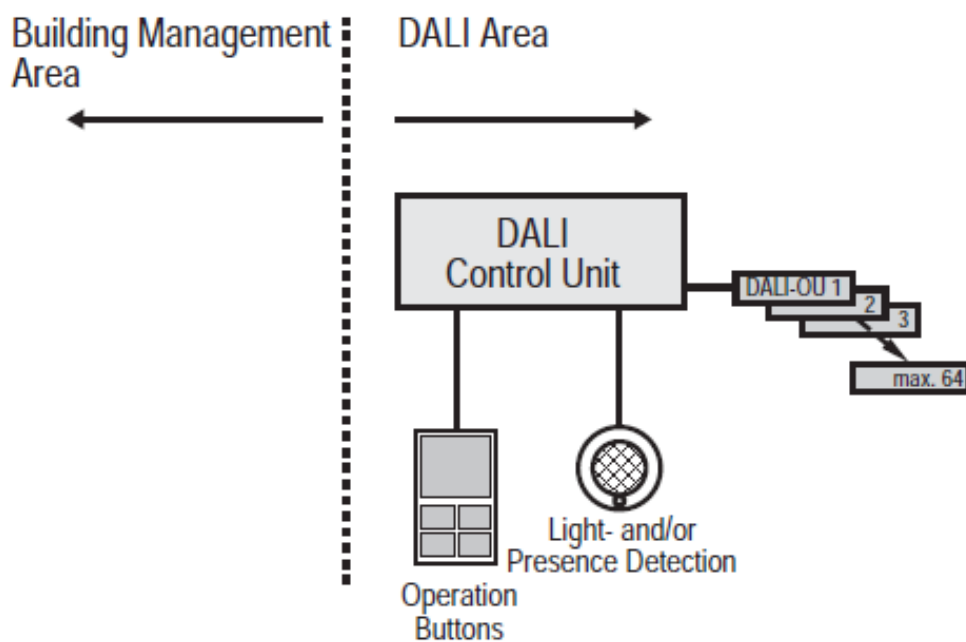
3 DALI ja rakennusautomaatio

DALI on suunniteltu mahdollisimman yksinkertaiseksi järjestelmäksi, jonka vuoksi se ei sellaisenaan sovellu rakennusautomaatiojärjestelmäksi, DALI:n perustuvia järjestelmiä voidaan kuitenkin liittää rakennusautomaatiojärjestelmän osaksi. Järjestelmää voidaan

käyttää joko itsenäisenä järjestelmänä, itsenäisenä järjestelmänä rakennusautomaatiojärjestelmän alijärjestelmänä tai alijärjestelmänä osana rakennusautomaatiojärjestelmää. (DALI Manual, 2001: 13–14.)

3.1 DALI itsenäisenä järjestelmänä

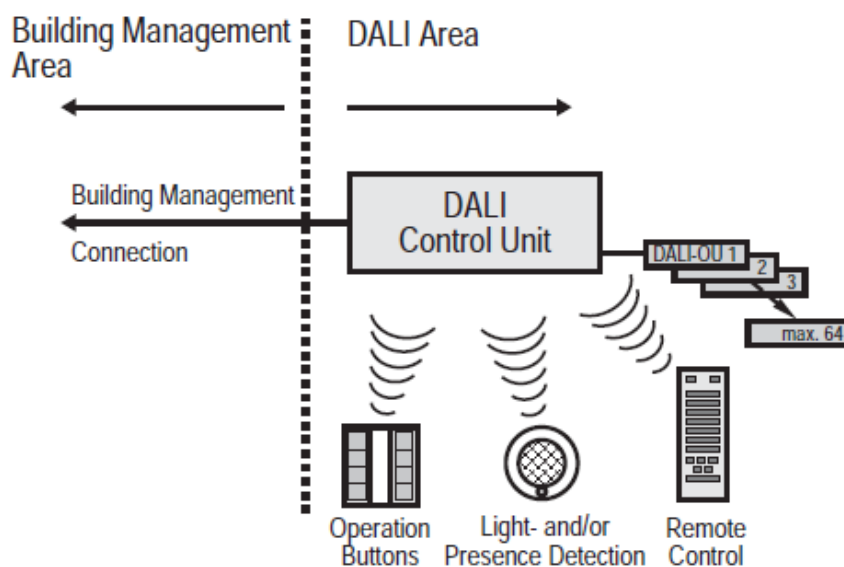
DALI voi toimia itsenäisenä valaistuksenohjausjärjestelmänä ilman yhteyttä rakennusautomaatiojärjestelmään, jolloin yksinkertaisimmillaan järjestelmä koostuu ohjaimesta, johon ohjauslaitteet on yleensä kytketty analogisesti tai digitaalisesti. Tällöin kaikki järjestelmän kaikki toiminnot toimivat paikallisesti, kuvassa 8 on havainnollistettu DALI:n periaate itsenäisenä järjestelmänä. (DALI Manual. 2001: 13–14.)



Kuva 8. DALI itsenäisenä järjestelmänä (DALI Manual, 2001)

3.2 DALI rakennusautomaatiojärjestelmän alijärjestelmänä

DALI itsenäisenä rakennusautomaation alijärjestelmänä (kuva 9) tarkoittaa sitä, että valaistuksenohjausjärjestelmä voi toimia myös täysin itsenäisesti, mutta liitäntä rakennusautomaatiojärjestelmään mahdollistaa ohjaukskäskyjen välittämisen ohjainlaitteen kautta ohjattaville laitteille. Tiedot välitetään yksinkertaisessa kyllä tai ei -muodossa. (DALI Manual, 2001: 15.)

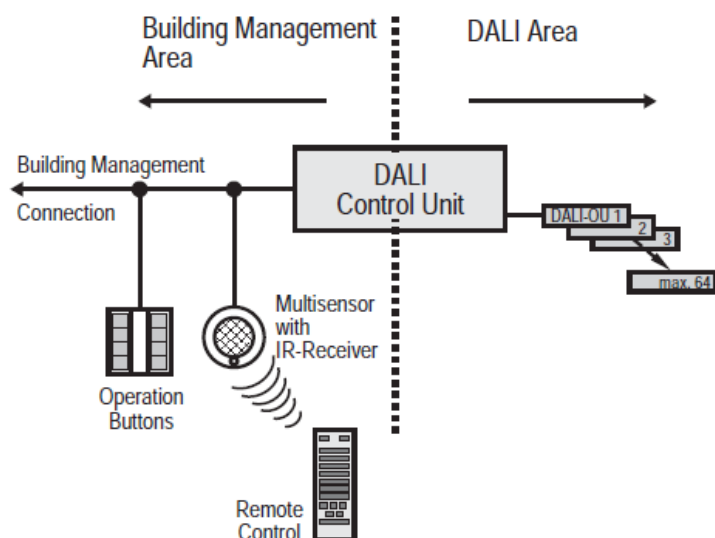


Kuva 9. DALI itsenäisenä rakennusautomaatiojärjestelmän alijärjestelmänä (DALI Manual, 2001)

3.3 DALI rakennusautomaatiojärjestelmän osana

DALI voidaan liittää osaksi rakennusautomaatiojärjestelmää (kuva 10), jolloin ohjauslaitteet ovat liitettynä rakennusautomaatiojärjestelmään ja ohjattavat laitteet ovat liitettynä

rakennusautomaatiojärjestelmään yhdyskäytävän (gateway) avulla. Yhdyskäytävä mahdollistaa rakennusautomaatiojärjestelmän ja ohjattavien laitteiden kahdensuuntaisen kommunikoinnin. (DALI Manual, 2001: 16.)



Kuva 10. DALI alijärjestelmänä osana rakennusautomaatiojärjestelmää (DALI Manual, 2001)

4 DALI-reititinjärjestelmän komponentit

4.1 Väylän tehonlähde

Tehonlähdettä käytetään yhden DALI-väylän virransyöttöön, tehonlähteen väylään syötämä virta voi olla enintään 250 mA.

4.2 Reititin

Reititin on DALI-järjestelmässä käytetty ohjainlaite, jolla voidaan Ethernet-verkon avulla yhdistää useampia 64 laitetta sisältäviä DALI-väyliä suuremmiksi useista reitittimistä

koostuviksi kokonaisuuksiksi. Yhden reitittimen avulla voidaan kaksi DALI-väylää liittää toisiinsa ja näin ollen järjestelmä voi koostua 128 eri laitteesta. Suositus toisiinsa liitettyjen reitittimien maksimimäärälle on 100 kappaletta, jolloin järjestelmä voi muodostua 12 800 DALI-laitteesta. (Kallioharju, 2012: 13.) Reitittimessä voi olla sisäänrakennettu DALI-väylän virransyöttöön käytettävä tehonlähde.

4.3 Järjestelmäsensori

DALI-järjestelmässä käytetään eri tyyppisiä järjestelmäsensoreita esimerkiksi tiloissa tapahtuvan liikkeen ja läsnäolon havaitsemiseksi tai sensoreita voidaan käyttää apuna luonnonvalon huomioimisessa.

Liikkeen ja läsnäolon havaitsemiseen usein käytettävien PIR-sensoreiden toiminta perustuu kehon tai muun lämmönlähteen infrapunasäteilyn voimakkuuden vaihteluun, useimmiten liikkeeseen.

Järjestelmäsensoriin voi PIR-sensorin lisäksi olla valoisuusanturi, joka mittaa sensorin alla olevan pinnan valaistusvoimakkuutta, tämän tyyppiselle sensorille voidaan määrittellä vakiovalotaso, jonka mukaan sensorin ohjaamien valaisimien valaistustasoa säädetään.

4.4 Releyksikkö

Releyksikkö on DALI-väylään liitettävä ohjelmoitava rele, jota käytetään kuormien yksinkertaiseen päälle-pois-tyyppiseen ohjaamiseen tai kärkitietojen viemiseen ulkoisiin järjestelmiin. Releyksikkö voi koostua yhdestä tai useammasta potentiaalivapaasta releestä, yksi rele tarvitsee toimiakseen yhden DALI-osoitteen.

4.5 Sisääntuloyksikkö

DALI-järjestelmässä käytetään sisääntuloyksikköä ulkoisten kytkimien, sensoreiden ja potentiaalivapaiden kärkitietojen liittämiseksi järjestelmään. Sisääntuloihin liitettävät tulosignaalit voivat olla joko kytkin- tai painonappityyppisiä.

4.6 Ohjauspaneeli

Ohjauspaneeleita käytetään järjestelmän manuaaliseen ohjaamiseen, yleisimmin paneelilla voidaan kutsua esiasetettuja valaistustilanteita tai säätää tilan valaisimien valaistustasoa. Ohjauspaneeli voi olla painiketaulu, jonka painikkeet ja säätimet voivat olla fyysisiä painikkeita tai kosketusnäyttö, jonka käyttöliittymällä järjestelmän hallinta tapahtuu.

5 Valaistusohjausjärjestelmän suunnittelu

5.1 Lähtökohdat

5.1.1 Valaistuksen nykytilanne

Myymälen valaistusohjausjärjestelmän suunnittelu aloitettiin kohdekäynnillä sekä perehymällä vanhoihin sähkösuunnitelmiin, selvitysten tarkoituksena oli saada hyvä kokonaiskäsitys sähköjakelun ja valaistusohjausjärjestelmän nykytilasta. Lähtötietoina suunnittelun alussa oli tilaajan sähkösuunnitteluohje, joka asetti suunnittelulle tietyt reunaehdot, joiden mukaan tuli toimia.

Myymälen yleisvalaistukseen oli käytetty ripustuskiskoihin kiinnitettyjä 2x58:n W loisteputkin varustettuja rampervalaisimia, jotka oli liitetty EnstoNet-pistoliittimiä käyttäen valaistusjärjestelmään, hedelmä- ja vihannesosaston kohdevalaistuksessa käytettiin kosketinkiskoihin liitettyjä kohdevalaisimia. Myymälän valaistusta ohjattiin tavallisesti valaistusohjauskeskuksen nokkakytkimiä käyttäen.

Varastotilojen ja lastauslaiturin valaistus oli toteutettu ripustuskiskoihin kiinnitetyillä loisteputkivalaisimilla, joita ohjattiin tuulikaappiin ja varaston sisäänkäynnille sijoitetuilla painonapeilla.

Teknisissä tiloissa sekä toimistotiloissa valaisimina oli käytetty kytkimin ohjattuja pinta-asennettuja loisteputkivalaisimia.

Myymälen suunnitellun konseptiuudistuksen yhteydessä tultaisiin kaikki nykyiset valaisimet, kaapelointi, nykyinen valaistusohjausjärjestelmä ja myymälää palveleva jakokeskus uusimaan täysin. Suunnittelussa tuli huomioida myymälän aukiolo muutostöiden ajan.

Tämä tuli ottaa huomioon myöskin käytettävien valaisimien ja valaistusjärjestelmän komponenttien valinnan yhteydessä tuli huolellisesti selvittää myös laitteiden toimitusajat.

5.1.2 IHC-järjestelmä

Kohteen valaistuksenohjaukseen käytettiin aiemmin Strömfors IHC- ohjausjärjestelmää, joka kohteen tapauksessa muodostui tuloyksiköistä, keskusyksiköstä ja releyksiköistä.

IHC on keskitetty ohjausjärjestelmä, joka koostuu keskusyksikköön tähtimäisesti liitettyihin tulo- ja lähtöyksiköihin. Järjestelmän toiminta perustuu tuloyksikköön kytkettyyn painikkeeseen tai liiketunnistimeen, esimerkiksi painiketta painettaessa lähtee painikkeelta signaali tuloyksikön kautta keskukselle. Keskusyksikkö lähettää signaalin eteenpäin lähtöyksikölle, joka ohjaa sähkölaitetta tai esim. kontaktoria. Keskusyksikköön voidaan ohjelmallisesti määrittää, minkä lähtöyksikön lähtöä mikäkin tuloyksikön tuloporttiin liitetty laite ohjaa. Kuvassa 11 on esitetty IHC-järjestelmän periaate. (Strömfors IHC, 2003)



Kuva 11. IHC-järjestelmä (Strömfors IHC. 2003).

Kiinteistön ja myymälän valaistuksen ohjauksessa käytettävien aikaohjausten toiminta perustui myymälän valaistusohtauskeskukseen sijoitettuihin kuvassa 12 esitettyjen kellokytkimiin määritettyihin aikaohjelmiin, kellokytkimien kärkitiedoilla välitettiin signaali ohjausjärjestelmän tuloyksiköille.



Kuva 12. IHC-tuloyksiköihin liitetyt kellokytkimet

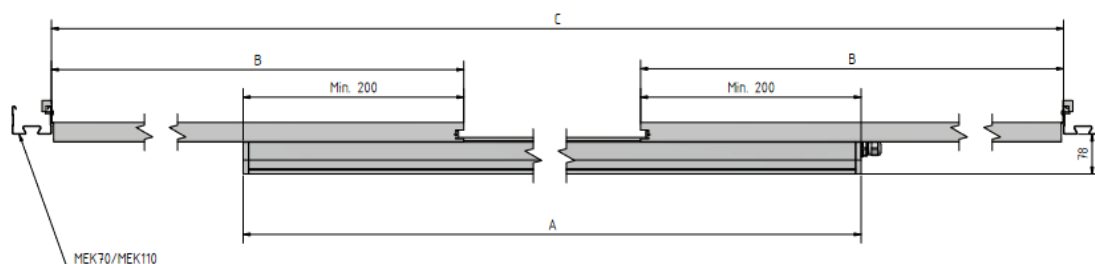
IHC-järjestelmän tuloyksiköltä signaali välitettiin keskusyksikölle, jonka ohjaamalla lähtöyksiköillä ohjattiin jakokeskuksien kontaktoriohjattuja valaistusryhmiä. IHC-tuloyksiköön oli myös liitetty kiinteistön hämäräkytkimeltä saatava kosketintieto sekä rikosilmoitinjärjestelmän hälytystieto kosketintietona.

5.2 Myymälän valaistuksen suunnittelu

Suunnittelussa lähdettiin liikkeelle suunnitteleamalla myymälän yleisvalaistuksessa käytettävien valaisimien lukumäärä ja sijoitus.

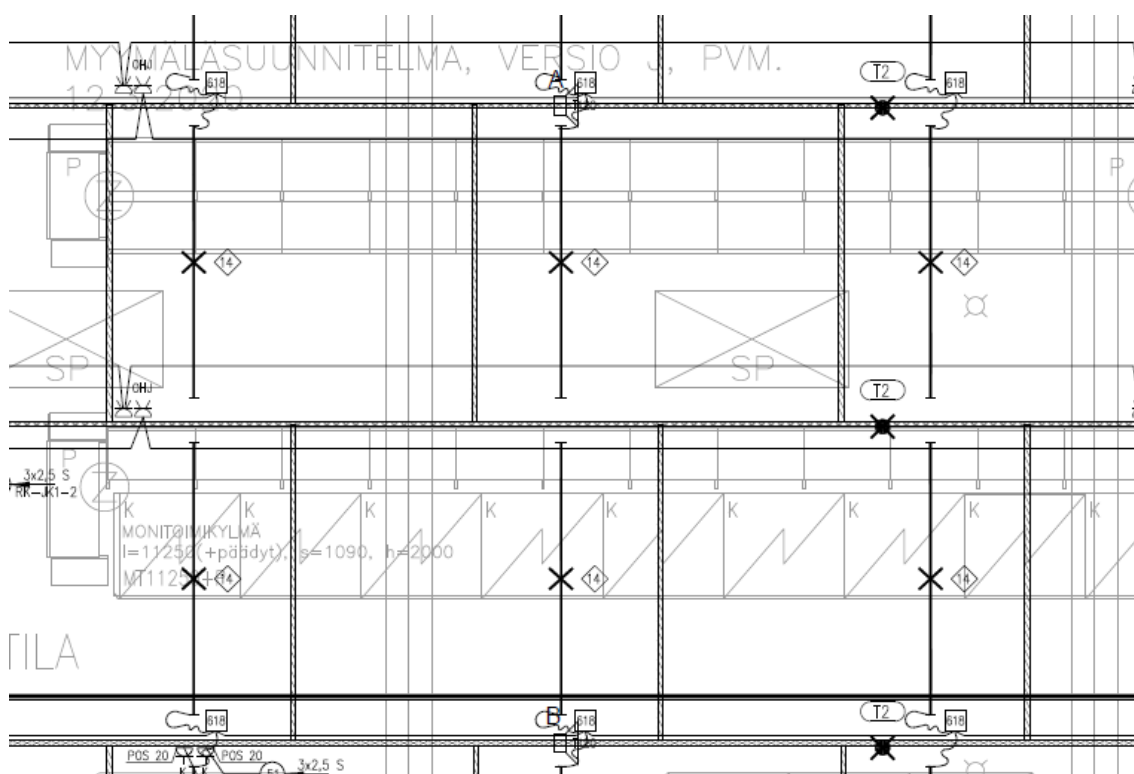
Myymälän nykyiset valaisinripustuskiskot oli sijoitettu noin 4,5 metrin korkeuteen, valaisimien sijoitusta suunniteltaessa huomattiin, että mikäli uudet valaisimet asennettaisiin nykyisiin ripustuskiskoihin, tulisi valaisimien lukumäärä ja teho ylittää, jotta tilaajan vaatimukset lattiataason ja hyllypintojen valaistusvoimakkuudesta täyttyisivät.

Nykyisten valaisinripustuskiskojen alapuolelle 3,4 metrin korkeuteen suunniteltiin asennettavaksi uudet ripustuskiskot, joihin uudet valaisimet asennettaisiin käyttäen ramppikannakkeita. Kuvassa 13 on havainnollistettu valaisimien kiinnitystä ripustuskiskoihin ramppikannakkeilla.



Kuva 13. Valaisimien kiinnitys ramppikannakkeilla (Purso Snep Mode C Ramppiasennus, 2020).

Nykyisten valaisinriputuskiskojen suunta ja sijoitus määritteli myös uusien ripustus- kiskojen suunnan, parempaan lopputulokseen olisi päästy sijoittamalla valaisinriputuskis- kot hyllyjen suuntaisesti, jolloin valaisimet olisi sijoitettu hyllyväliin. Hankkeen nopean aikataulun takia ja asennustöiden toteutuksen tapahtuessa myymälän ollessa auki pää- dyttiin suunnitelmassa ratkaisuun, jossa uudet ripustus- kiskot tul-taisiin asentamaan ny- kyisten ripustus- kiskojen alapuolelle, valaisinriputuskiskojen ja valaisimien sijoitus on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Myymälän ramppivalaisimien sijoitus.

Valaissuunnittelu myymälän yleisvalaistuksen osalta tehtiin käyttäen Dialux Evo- ohjel- maa, joka on Dial GmbH:n kehittämä valaistuslaskentaan käytettävä ohjelmisto.

Muutamalla eri valaisintyyppillä suoritettun laskennan jälkeen myymälässä käytettäväksi valaisimeksi valittiin kuvassa 15 esitetty Snep Mode C. Valittu valaisintyyppi on alumiinirunkoinen leveällä valonjaolla ja DALI-liitäntälaitteella varustettu, hyvän hyötysuhteen omaava LED-valaisin.



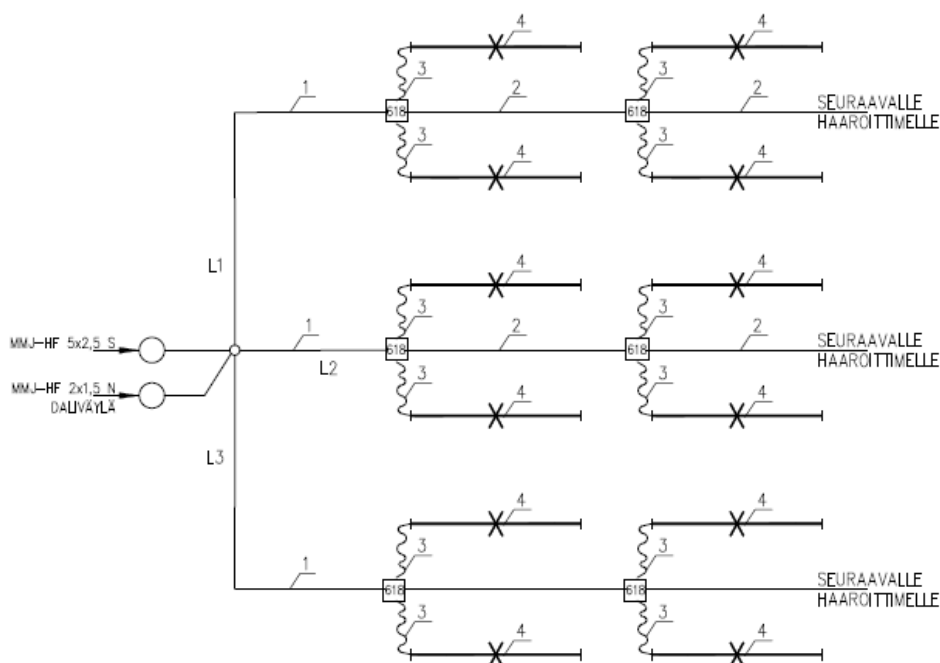
Kuva 15. Snep Mode C-valaisin asennettuna myymälään

Käytettävän valaisintyyppin valintaan vaikutti myös valaisimien varustaminen valaisinvalmistajan toimesta valmiiksi liittämiin päätetyillä liitosjohdoilla, sillä myymälän valaisimien

sähkönsyöttö ja DALI-väylän kaapelointi suunniteltiin toteutettavan käyttäen WAGO Winsta DALI -pistoliitinjärjestelmän osia.

Suunnitellun pistoliitinjärjestelmän etuina ovat nopea asennettavuus ja valaisimien kaapeloinnin helppo muunneltavuus.

Valaisimien sähkönsyöttö ja DALI-väylä suunniteltiin tuotavaksi myymälän valaisinripustuskiskoihin asennettaviin jakorasioihin, joista kaapelointi valaisimille jaettaisiin kolmelle eri vaiheelle tasaisen kuormituksen takia. Käytettäviksi kaapeleiksi jakorasioilta eteenpäin suunniteltiin MMJ-HF 5x2,5S -kaapelit, joissa kaksi johdinta olisi varattu DALI-väylän käyttöön. Kaapeleiden toiseen päähän asennettaisiin WAGO Winsta Midi -uroslitiin, joka liitettiin haaroittimeen, haaroittimeen liitettäisiin liitoskaapelit valaisimille sekä liitoskaapeli seuraavalle haaroittimelle, haaroittimien väliset kaapeloinnit sekä valaisimien liitoskaapelit suunniteltiin tehtäväksi WAGO Winsta -järjestelmän valmiskaapeleita käyttäen. Suunnitellut valmiskaapelit olivat 2 ja 4 metrin pituisia määrämittäisiä liittimiin päätettyjä 5-johdimisia johtimiltaan 2,5mm²:n poikkipinta-alan omaavia kaapeleita. Myymälän valaisimien kaapelointiperiaate on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. Myymälän valaisimien kaapelointi

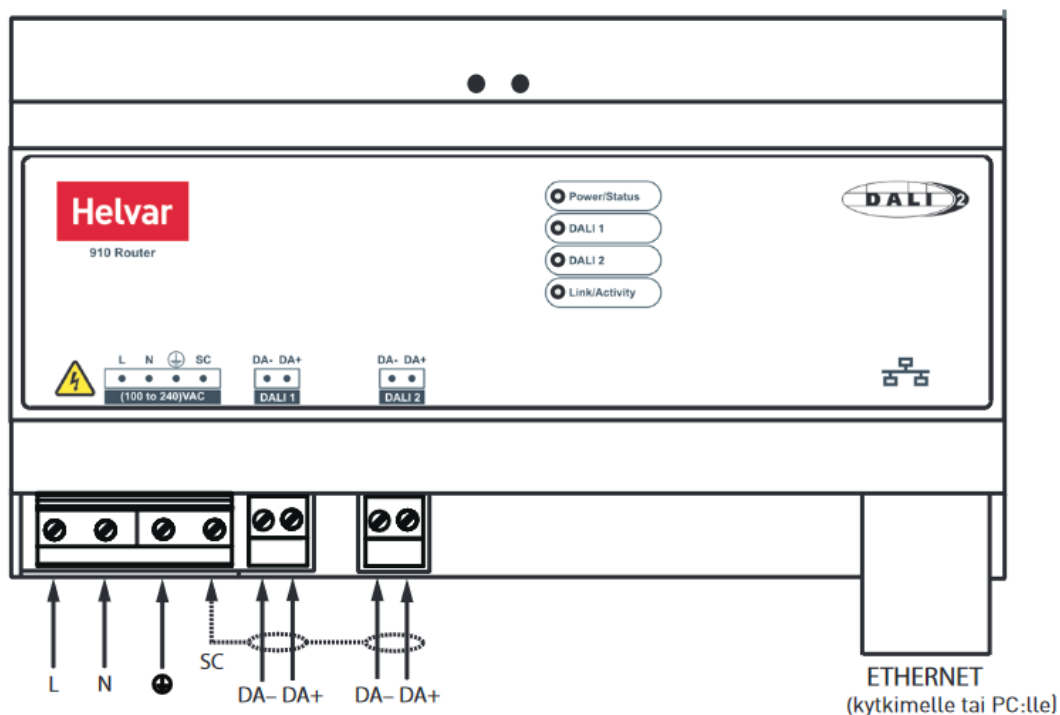
5.3 DALI-järjestelmän suunnittelu ja käytetyt komponentit

Käytettävän ohjausjärjestelmän ja komponenttien valinnassa haluttiin huomioida muuntojoustavuus, helppo käytettävyys sekä varaosien saatavuus tulevaisuudessa. Käytettäväksi järjestelmäksi valittiin Helvar Imagine -reititinjärjestelmä.

Järjestelmän suunnittelussa tuli ottaa huomioon valaisimien liitäntälaitteiden sekä ohjauslaitteiden DALI-väylästä ottama virta sekä tarvitsemien osoitteiden lukumäärä, näiden perusteella aloitettiin järjestelmän suunnittelu. Suunniteltaessa pyrittiin huomioimaan, että välissä käytössä olevien osoitteiden määrää tai väylän suurinta sallittua maksimivirtaa ei ylitetä, järjestelmän ohjaamisessa käytettävät reitittimet pyrittiin sijoittamaan keskeisesti ohjattavien laitteiden sijoituksiin nähden.

Reitittimet

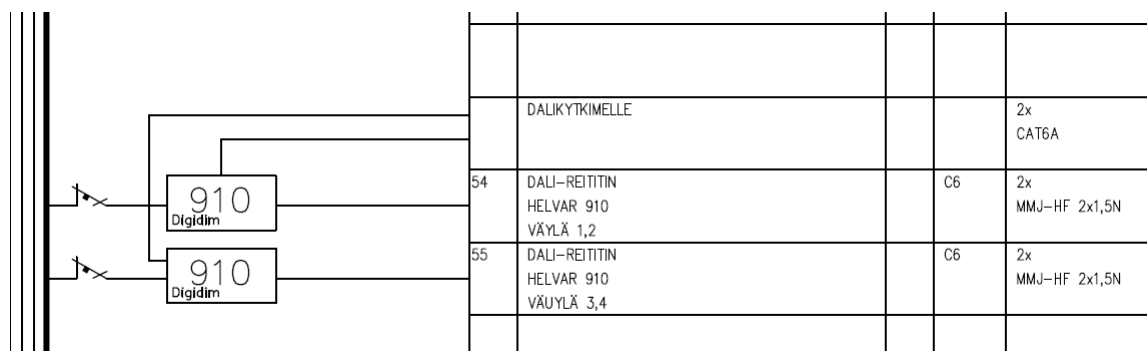
Käytettävien valaisimien lukumäärän ja DALI-järjestelmään liitettäväksi suunniteltujen ohjauslaitteiden perusteella laskettiin tarvittavien osoitteiden ja laitteiden virrankulutus, joiden perusteella järjestelmän toteutukseen vaadittaisiin vähintään kolme väylää, myymälän takatiloissa sijaitsevaan myymälä- ja varastotiloja palvelemaan uusittavaan jakokeskukseen suunniteltiin kaksi Helvar Imagine 910 -reititintä (kuva 17). Reitittimiltä järjestelmässä käytettävät DALI-väylät jaettaisiin eteenpäin koko kiinteistöön. Mahdollisia tulevaisuudessa tapahtuvia muutoksia ja järjestelmän laajentamista suunniteltiin varalle jääväksi yksi väylä.



Kuva 17. Helvar 910 -reititin (910 reititin)

Helvar 910 on DIN-kiskoon asennettava reititin, jolla voidaan muodostaa kaksi DALI-aliverkkoa, reitittimessä on sisäänrakennettu virtalähde kummallekin verkolle. Reitittimessä käytetään Ethernet-verkkoa DALI-järjestelmän hallintaan, reitittimen toimintaan vaaditaan 100–240 VAC:n sähkönsyöttö, reitintä syöttävän johdonsuojakatkaisijan nimellisvirta voi olla maksimissaan 6 ampeeria. Reitittimeen liitettävien kaapeleiden ja johtimien asennuksessa tulee huomioida, että sähkönsyöttöön käytettävien johtimien ja DALI-väylä väylä tulee asentaa riittävän etäälle Ethernet-kaapeleista häiriöiden välttämiseksi, reititin tulee sijoittaa mahdollisimman kauas häiriöitä aiheuttavista laitteista, joita ovat muun muassa kontaktorit ja releet. (910 reititin, 1–2)

Reitittimien sähkönsyötön suojaus suunniteltiin toteutettavaksi C6-johdonsuojakatkaisijoilla, reitittimet ja johdonsuojakatkaisijat on esitetty kuvassa 18.

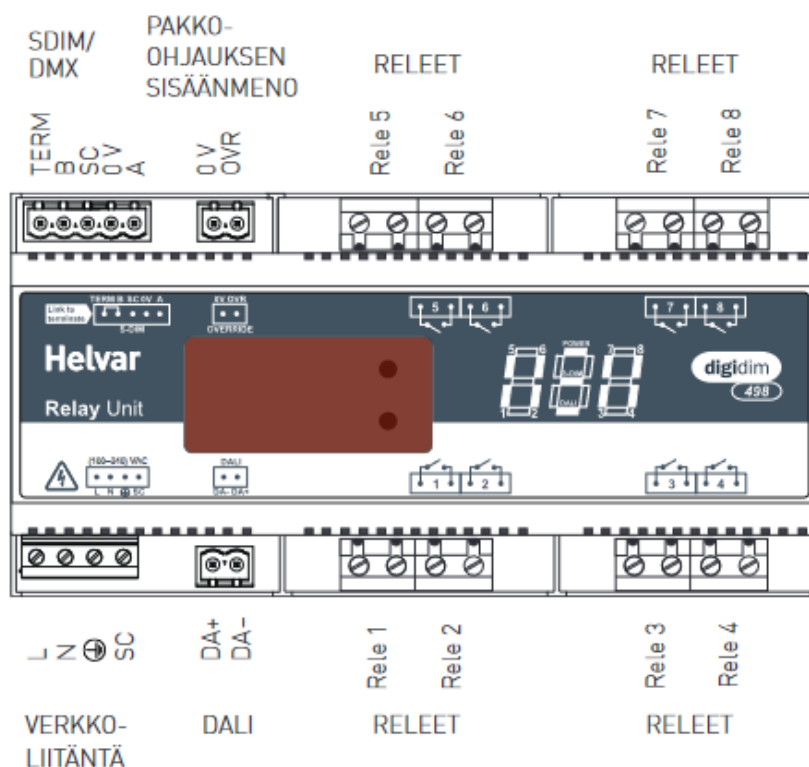


Kuva 18. Reitittimien esitys jakokeskuksen pääkaaviossa.

Reitittimien muodostamien DALI-aliverkkojen yhdistämiseksi ja aliverkkojen välisten ohjausten mahdollistamiseksi ilmanvaihtokonehuoneeseen suunniteltiin sijoitettavaksi Ethernet-kytkin, jolle reitittimiltä suunniteltiin CAT6A-tietoliikennekaapelit.

Releyksiköt

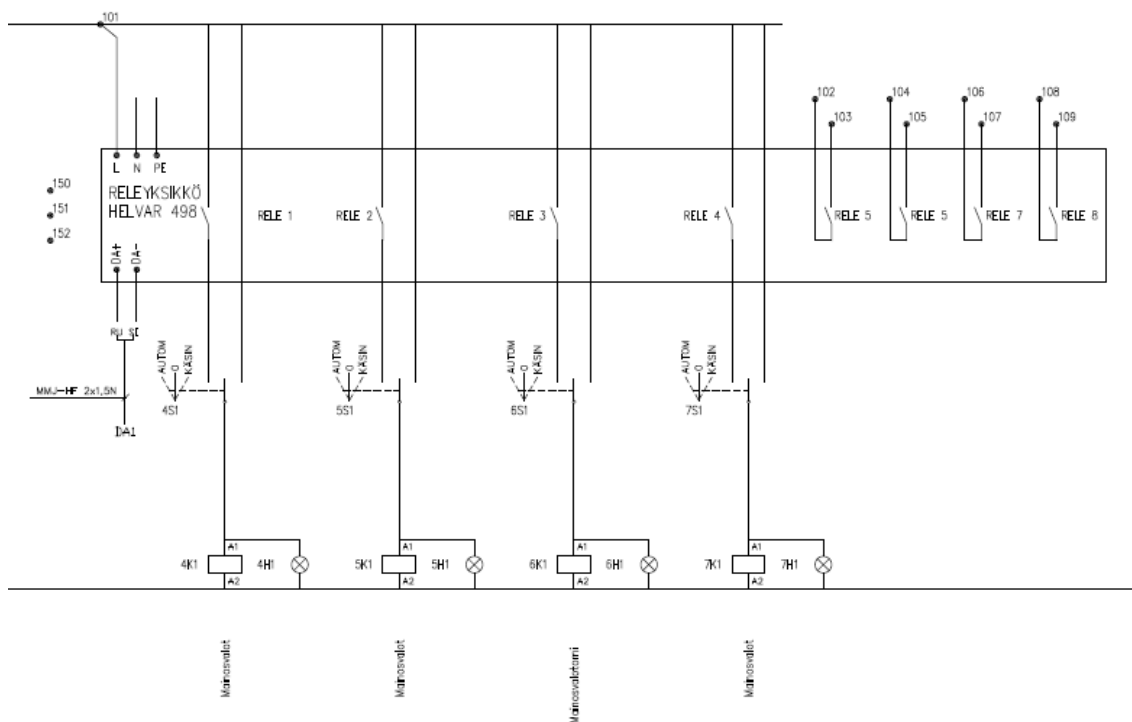
Myymälän kohdevalaistuksessa oli suunniteltu käytettävän 3-vaiheisia kosketinkiskoja, joten myymälä- ja varastotiloja palvelemaan jakokeskukseen oli tarpeen suunnitella kosketinkiskojen kontaktorien ohjaukseen Helvar 498 -releyksikkö (kuva 19). Releyksikön releitä 1–3 suunniteltiin käytettäväksi kosketinkiskojen vaihekohtaiseen ohjaamiseen.



Kuva 19. Helvar 498 -releysesikö (8-kanavainen releysesikö (498)).

Helvar 498 on DIN-kiskoon asennettava 8-kanavainen kuormien kytkentään käytettävä releysesikö, jossa on 8 yksinapaista sulkeutuvaa relettä, kunkin releen nimellisvirta on 16 ampeeria. Releysesikön releet voidaan ohjelmoida toimimaan joko kahdeksana erikseen ohjelmoitavana kanavana, jolloin jokainen rele toimii erikseen, neljänä kahden kanavan sarjana tai kahtena neljän kanavan sarjana. Releysesikön käyttöjännitteenä on käytettävä 100–240 VAC:n jännitettä, sähkönsyötön suojaukseen voidaan käyttää enintään 6 ampeerin johdonsuojakatkaisijaa, releiden suojauksessa tulee käyttää enintään 16 ampeerin C-typin johdonsuojakatkaisijaa. (8-kanavainen releysesikö (498) 1–2)

Kiinteistön mainosvalojen ohjaus oli aiemmin liitetty muutostöiden yhteydessä purettavaan IHC-järjestelmään, mainosvaloille ja kellokytkimien ohjauskanavia käyttäen tehty aikaohjelma, jonka mukaisesti kiinteistön valomainokset olivat valaistuina. Pääkeskus-tilassa sijaitsevaan mainosvalokeskukseen mainosvaloryhmien kontakteita ohjaavan 8-kanavaisen Strömfors IHC -releysesikön tilalle suunniteltiin Helvar 498 -releysesikö. Kuvassa 20 releysesikön piirikaavioesitys.

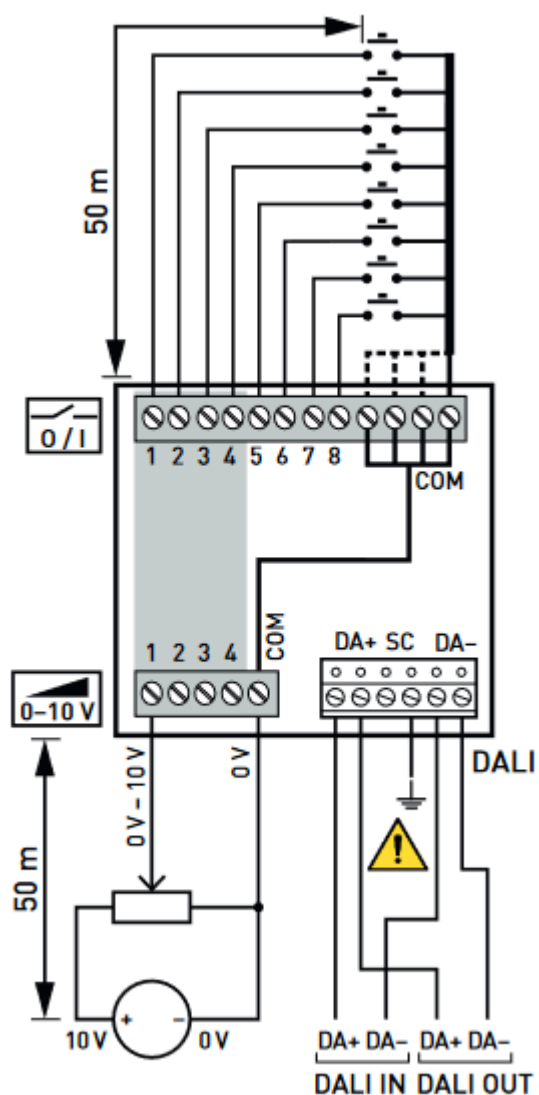


Kuva 20. Helvar 498 -releysesitys mainosvalokeskuksen piirikaaviossa.

Ilmanvaihtokonehuoneessa sijaitsevaan kiinteistön järjestelmiä palvelemaan kiinteistökeskukseen suunniteltiin ulko- sekä pysäköintialueen valaistusryhmien kontaktoreita ohjaavan 8-kanavaisen Strömfors IHC -releysesitys Helvar 498-releysesitys.

Sisääntuloyksikkö

Kiinteistökeskukseen suunniteltiin myös lisättäväksi Helvar 492 -sisääntuloyksikkö (kuva 21).



Kuva 21. Helvar 942 -sisääntuloyksikkö (942 Sisääntuloyksikkö).

Helvar 942 -sisääntuloyksikkö on DIN-kiskoon asennettava valaistusohtausjärjestelmään liitettävien potentiaalivapaiden kytkintietojen liittämiseen käytetty rajapinta, sisäänmenoyksikössä on kahdeksan sisääntuloa, joista sisääntulot 1–4 voidaan ohjelmoida myös 0–10 V:n analogiatuloiksi. Sisääntuloyksikön tehonsyöttö tapahtuu DALI-väylän avulla, joten erillistä sähkönsyöttöä ei tarvita. (942 Sisäänmenoyksikkö, 1–2).

Sisääntuloyksikkö suunniteltiin liitettäväksi ilmanvaihtokonehuoneessa sijaitsevaan valvonta-alakeskukseen, josta DALI-järjestelmään tuotaisiin valaistustilanteiden ohjaamiseen käytettävien aikaohjelmien kosketintiedot sekä murtoilmoitinjärjestelmän hälytystieto kosketintietona. Sisääntuloyksikköön liitettäväksi suunniteltiin myös pysäköintialueen, ulkovalaisimien sekä mainosvalojen kosketintiedot, joita ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyllä valoisuusanturilla sekä aikaohjelmilla.

Järjestelmäsensorit

Yöaikana myymälään tapahtuvaa tavarantoimitusta varten suunniteltiin lastauslaiturin sekä myymälä- varastotilojen valaisimia ohjattavan Helvar 311 -tunnistimilla (kuva 22).



Kuva 22. Helvar 311-PIR -liiketunnistin (Upotettava PIR-liiketunnistin (311)).

Helvar 311 on PIR-tekniikkaan perustuva uppoasennettava liiketunnistin, jonka sammutusviive voidaan asettaa käyttöönoton yhteydessä, tunnistimen tehonsyöttö tapahtuu DALI-väylän kautta.

Järjestelmän käsin tapahtuvaan ohjaukseen suunniteltiin käytettäväksi henkilökunnan sisäänkäynnille sijoitettavaa kuvassa 23 esitettyä Helvar SceneTouch7 -ohjauspaneelia, jolla ohjelmoituja valaistustilanteita voidaan ohjata.



Kuva 23. Helvar SceneTouch7 -ohjauspaneeli (SceneTouch7(ST7-X)).

Helvar SceneTouch7 on 7-tuumaisella näytöllä varustettu värinäytöllinen ohjauspaneeli, joka suunniteltiin liitettäväksi ilmanvaihtokonehuoneessa sijaitsevaan DALI-kytkimeen Ethernet-kaapelia käyttäen (SceneTouch7 (ST7-X)).

6 Valaistustilanteiden suunnittelu

Työssä suunniteltiin myymälä- ja varastotilojen valaistukselle kolme tavallisesti käytössä olevaa valaistustilannetta: päivä, yö, siivous. Päivä- ja yötilanteet ovat normaalisti rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla ohjattavia valaistustilanteita, jotka voidaan ohjata päälle myös ohjauspaneelin käsikäyttöpainikkeilla, siivoustilanteen päälle ohjaus tapahtuu vain ohjauspaneelin avulla.

Päivätilanne:

- Myymälä- ja varastotilojen valaisimet toimivat 90 %:n valaistustasolla.
- Kosketinkiskoihin liitetyt valaisimet sekä palvelutiskin valaisimet päällä myymälän jakokeskuksen releyksikön ohjaamana.
- Pysäköintialueen valaisimet ja ulkovalaisimet päällä valoisuusanturitiedon perusteella kiinteistökeskuksen releyksikön ohjaamana
- Mainosvalot päällä mainosvalokeskuksen releyksikön ohjaamana.

Yötilanne:

- Liiketunnistimilla ohjataan varastotilojen valaisimet toimimaan 90 %:n valaistustasolla
- Myymälän valaisimet ohjataan liiketunnistimilla 30 %:n valaistustasolle.
- Puolet pysäköintialueen valaisimista ja ulkovalaisimista päällä valoisuusanturitiedon perusteella kiinteistökeskuksen releyksikön ohjaamana.
- Mainos valot päällä mainosvalokeskuksen releyksikön ohjaamana.

Siivous:

- Myymälän ja varastotilojen valaisimet toimivat 50 %:n valaistustasolla.
- Palvelutiskin valaisimet päällä myymälän jakokeskuksen ohjaamana.

Normaalisti käytössä olevien tilanneohjausten lisäksi suunniteltiin murtoilmoitinjärjestelmän hälytystiedon perusteella päälle ohjattava tilanne, jossa rikosilmoitinjärjestelmä ohjaa myymälään ja varastotiloihin ohjataan täyden valaistuksen.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli suunnitella päivittäistavaramyymälän valaistuksen ohjaukseen käytettävän järjestelmän muutos DALI-valaistusohjausjärjestelmäksi.

Työssä perehdyttiin DALI-järjestelmän toimintaperiaatteisiin, käsiteltiin reititinjärjestelmässä käytettäviä komponentteja sekä järjestelmän suunnittelussa huomioon otettavia asioita.

Työlle asetettuihin tavoitteisiin päästiin, sekä suunnitelman tilaajan järjestelmälle asettamat tavoitteet ja toiminnot täyttyivät, valaistusohjausjärjestelmän suunnitelmat ja aiemmin käytettyyn järjestelmään tehtävien muutosten suunnittelu onnistui hyvin ja suunnitelmat valmistuivat ajallaan.

Insinööriyön tuloksena suunniteltiin myymälän valaistusjärjestelmä ja laadittiin tarvittavat suunnitelmat, joilla myymälän valaistuksen ja valaistusohjausjärjestelmän uudistamistyöt voitiin toteuttaa. Työssä hankittua tietoa on käytetty työn valmistumisen jälkeen suunnitelluissa projekteissa.

Lähteet

406 DALI-toistin. 2016. Verkkoaineisto. Helvar Oy Ab. <https://helvar.com/wp-content/uploads/2019/02/406_DATASHEET_EN-2.pdf> Luettu 24.3.2021.

8-kanavainen releyksikkö (498). 2019. Verkkoaineisto. Helvar Oy Ab. <https://helvar.com/wp-content/uploads/2019/11/498_DATASHEET_FI.pdf> Luettu 24.3.2021.

910 Reititin. 2019. Verkkoaineisto. Helvar Oy Ab. <https://helvar.com/wp-content/uploads/2020/07/910_DATASHEET_FI.pdf> Luettu 24.3.2021.

942 Sisäänmenoyksikkö. 2018. Verkkoaineisto. Helvar Oy Ab. <https://helvar.com/wp-content/uploads/2019/02/942_DATASHEET_FI.pdf> Luettu 24.3.2021.

Comparison between DALI & DALI-2. 2018. Verkkoaineisto. Tridonic. <https://www.tridonic.com/com/en/download/technical/DALI-Comparison-between-DALI-and-DALI-2_en.pdf> Luettu 20.1.2021

DALI Factsheet. 2017. Verkkoaineisto. Lunatone. <<https://www.lunatone.com/en/dali-factsheet/>> Luettu 20.1.2021.

DALI Manual. 2001. Verkkoaineisto. DALI AG <http://www.susaeta.net/attachments/article/42/manual%20dali.pdf>> Luettu 20.1.2021.

DALI Manual. 2020. Verkkoaineisto. Tridonic. https://www.tridonic.se/se/download/technical/DALI-manual_en.pdf Luettu 22.1.2021.

DALI Quick Start Guide. 2018. Verkkoaineisto. Digital Illumination Interface Alliance. <https://www.dali-alliance.org/data/downloadables/6/4/dali-quick-start-guide_public-v1_april-2018.pdf> Luettu 21.1.2021.

DALI-2: New Standards and Mandatory Certification. 2017. Verkkoaineisto. Digital Illumination Alliance. <https://www.dali-alliance.org/data/downloadables/5/1/1709_til-presentation-diia-dali-scott-wade.pdf> Luettu 21.1.2021.

Introducing DALI. 2021. Verkkoaineisto. Digital Illumination Interface Alliance. <<https://www.dali-alliance.org/dali/>> Luettu 21.1.2021.

Kallioharju Kar. Verkkoaineisto. Tampereen Ammattikorkeakoulu. DALI-koulutus, teoriaosio. <<http://docplayer.fi/2189683-Dali-koulutus-teoriaosio.html>> 11.4.2012. Luettu 21.1.2021.

Upotettava PIR-liiketunnistin (311). 2016. Verkkoaineisto. Helvar Oy Ab. <https://helvar.com/wp-content/uploads/2019/02/311_DATASHEET_FI.pdf> Luettu 24.3.2021.

SceneTouch7 (ST7-X). 2020. Verkkoaineisto. Helvar Oy Ab. <https://helvar.com/wp-content/uploads/2020/04/ST7-X_DATASHEET.pdf> Luettu 24.3.2021.

Snep Mode C Ramppiasennus. 2020. Verkkoaineisto. Purso <https://purso.fi/wp-content/uploads/2019/05/SNEP_Mode_C_ramppiasennus-1.pdf> Luettu 21.1.2021.

Snep Mode C tuotekortti. 2021. Verkkoaineisto. Purso. <<https://purso.fi/wp-content/uploads/2020/12/SNEP-Mode-C-tuotekortti-012021-1.pdf>> Luettu 21.1.2021.

Strömfors IHC. 2003. Verkkoaineisto. Strömfors. <<https://docplayer.fi/7425956-Stromfors-ihc-alykas-sahkonohjausjarjestelma-turvallisempi-mukavampi-ja-taloudellisempi-koti.html>> Luettu 24.3.2021.