

Teemu Heikkola

Päivittäistavarakaupan myymälän käytävien valaistusohjauksen kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

15.11.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Teemu Heikkola Päivittäistavarakaupan myymälän käytävien valaistusohjauksen kehittäminen 49 sivua + 6 liitettä 15.11.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Sähköinsinööri Lauri Alanko Yliopettaja Jarno Varteva
<p>Opinnäytetyön aiheena oli päivittäistavarakaupan myymälän käytävien valaistusohjauksen kehittäminen. Työn päätavoitteena oli kehittää ja tarkastella erilaisia vaihtoehtoja myymälän käytävien valaistuksen ohjaukseen. Työn tarkoituksena oli se, että valaistusohjauksen avulla saataisiin lisää kustannussäästöjä ja valaistusohjaustapoja tarkasteltaisiin kahteen erikoiseen päivittäistavara kauppaan. Esimerkkikohteisiin oli tarkoituksena suunnitella erilaiset toteutukset, ja laskea niihin kustannukset ja takaisinmaksuajat. Valaistusohjausjärjestelmänä insinöörityössä käytettiin DALI-valaistusohjausjärjestelmää.</p> <p>Työssä käsiteltiin monipuolisesti DALI-valaistusohjausjärjestelmää. DALI-valaistusohjausjärjestelmästä käytiin läpi sen erilaiset komponentit, järjestelmän toimintaa sekä rakennetta ja lisäksi ohjelmointia. Muita työssä käytäviä asioita olivat valaistuksen energiankulutus, esimerkkikohteet, kaikki erilaiset toteutukset ja kustannukset. Valaistuksen energiankulutuksesta käsiteltiin sen osuutta kokonaisenergiankulutuksesta ja käytiin läpi tapoja, joiden avulla pystyy lisäämään säästöjä. Esimerkkikohteista esiteltiin niiden pinta-alat, käytävien pituudet ja syyt miksi ne ovat tässä työssä. Erilaisia toteutuksia tuli yhteensä neljä ja kustannussäästöjä varten laskettiin sopiva kerroin, jotta saatiin laskettua saavutettavat kustannussäästöt.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville, että valaistusohjaukset kannattaa toteuttaa isompiin ja toisenlaisiin kohteisiin. Työssä suunnitellut valaistusohjaukset kannattaa toteuttaa tällä hetkellä Kodin Terra -tyyppiin kauppoihin ja tulevaisuudessa DALI-2-standardin edetessä myös päivittäistavara kauppoihin. Lasketuista kustannuksista saatiin pääteltyä valaistusohjauksien mahdollisia kustannussäästöjä ja takaisinmaksuaikoja. Laskettujen kustannuksien perusteella pääteltiin, että toteutustavalla ei ole suurta merkitystä kustannuksiin ja valaistusohjaukset kannatti toteuttaa vain isompaan esimerkkikohteeseen.</p>	
Avainsanat	DALI, kustannussäästö, päivittäistavara kauppa

Author Title	Teemu Heikkola Grocery Store's Aisle Lighting Control Development
Number of Pages Date	49 pages + 6 appendices 15 November 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electric Power Engineering
Instructors	Lauri Alanko, Electrical Engineer Jarno Varteva, Principal Lecturer
<p>The topic of this study was grocery store's lighting control development. Improving and re-researching different lighting control options to the grocery store's aisles was the main goal in this study. The purpose was to increase cost saving with lighting control and to analyze two different size grocery store's lighting control options. Planning, calculating cost and repayment period to each execution was one of the main tasks. DALI lighting control system was used in both executions.</p> <p>In this thesis DALI lighting control system is handled in various ways: lighting control components, system function and structure and programming are explained. Also lighting energy consumption, example properties, different implementation and costs are handled. The lighting energy consumption is handled by its share of total energy consumption and ways in which savings could be increased. Example properties are presented with their areas, corridor lengths and the reason why they are used in this study. In total, four executions are made, and suitable coefficient is calculated for cost savings, to calculate the cost savings achieved.</p> <p>The result shows, that it is profitable to carry out implementations handled in this study in larger and different types of properties. The lighting controls planned in the thesis should be implemented in Kodin Terra type stores and in the future, when DALI-2 standard has advanced, to grocery stores. From calculated costs, conclusion could be made about lighting controls' possible cost saving and repayment times. From calculated cost it was discovered, that execution is not of great importance to costs, and that it is feasible to carry out lighting controls only in the larger example property.</p>	
Keywords	DALI, cost saving, grocery store

Sisällys

1 Johdanto	1
2 DALI-valaistusohjausjärjestelmä	2
2.1 Komponentit	3
2.2 Järjestelmän rakenne ja toiminta	11
2.3 Ohjelmointi	16
3 Valaistus ja energiankulutus	19
4 Esimerkkikohteet	20
4.1 Sale Riihimäki	20
4.2 S-market Tammela	22
5 Myymälöiden käytävien valaistusohjauksien toteutukset	23
5.1 Sale Riihimäen toteutus	23
5.1.1 Toteutus Helvarin omilla liiketunnistimilla	27
5.1.2 Toteutus järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla	30
5.2 S-market Tammelan toteutus	34
5.2.1 Toteutus Helvarin omilla liiketunnistimilla	36
5.2.2 Toteutus järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla	39
6 Kustannukset	41
6.1 Energiansäästö	41
6.2 Kustannukset	44
7 Yhteenveto	46
Lähteet	48
Liite 1. Sale Riihimäen toteutus Helvarin liiketunnistimilla	
Liite 2. Liiketunnistimien tekniset tiedot	
Liite 3. Sale Riihimäen toteutus järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla	
Liite 4. S-market Tammelan toteutus Helvarin liiketunnistimilla	
Liite 5. Esylux PD-C360i/8plus tekniset tiedot	
Liite 6. S-market Tammelan toteutus järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla	

1 Johdanto

Opinnäytetyössäni on tavoitteena kehittää päivittäistavarakaupan myymälän valaistuksen ohjausta. Valaistuksen ohjausta on tarkoitus kehittää myymälän käytävillä ja sen ohjauksessa on tavoitteena tarkastella erilaisia vaihtoehtoja ja toteutustapoja. Toteutustavoista ja vaihtoehtoista on tarkoituksena suunnitella ne ja laskea niihin kuluvat kustannukset. Tavoitteena olisi saada selville, mikä toteutustapa olisi tällä hetkellä paras ja edullisin vaihtoehto myymälän käytävien ohjaukseen. Valaistuksen ohjauksessa hyödynnetään DALI-valaistusohjausjärjestelmää, jota käytetään nykyään lähes poikkeuksetta kaikissa uusissa kiinteistöissä.

Opinnäytetyössäni on tarkoituksena tarkastella valaistusohjausta kahteen erikokoiseen päivittäistavarakauppakiinteistöön. Esimerkkikiinteistöt ovat olemassa olevia, mutta niitä käytetään vain esimerkkeinä. Suunniteltavat valaistusohjaukset on tarkoitus tarkastella miettien niitä uusiin kiinteistöihin. Suunniteltavia valaistusohjauksia voidaan myös vaihtoehtoisesti tarkastella olemassa oleviin, mikäli kyseisissä kiinteistöissä on jo DALI-valaistusohjausjärjestelmä.

Työn tilaaja on JHS-Sähkö Oy, joka on sähköurakointifirma ja perustettu vuoden 2007 loppupuolella. Yrityksen tärkeimmät tuotteet ovat sähkösuunnittelu ja sähköurakointi erilaisille asiakkaille. Erilaisia asiakkaita ovat yritykset, yksityiset ja julkiset yhteisöt. JHS-Sähkö Oy:n liikevaihto oli 1,3 miljoonaa euroa vuonna 2016 ja yrityksessä työskentelee parhaillaan noin 10 henkilöä.

Työn aihe syntyi yhdessä ohjaajani kanssa. Työn aihe on ajankohtainen, koska energian säästäminen ja energiatehokkuus ovat nykyään entistä tärkeämpiä asioita. Työ valittiin, koska päivittäistavarakaupat ovat keskeinen osa yrityksen töitä ja työn aihe on mielenkiintoinen tulevaisuuden myymälöiden valaistusohjauksien kannalta. Yritys saa opinnäytetyöstäni tietoa myymälän käytävien valaistusohjauksen kannattavuudesta ja DALI-valaistusohjausjärjestelmästä.

2 DALI-valaistusohjausjärjestelmä

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) on digitaalinen ja osoitteellinen valaistuksen ohjaukseen tarkoitettu väyläpohjainen järjestelmä. DALI-valaistusohjausjärjestelmä on kehitetty aikoinaan muutaman suuren valaisin- ja liitäntälaittevalmistajan toimesta. Valmistajia olivat Helvar, Osram, Philips sekä Tridonic ja valaistusohjausjärjestelmä kehitettiin alun perin vuonna 1999. Suosituimmat tuotteet ovat Helvarin valmistamia. [1, s. 147–148; 2.]

DALI-valaistusohjausjärjestelmä perustuu digitaalisten liitäntälaitteiden standardeihin IEC 62386 ja IEC 60929. Standardit rajoittuivat kauan vain pelkkiin liitäntälaitteisiin, mutta nyt standardi IEC 62386 on laajentunut myös järjestelmän muihin komponentteihin. Standardin IEC 62386 päivitettyä versiota kutsutaan myös nimellä DALI-2. Uudessa standardissa vaatimukset ovat paljon yksityiskohtaisempia kuin edellisen standardin DALI-1 vaatimukset. DALI-2-standardin vaatimukset täyttävä tuote saa DALI-2-sertifikaatin ja ne varustetaan DALI-2-logolla, joka näkyy kuvassa 1. DALI-2-sertifikointia hoitaa DiiA (Digital Illumination Interface Alliance). [1, s. 147–148; 3.]

DiiA on avoin, globaali ja voittoa tavoittelematon valaistusyhdistys. Yhdistyksen tavoitteena on kasvattaa DALI-valaistusohjausjärjestelmän markkinoita, joka perustuu edellä mainittuun päivitettyyn IEC 62386 standardiin. Uusi sertifikointiohjelma on käynnistynyt 28.8.2017 DiiA-sivuilla olevan uutisen mukaan. Sertifikointiohjelma etenee vaihe vaiheelta eteenpäin ja tavoitteena on saada yhteensopivia tuotteita eri valmistajien välille. Yhteensopivat tuotteet mahdollistavat monipuolisemmat järjestelmät ja lisäävät valinnanvaraa tuotteisiin. DiiA-jäseniä ovat Erco, Helvar, Insta, Lutron, Osram, Philips Lighting ja Tridonic. [3.]



Kuva 1. DALI-2 logo [3].

2.1 Komponentit

Tässä luvussa käydään läpi DALI-valaistusohjausjärjestelmän eri komponentteja ja niiden toimintaa. Järjestelmän komponentit, joita käytetään esimerkkeinä ovat Helvarin valmistamia. Järjestelmän komponentteja ovat seuraavat:

Tehonlähde

DALI-valaistusohjausjärjestelmä ja sen väylälaitteet tarvitsevat toimiakseen tehonlähteen. Tehonlähteen avulla väylään syntyy jännite ja väylälaitteet saavat niiden tarvitseman virran. Yhden tehonlähteen tuottama virta on maksimissaan 250 mA ja se on samalla maksimivirta, joka yhdessä väylässä saa kulkea. Tehonlähteitä on erillisinä (kuva 2) tai niitä voi olla myös esimerkiksi reitittimissä. Tehonlähteiden tuottama virta on yleensä noin 90–250 mA:n luokkaa. [4; 5; 6.]

Valaisimien DALI-liitäntälaitteiden virrankulutus on rajoitettu niin, että ne kuluttavat maksimissaan 2 mA. Muut väylälaitteet kuluttavat 2–40 mA riippuen laitteesta. Tyypillisesti yleensä paljon kuluttavia laitteita ovat järjestelmäsensorit etenkin mikroaaltoliiketunnistimet. [4; 7.]



Kuva 2. 402 DALI-virtalähde [4].

Järjestelmäsensorit

Järjestelmäsensoreilla on merkittävä vaikutus järjestelmän energiantehokkuuteen. Sensoreilla saadaan ohjattua valaistusta automaattisesti ja älykkäästi. Sensoreita on toimintaperiaatteeltaan monenlaisia. Erilaisia sensoreita ovat PIR-sensorit, mikroaaltosensorit, valosensorit ja näiden yhdistelmät, joita sanotaan multisensoreiksi (kuva 3). PIR-sensorin toiminta perustuu infrapunailmaisimeen, joka reagoi valvonta-alueella tapahtuvaan lämpötilan muutokseen eli liikkuvaan kohteeseen, jonka lämpötila eroaa ympäristöstä. Mikroaaltosensorin toiminta perustuu matalatehoisen pulssin heijastumiseen takaisin liikkuvista kohteista. Valosensorin toiminta perustuu ympäristön valaistustason mittaamiseen. [4; 8.]

Helvarin PIR-sensorien valvonta-alueet ovat tyypillisesti pieniä. Valvonta-alueiden halkaisijat jäävät yleensä noin 10 metriin. Ne soveltuvat hyvin pieniin tiloihin. Helvarilla on myös olemassa korkean tilan PIR-sensori (kuva 5), jonka valvonta-alueen halkaisija on 40 metriä, joten ne soveltuvat kuitenkin myös isompiin tiloihin. Mikroaaltoliiketunnistimien (kuva 4) valvonta-alueet ovat isoja, ja ne soveltuvat esimerkiksi pitkiin käytäviin. Valoantureita käytetään esimerkiksi päivänvalo tai vakiovalo-ohjaukseen. Päivänvalo- ja vakiovalo-ohjauksessa otetaan huomioon ulkoiset valonlähteet ja himmennetään valaistusta sen verran, että valaistusvoimakkuus pysyy samana koko ajan. [4.]



Kuva 3. Digidim 312 multisensori [4].



Kuva 4. Digidim 314 kääntyvä mikroaaltoliiketunnistin [4].



Kuva 5. Digidim 317 korkean tilan PIR-liiketunnistin [4].

Sisäänmenoyksiköt

Sisäänmenoyksiköillä saadaan liitettyä ulkopuolisia ohjauksia DALI-valaistusohjausjärjestelmään. DALI-valaistusohjausjärjestelmään pystyy liittämään järjestelmän ulkopuolisia ohjauslaitteita, joissa ohjaus perustuu kytkintietoon. [4.]

Helvarilla on olemassa minisisäänmenoyksikkö 444 (kuva 7), jonka avulla saa suoraan kojerasiassa yhdistettyä normaalin kytkin- tai painonappiohjauksen DALI-väylään. Lisäksi Helvarilla on olemassa myös kentälle sopiva minisisäänmenoyksikkö 445 (kuva 8), johon pystyy lisäämään neljä DALI-valaistusohjausjärjestelmän ulkopuolista kytkinohjausta. Minisisäänmenoyksikön 445 huonona puolena on se, että kytkimet saavat olla kuitenkin vain maksimissaan 0,5 metrin päässä siitä. Tarkastellaan tarkemmin Helvarin digidim 942 sisäänmenoyksikköä (kuva 6).

Digidim 942 -sisäänmenoyksikkö on suunniteltu erilaisten kytkimien, sensorien, kellokytkimien ja muiden päälle/pois-kytkinten liittämiseen DALI-valaistusohjausjärjestelmään. Sisääntuloon voi liittää myös analogisia 1–10 V:n sisääntuloja. Sisääntulojen kytkintiedot voivat olla joko vain hetkellisiä tai pysyviä. Kytkintiedon muuttumisesta aiheutuva toiminto voidaan ohjelmoida. [4.]

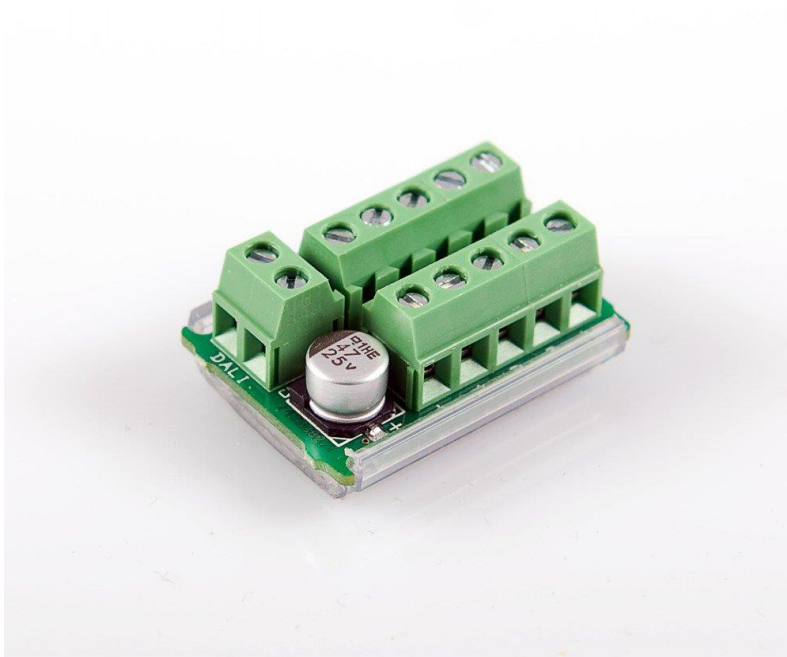
Digidim 942 sisäänmenoyksikön käyttöä rajoittava tekijä on se, että ulkopuolisen ohjauslaitteen ja sisäänmenoyksikön välinen etäisyys ei saa olla kuin 50 metriä. Huomioitavaa on myös se, että analogiset 1–10 V:n sisäänmenot tarvitsevat oman tehonlähteen. [4.]



Kuva 6. Digidim 942 -sisäänmenoyksikkö [4].



Kuva 7. Digidim 444 -minisisäänmenoyksikkö [4].



Kuva 8. Digidim 445 -minisisäänmenoyksikkö [4].

Ohjauspaneelit

Ohjauspaneelien avulla pystyy ohjaamaan DALI-valaistusohjausjärjestelmän toimintaa. Ohjauspaneelilla pystyy ohjaamaan valaisimia päälle/pois, himmentämään ja tietyin edellytyksin muuttamaan valon väriämpötilaa. Ohjauspaneelista ovat erilaiset modulaariset paneelit (kuva 9) ja valon väriämpötilan säätöön tarkoitetut väriohjauspaneelit (kuva 10). Modulaarisilla paneelilla pystyy tekemään esimerkiksi tilanohjauksia, valaistusvoimakkuuden säätöä ylös/alas ja sammuttamaan kaikki valot OFF-painikkeella riippuen ohjauspaneelistä ja sen painikkeiden määrästä. [4.]

Valon väriämpötilan ohjaukseen eli RGB-ohjaukseen (Red Green Blue) tarvitaan kylmää ja lämmintä valoa tuottavia ledejä. RGB-ohjaus DALI-valaistusohjausjärjestelmällä tarvitsee DALI-standardin lisäyksen 209 (DALI Device Type 8) mukaisen liitännälaitteen. Standardin mukaisella liitännälaitteella valonohjaus onnistuu yhtä DALI-osoitetta käyttämällä eikä siinä tarvita erikseen ohjelmointia. Mikäli valaisimen liitännälaitte ei täytä standardia 209, tarvitaan ohjauksen toimimiseksi paljon ohjelmointia ja säätöä. Tarvitaan muun muassa kaksi DALI-osoitetta toinen kylmiä ja toinen lämpimiä ledejä varten. [9.]



Kuva 9. 13xx modulaariset paneelit [4].



Kuva 10. 192xx ILLUSTRIS-väriämpötilaohjauspaneeli [4].

Reitittimet

Reitittimet ovat tärkeässä osassa järjestelmän laajuuden ja monipuolisuuden kannalta. Reitittimen avulla saadaan yhdistettyä DALI-väyliä toisiinsa. Ilman reititintä DALI-valaistusohjausjärjestelmässä ei pystyisi olemaan kuin yksi väylä, jonka laitteet voisivat kommunikoida keskenään. Yhdessä reitittimessä voi olla kaksi tehonlähdettä. Kahden tehonlähteen ansiosta yhteen reitittimeen voidaan yhdistää kaksi eri DALI-väylää eli siihen on mahdollista yhdistää 128 eri väylälaitetta. Reitittimiä pystyy myös lisäämään useampia yhteen järjestelmään. Lisäämällä useampia reitittimiä toisiinsa saadaan toteutettua isompia DALI-valaistusohjausjärjestelmiä. Reitittimiä lisätään toisiinsa Ethernet-yhteyttä käyttäen. Reitittimessä on RJ-45-portti, josta yhteys vietään yleiskaapelointiverkkoa pitkin CAT-kaapelin avulla Ethernet-kytkimelle. Ethernet-kytkimeen yhdistetään kaikki reitittimet. Yhdistämällä useampia reitittimiä toisiinsa saadaan aikaan jopa 12 800 DALI-laitetta sisältävä järjestelmä. Reitittimien suositeltu määrä yhdessä järjestelmässä on 100 kappaletta. [5.]

Reitittimessä reaaliaikainen kello, joka mahdollistaa erilaiset aikaohjaukset kalenterin mukaan ja lisäksi reitittimen avulla onnistuu DALI-valaistusohjausjärjestelmän integrointi muihin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin. [4.]

Helvarilla on olemassa kolme erilaista reititintä ja reititin malleja ovat 905, 910 ja 920. 905 malli (kuva 11) on kaikista yksinkertaisin. 905 mallissa on vain yksi sisäänrakennettu tehonlähde ja siihen voi liittää vain yhden DALI-väylän. 910 malli on muuten samanlainen, mutta siinä on sisäänrakennettuna kaksi tehonlähdettä. 920 mallissa on vuorostaan kaksi tehonlähdettä ja siinä on monia eri liityntä mahdollisuuksia muihin järjestelmiin esimerkiksi DMX-valaistusohjausjärjestelmään. [4.]



Kuva 11. Digidim reititin 905 [4].

Muut komponentit

Viimeisessä komponentit osiossa käydään läpi lyhyesti mitä komponentteja on, joita olisi mahdollista käyttää osana DALI-valaistushajautusjärjestelmää. Helvarin säätimillä pystyy ohjaamaan erilaisia valaistuskuormia. Säädettävänä valaistuskuormina ovat resistiiviset, kapasitiiviset ja induktiivisetkin kuormat. Säätimillä on tarkoitus himmentää esimerkiksi hehku-, halogeenilamppuja ja pienoisjännitehalogeenilamppuja. [4.]

Relejäkäsillä pystyy ohjaamaan muita kuin valaisimia päälle/pois. Relejäkäsillä (kuva 12) pystyy ohjaamaan muun muassa esimerkiksi verhoja tai valkokankaita.

Liitäntälaitteohjaimilla voidaan ohjata ei DALI-liitäntälaitteita eli esimerkiksi loisteputkivalaisimen elektronista liitäntälaitetta. Muita lisälaitteita ovat myös DALI-toistimet (kuva 13), jolla saadaan pidennettyä väylän pituutta 300 metristä 600 metriin. DALI-toistin toimii myös tehonlähteenä, mutta se ei kuitenkaan lisää osoitteiden määrää. [4.]



Kuva 12. 490 2 x 2,3 A:n -verhomoottoriohjain [4].



Kuva 13. 406 DALI-toistin [4].

2.2 Järjestelmän rakenne ja toiminta

DALI-valaistusohjausjärjestelmä on hajautettu järjestelmä. Hajautettu järjestelmä tarkoittaa sitä, että jokaisessa järjestelmän laitteessa on automaatiota. Jokaisen laitteen oman automaation avulla jokainen laite pystyy suorittamaan omat tehtävänsä. Jokainen järjestelmän laite toimii toisista riippumatta ja tämä tekee järjestelmästä joustavamman, koska ei ole mitään keskusyksikköä, joka ohjaisi järjestelmän toimintaa ja rajoittaisi järjestelmän kokoa. Hajautettu järjestelmä tekee joustavuuden lisäksi järjestelmästä myös varmatoimisemman, koska ei ole keskusyksikköä, jonka mennessä rikki koko järjestelmä ei toimisi enää ollenkaan. [1, s. 147–155.]

DALI-valaistusohjausjärjestelmä on hajautetun järjestelmän lisäksi avoin järjestelmä. Avoimessa järjestelmässä käytetään tiedonsiirtoon avointa protokollaa. Avoimessa järjestelmässä tiedonsiirto protokollat ovat avoimia ja niiden tekniikka ei ole mitenkään salaista. [1, s. 147–155.]

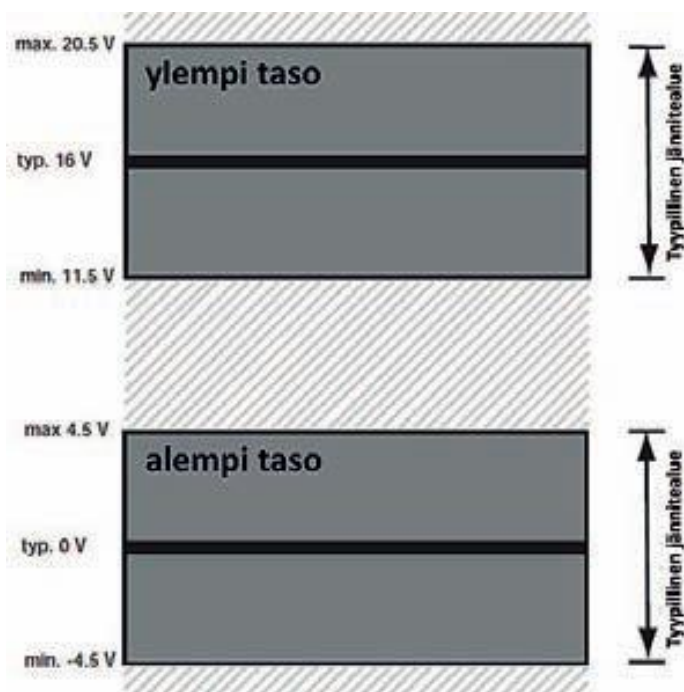
Protokolla tarkoittaa yhteyskäytäntöä ja se määrittelee sekä mahdollistaa laitteiden ja ohjelmien väliset yhteydet. Protokollan mukaan toinen osapuoli lähettää viestin ja toinen osapuoli ottaa vastaa viestin. Vastaanottaja reagoi viestiin ja mahdollisesti vastaa myös siihen. Protokollalla on tietynlainen toimintalogiikka sekä keskustelukieli ja protokollaa tarvitaan, jotta järjestelmän kaikki komponentit ymmärtäisivät toisiaan. Komponenttien välinen keskustelu tapahtuu sanomien avulla. Sanomat ovat protokollan tietoyksiköitä, ja niille on määritelty syntaksi ja semantiikka. Syntaksi kertoo sanomien rakenteen ja semantiikka sanomien yhteyden toimintalogiikkaan. [1, s. 157.]

DALI-valaistusohjausjärjestelmä on digitaalinen, osoitteellinen ja väyläpohjainen. Digitaalisella tarkoitetaan bittimuotoiseksi muutettua tietoa. DALI-valaistusohjausjärjestelmässä tietoa siirretään DALI-väylässä digitaalisesti bittien 0 ja 1 avulla. Digitaalista tietoa siirretään väylän avulla. DALI-järjestelmä käyttää tiedonsiirrossa myös osoitteita, joiden avulla voidaan käyttää järjestelmää ja näyttää sen toimintaa. [5.]

DALI-valaistusohjausjärjestelmän tiedonsiirtoprotokolla on kaksisuuntaista. Kaksisuuntaisuus tarkoittaa sitä, että kun ensin sanoman lähettäjä lähettää sanoman ja vastaanottaja vastaanottaa sen, niin myös vastaanottaja voi lähettää sanoman takaisin. DALI-valaistusohjausjärjestelmässä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että valaisimen liitäntälaite lähettää sanoman takaisin. Valaisimen liitäntälaite voi lähettää sanoman esimerkiksi siitä, että liitäntälaite on viallinen. [7.]

DALI-valaistusohjausjärjestelmä käyttää tiedonsiirrossa Manchester-koodausta. Manchester-koodauksessa jokaisen bitin kohdalla tapahtuu muutos, vaikka siinä olisi monta samaa bittiä peräkkäin. Muutos signaalissa tapahtuu bitin keskellä. DALI-valaistusohjausjärjestelmässä lähettimen 0-bittiä vastaava jännitetaso on 0 V:a ja jännitetaso voi vaihdella 4,5 V:n ja -4,5 V:n välillä. Lähettimen 1-bittiä vastaava jännitetaso on vuorostaan 16 V ja sen vaihteluväli voi olla 4,5 V. Jännitteen ollessa 20,5 V:n ja 11,5 V:n välissä bitti luokitellaan lähettimessä ykköseksi. Vastaanottimessa 0-bitin jännitetaso on 0 V ($\pm 6,5$ V) ja 1-bitin jännitetasoa vastaa 16 V ($\pm 6,5$ V). Määrittelemätön alue on alue, joka jää 1-bitin jännitetason ja 0-bitin jännitetason väliin. Määrittelemättömällä alueella olevia jännitteitä ei luokitella 0-bitiksi eikä 1-bitiksi. Järjestelmän ollessa perustilassa jännitetaso on ylätasossa 16 V ($\pm 4,5$ V), joka DALI-valaistusohjausjärjestelmän väylän nimellisjännite. Alemman ja ylemmän jännitetason riittävän suuren eron takia DALI-väylässä kulkeva signaali kestää hyvin sähköistä kohinaa, niin ettei sen toiminta häi-

riinny. Sähkömagneettisten häiriöiden vaikutusta pienentää käytetty alhainen jännitetaso ja hidas tiedonsiirtonopeus 1,2 kbit/s. Tiedonsiirtonopeuden hitaudesta voi käyttää esimerkkinä KNX-järjestelmän tiedonsiirtonopeutta, joka on 9,6 kbit/s. [1, s. 151; 5.]



Kuva 14. DALI-väylän jännitetasot [1].

DALI ja kiinteistöautomaatio

DALI-valaistusohtausjärjestelmä on tarkoitettu ainoastaan valaistuksen ohjaukseen ja se ei sovellu yksinkertaisuutensa vuoksi itsenäiseksi koko rakennuksen kiinteistöautomaatiojärjestelmäksi. DALI-valaistusohtausjärjestelmä voidaan liittää kuitenkin kiinteistöautomaatiossa alajärjestelmäksi tai se voi toimia kokonaan erillisenä järjestelmänä. DALI-järjestelmä on mahdollista liittää muihin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin erilaisilla väylämuuntimilla. Erilaisia väylämuuntimilla järjestelmä voidaan liittää KNX-, Modbus- tai LON-järjestelmiin. [1, s. 152.]

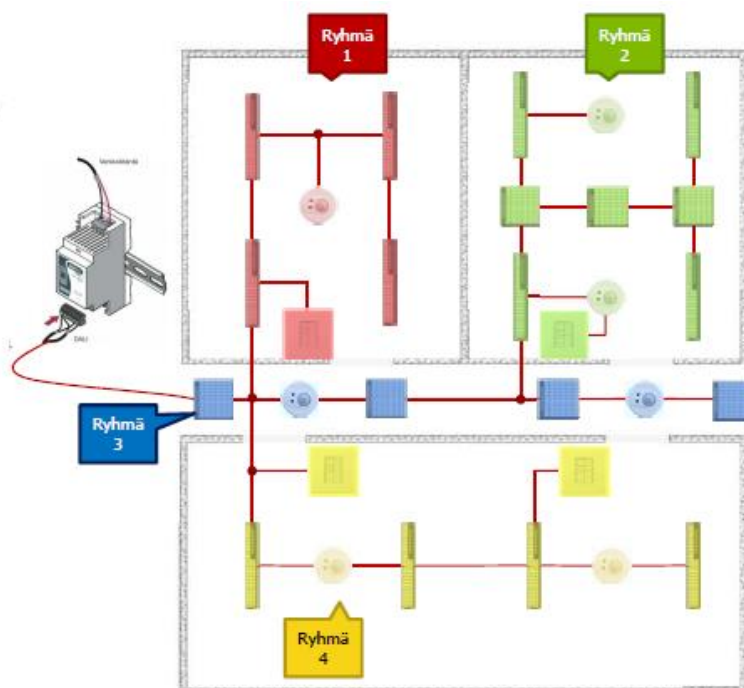
DALI-valaistusohtausjärjestelmät jaotellaan kahteen kategoriaan. Kategorioita ovat perus-DALI-järjestelmä ja reititin-DALI-järjestelmä. Perus-DALI-järjestelmässä on vain yksi väylä ja reititin-DALI-järjestelmässä useampia väyliä reitittimien ansiosta. Pienin mahdollinen DALI-valaistusohtausjärjestelmä koostuu tehonlähteestä, yhdestä ohjainlaitteesta, yhdestä valaisimen liitäntälaitteesta ja DALI-väylästä. [1; 5.]

Järjestelmän toiminta

Yksinkertaisin DALI-valaistusohjausjärjestelmä toimii niin, että tehonlähde syöttää virran DALI-väylään ja väylälaitteet ottavat tarvitsemansa virran. Tämän jälkeen järjestelmän toiminta on mahdollista, mikäli väylässä on valaisimen liitäntälaitte ja ohjainlaite esimerkiksi sensori tai ohjauspaneeli. [5; 7.]

Ohjaus tapahtuu digitaalisen signaalin avulla. DALI-järjestelmän käytetään ohjaukseen osoitteita. Jokaisella väylälaitteella on yksilöllinen laiteosoite. Yksilöllisinä osoitteina käytetään 24-bittistä laiteosoitetta. Laiteosoitetta ei käytetä ohjaukseen vaan, sillä saadaan yksilöityä jokainen väylälaitte. Ohjausta varten käytetään 6-bittistä lyhytosoitetta. Lyhytosoitteen avulla saadaan määritettyä osoite, jolla kyseistä väylälaitetta kutsutaan. DALI-väylälaitteita voi olla yhdessä väylässä 6-bittisen lyhytosoitteen avulla 64 kappaletta. Ryhmiä pystyy perus DALI-järjestelmässä luomaan maksimissaan 16 kappaletta. Valaistustasoja voi olla 255 erilaista ja valaistustilanteita voi olla yhdellä valaisimen liitäntälaitteella maksimissaan 16 kappaletta. [5.]

Väylälaitteet ovat kaikki yhdistetty samaan väylään. Isommissa järjestelmissä DALI-väyliä voidaan yhdistää reitittimien avulla. DALI-väylän avulla digitaalinen signaali siirretään väylälaitteiden välillä. 2-johtimisen väylän kaapelina ei tarvitse olla parikierrettyä tai eristettyä kaapelia eikä siinä tarvita päätevastuksia. Vaatimuksena on se, että johtimet ja väylään liitettävien laitteiden tulee olla verkkojännitteen kestäviä. Muita erityisvaatimuksia väylän ohjauskaapelille ei ole, joten sitä ei tarvitse muuten erityisesti suojata. DALI-väylän maksimipituus riippuu jännitteenalenemasta. Jännitteenalenema saa olla maksimissaan 2 V. Jännitteenalenema riippuu väylässä käytetystä johtimien poikkipinta-alasta ja väylässä kulkevasta virrasta. Väylän pituus 250 mA:n maksimivirralla voi olla 0,5 mm²:n poikkipinta-alalla maksimissaan 100 metriä, 0,75 mm²:n poikkipinta-alalla 100–150 metriä ja 1,5 mm²:n poikkipinta-alalla 150–300 metriä. Väylä voidaan kaapeloida tähteen, sarjaan tai se voi koostua näiden yhdistelmästä. Silmukkamainen kaapelointi ei ole sallittu. DALI-väylän kaapeloinnissa väylän johtimina käytetään joko 5-kertaisen MMJ:in kahta vaihejohtinta tai väylä kaapeloidaan kokonaan omalla kaapelilla. [1.]



Kuva 15. DALI-väylän kaapelointi esimerkki [2].

Yläpuolella oleva kuva havainnollistaa DALI-väylän kaapelointia. Kuvan järjestelmä perus DALI-järjestelmä, koska siinä on erillinen tehonlähde. Tehonlähteen syöttämässä väylässä on kaikki järjestelmän väylälaitteet. Väylälaitteet on ryhmitelty neljään eri ryhmään tilojen mukaan. Ryhmittelyä pystyy muuttamaan tarvittaessa ohjelmoimalla. DALI-väylässä pitää ottaa huomioon aikaisemminkin mainitut osoitteiden maksimimäärät eli 64 osoitetta, väylän suurin sallittu pituus 300 metriä ja näiden lisäksi myös DALI-väylän maksimivirta, joka on 250 mA. [2.]

Kuvan toteutuksessa valaisimia on 19, sensoreita 7 ja ohjauspaneeleita 4 kappaletta. Yhteensä osoitteita tulee 30 kappaletta, joka on alle sallitun maksimimäärän. DALI-väylässä kulkevaan virtaan vaikuttaa se, kuinka paljon väylälaitteet ottavat virtaa väylästä. Valaisimen liitäntälaitteet ottavat 2 mA per valaisin, kuvan multisensori 15 mA ja ohjauspaneeli 10 mA. Yhteensä ne ottavat väylästä 183 mA:n verran virtaa, joka jää myös alle sallitun maksimimäärän. Väylän pituus ylittyy todella harvoin, koska se saa olla 300 metriä pitkä. Edellä mainittujen kriteerien täytyessä voidaan todeta järjestelmä toimivaksi. [2.]

2.3 Ohjelmointi

DALI-valaistusohjauksjärjestelmän käyttöönotossa tarvitaan yleensä ohjelmointia. Ohjelmoinnin voi tehdä tietokoneella, kaukosäätimellä tai esimerkiksi LCD-kosketusnäytöllä. Ohjelmoinnissa pystyy luomaan ryhmiä, valaistustilanteita ja muuttamaan esimerkiksi ohjauspaneelien painikkeista tapahtuvaa toimintaa. Ohjauspaneelista voi esimerkiksi määritellä koskeeko valittu toiminto yksittäistä valaisinta, ryhmää vai kaikkia. Kaikkia valaisimia koskevaa komentoa sanotaan broadcast-komennoksi. Samat ohjelmointimahdollisuudet ovat kaikilla muillakin ohjainlaitteilla. Yleisesti ohjelmoinnissa on mahdollista tehdä muutoksia erilaisiin viiveaikoihin ja oikeastaan kaikkiin ominaisuuksiin, joita kyseisissä laitteissa on. Ohjelmointia ei välttämättä tarvitse aina, mikäli käyttää suoraan laitteisiin aseteltuja valmiita esiasetuksia. [1, s.150; 7.]

Yksinkertaisissa ja pienissä järjestelmissä ohjelmoinnin voi tehdä esimerkiksi Helvarin 303 infrapuna kauko-ohjaimella. Kauko-ohjaimella voi luoda ryhmiä, muokata valotasojen esiasetuksia ja muodostaa erilaisia valaistustilanteita. Kauko-ohjaimella tehtävät ohjelmoinnit koskevat järjestelmiä, joissa on vain yksi DALI-väylä, eli puhutaan perus-DALI-järjestelmästä. [4; 5.]

Ohjelmoinnin vaatimusten kasvaessa ohjelmointi tehdään tietokoneella. Perus DALI-järjestelmä ohjelmoidaan tietokoneella Helvarin Digidim Toolbox -ohjelmalla. Yhteys DALI-järjestelmään muodostetaan tietokoneella USB-DALI-sovittimen avulla. [7.]

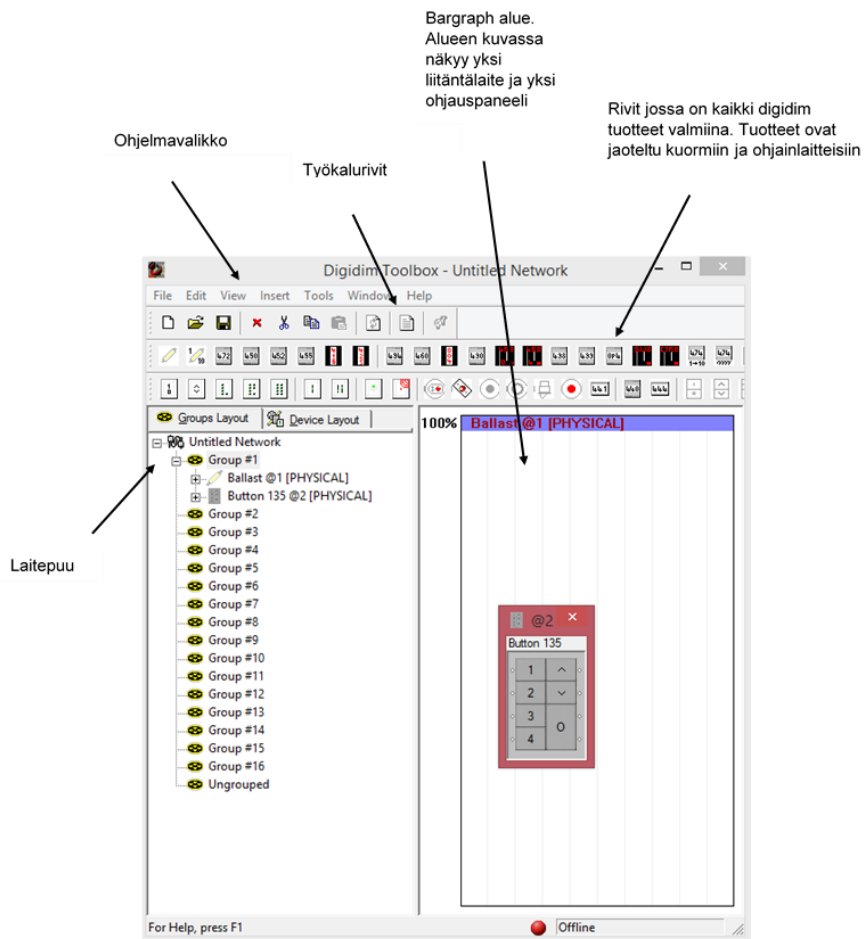
Digidim Toolbox

Digidim Toolbox -ohjelman lataaminen on ilmaista. Ohjelman saa ladattua omalle tietokoneelle Helvarin sivuilta. Ohjelman voi hyvin opetella itsenäisesti. Käynnistäessä Digidim Toolbox-ohjelman se kysyy, haluatko käyttää ohjelmaa offline- vai online-tilassa. Offline-tilassa pystyy simuloimaan järjestelmän eri toimintoja yhdistämättä niitä mitenkään todellisiin DALI-väylän laitteisiin. Online-tilassa taas pystyy yhdistämään ohjelmoinnit todellisiin DALI-väylän laitteisiin. Digidim Toolbox -ohjelmassa on kaikki Digidim-tuotteet ja niiden ominaisuudet valmiina ilman, että tuotteita tarvitsee erikseen ladata mistään. [10.]

Ohjelma koostuu ohjelmavalikosta, työkalurivistä, laitepuusta, digidim laitteiden rivistä ja bargraph-alueesta. Ohjelmavalikossa on paljon samoja toimintoja kuin muissakin windows pohjaisissa ohjelmissa. Ohjelmavalikossa pystyy tekemään esimerkiksi uuden tiedoston, tallentamaan, muuttamaan käyttöliittymän näkymää erilaiseksi, lisäämään laitteita järjestelmään ja lisäämään ohjelmoidun järjestelmän oikeaan DALI-järjestelmään. Ohjelmavalikossa on vianhakuun historia ja kuormien tila työkalut. Historia työkalun avulla näkyy kaikki tehdyt toiminnot ohjelman käynnistämisestä asti. Kuormien tila työkalun avulla saadaan selville mahdolliset vialliset kuormalaitteet. Kuormien tila työkalu toimii vain online-tilassa. Lisäksi ohjelmavalikosta pystyy muuttamaan käyttöliittymä ominaisuuksia niin, että osa edistyneimmistä ohjelmointi toiminnoista on piilotettu. Tämän avulla ohjelmaa on helpompi opetella käyttämään. Työkalurivillä on samoja toimintoja kuin ohjelmavalikossa. [10.]

Laittepuussa on kaksi näkymää laite- ja ryhmänäkymä. Laitenäköystä näkee kaikki järjestelmään lisätyt laitteet ja puolestaan ryhmänäkymästä näkee kaikki ryhmässä olevat laitteet. Molemmissa näkymissä laitteiden ominaisuuksia voi muuttaa joko painamalla hiiren oikeaa painiketta tai laitteen vieressä olevasta plusmerkistä. Ryhmänäkymässä voi tehdä 16 erilaista ryhmää, ja ryhmien tekeminen onnistuu raahaamalla laite kyseiseen ryhmään. [10.]

Digidim laiterivistä pystyy lisäämään nopeasti laitteita järjestelmään ja Bargraph-alueessa näkyy kuormien ja ohjainlaitteiden graaffiset näkymät ja niiden tila. Ohjelman käyttöliittymää eli näkymää havainnollistetaan seuraavalla kuvalla (kuva 16). Kuvaan on merkitty nuolien avulla kaikki ohjelman tärkeimmät kohdat.



Kuva 16. Digidim Toolbox -ohjelman näkymä.

Helvar Designer

Järjestelmän muuttuessa DALI-reititinjärjestelmäksi ohjelmointi tehdään Helvar Designer-ohjelmalla. Helvar Designer-ohjelmaa (kuva 17) ei ole saatavilla ilmaiseksi. Ohjelman saa vain ohjelmointikurssien yhteydessä. Ohjelmointikursseja järjestää esimerkiksi itse Helvar tai TAMK eli Tampereen ammattikorkeakoulu. Helvar designer-ohjelma liitetään DALI-järjestelmään reitittimen RJ-45-liittimen avulla. [4; 11.]



Kuva 17. Helvar designer [4].

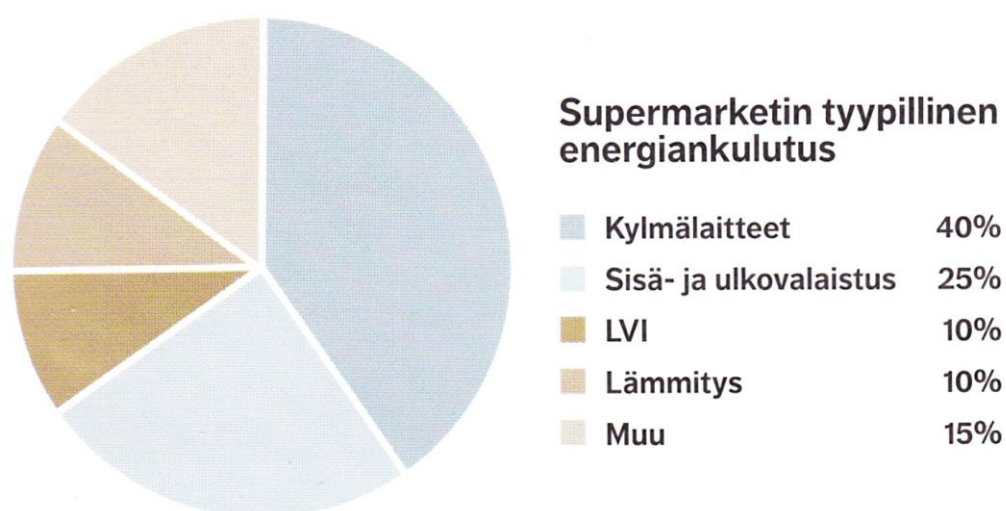
3 Valaistus ja energiankulutus

Energiankulutus on nykyään todella merkittävä asia kiinteistöissä. Energiankulutuksessa halutaan säästää mahdollisimman paljon ja eikä haluta kuluttaa mitään turhaan, koska kaikki maksavat taloudellisesti aina jotain. Tämä johtaa siihen, että kaikessa missä pystyy vielä säästämään, yritetään niissä säästää mahdollisimman paljon. Kiinteistöissä yksi vielä vaiheessa olevista säästettävistä asioista on valaistus. Valaistuksella on merkittävä vaikutus kiinteistön sähköenergian kulutukseen. Valaistuksen avulla pystyy pienentämään kiinteistön sähköenergiankulutusta erilaisilla ratkaisulla. Energiankulutus riippuu monesta eri tekijästä. Valaistuksen energiankulutuksen vaikuttavia tekijöitä ovat valonlähteet, valaisimien sijoittelu, valon suuntaaminen ja lisäksi valonohjaus.

Valaisimien valonlähteillä pystyy jo pelkästään säästämään paljon sähköenergiaa. Vanhojen valonlähteiden kuluttama sähköenergia on moninkertainen verrattuna nykyajan valonlähteisiin. Nykyään käytetään ainoastaan LED-valonlähteitä. Energiaa pystyy säästämään sijoittamalla valaisimet oikeaan paikkaan ja suuntaamalla valon vain tarvittaviin kohtiin. Kiinteistöjen seinien pinoilla ja materiaaleilla on merkitys valon määrän tarpeeseen ja sitä kautta energiankulutukseen. Valonohjauksella pystyy vaikuttamaan paljon kiinteistön energiankulutukseen. Valonohjauksessa säästöä voidaan saada ohjaamalla valot päälle/pois aikaohjauksella. Energiansäästöä pystyy lisäämään ohjaamalla valaistusta läsnäolon mukaan ja lisäksi hyödyntämällä päivänvalon tuottamaa valoa. [12.]

Valaistuksen energiankulutus voi olla suurimmillaan yli 50 % kiinteistön sähköenergiankulutuksesta. Energiankulutus voi olla 50 %, mikäli valaistus on kiinteistön toiminnalle keskeinen asia. Tyypillisesti valaistus kuluttaa sähköenergiasta noin 10–20 % asuinrakennuksissa ja julkisissa kiinteistöissä noin 20–40 %. Valaistuksessa pystyy saavuttamaan jopa 80 %:n energiansäästöt vanhaan kiinteistöön mihin uusitaan valonlähteet ja valonohjaukset. [13.]

Päivittäistavarakaupan energiankulutuksesta valaistus vie noin 25 %. Päivittäistavara-kaupoissa on mahdollisuus säästää energiaa merkittävästi ohjaamalla valaistusta läsnäolon mukaan myymälän käytävillä varsinkin, kun kauppojen aukioloajat ovat pidentyneet ja näin ollen kaupassa voi olla käytäviä, joissa ei ole suurimmaksi osaksi aikaa yhtäkään asiakasta. Päivittäistavarakaupan energiankulutusjakauma näkyy kuvassa 18.



Kuva 18. Päivittäistavarakaupan tyypillinen energiankulutus [14].

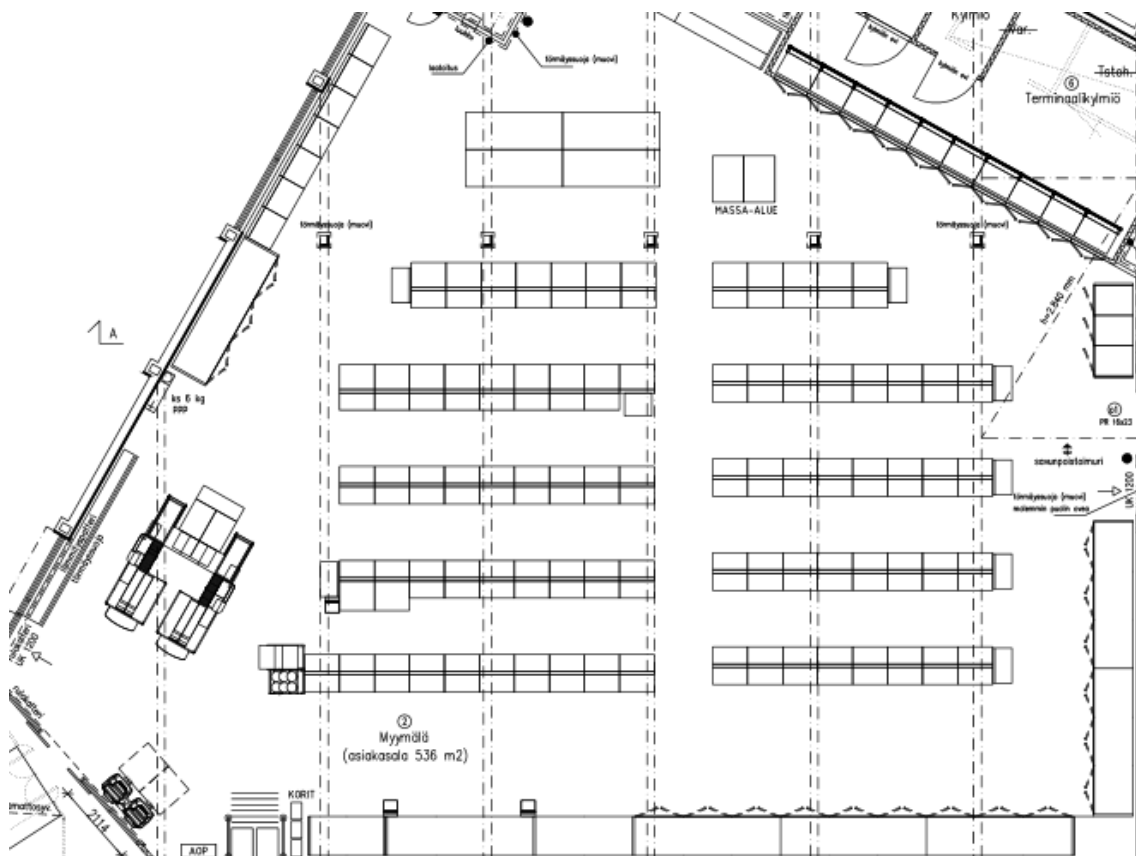
4 Esimerkkikohteet

4.1 Sale Riihimäki

Ensimmäisenä esimerkkikohteena käytän Sale Riihimäkeä. Sale Riihimäki on vielä käynnissä oleva työmaa. Sähkötyöt kyseiseen kauppaan tekee yritys, jolle teen opinäytetyöni eli JHS-Sähkö Oy. Kyseinen kauppa valmistuu vuoden 2017 puolella. Sale ei ole uudiskohde vaan se saneerataan vanhan liikekiinteistön tilalle ja vaikka rakentaminen on kesken, siihen ei olla tekemässä tässä suunnittelemaani toteutusta.

Sale Riihimäki on muuten hyvin tyypillinen päivittäistavarakauppa paitsi, että se on hyvin matala ja lisäksi myymälän tiloissa on palkit, jotka ovat vain 2,6 metrin korkeudella lattiasta. Opinnäytetyötäni varten olennainen tieto on kaupan koko. Kaupan koosta tärkeänä on tietää nimenomaan myymälän pinta-ala ja sen käytävien pituus. Sale Riihimäessä myymälän pinta-ala on 536 m², ja yhden käytävän eli hyllyjen välissä olevan käytävän pituus on 7,5–8,5 metrin luokkaa riippuen käytävästä.

Sale Riihimäkeä käytän opinnäytetyössäni, koska pohjakuva oli helposti saatavilla ja kyseinen kauppa on sopivan kokoinen käytävöihjauksen tarkasteluun. Sale Riihimäkeä käytetään tarkastelussa pienempänä kohteena. Tiedostot, jotka sain opinnäytetyötäni varten, olivat sähköinen pohjakuva ja paperinen pohjakuva myymälästä. Myymälän pohjakuvan kuvankaappaus näkyy kuvassa 19.



Kuva 19. Sale Riihimäen pohjakuva.

5 Myymälöiden käytävien valaistushjauksien toteutukset

Valaistushjaukset oli tarkoitus tehdä ohjelmallisesti samalla tavalla kaikissa toteutuksissa. Valaistushjaus toteutetaan laskemalla valaistustasoa 30 %, kun käytävällä ei tapahdu mitään liikettä 1 minuutin aikana. Valaistustasoa laskettaessa 30 % valaistusvoimakkuus ei vähene niin paljon, että sillä olisi merkittävää vaikutusta ihmisen näkemiseen. Valaistusvoimakkuuden laskiessa se täyttää silti standardin SFS-EN 12464-1 vaatiman valaistusvoimakkuuden tasaisuuden verrattuna myymälän muuhun valaistukseen. Valaistusvoimakkuuden tasaisuuden vaatimuksena on vähintään 0,4 koko alueelle, mikäli selkeää ei ole työaluetta tai kyseessä on liiketilan myyntialue. Työalueella tarkoitetaan aluetta, jossa näkötehtävä suoritetaan. [15, s.12–18; 15, s. 56.]

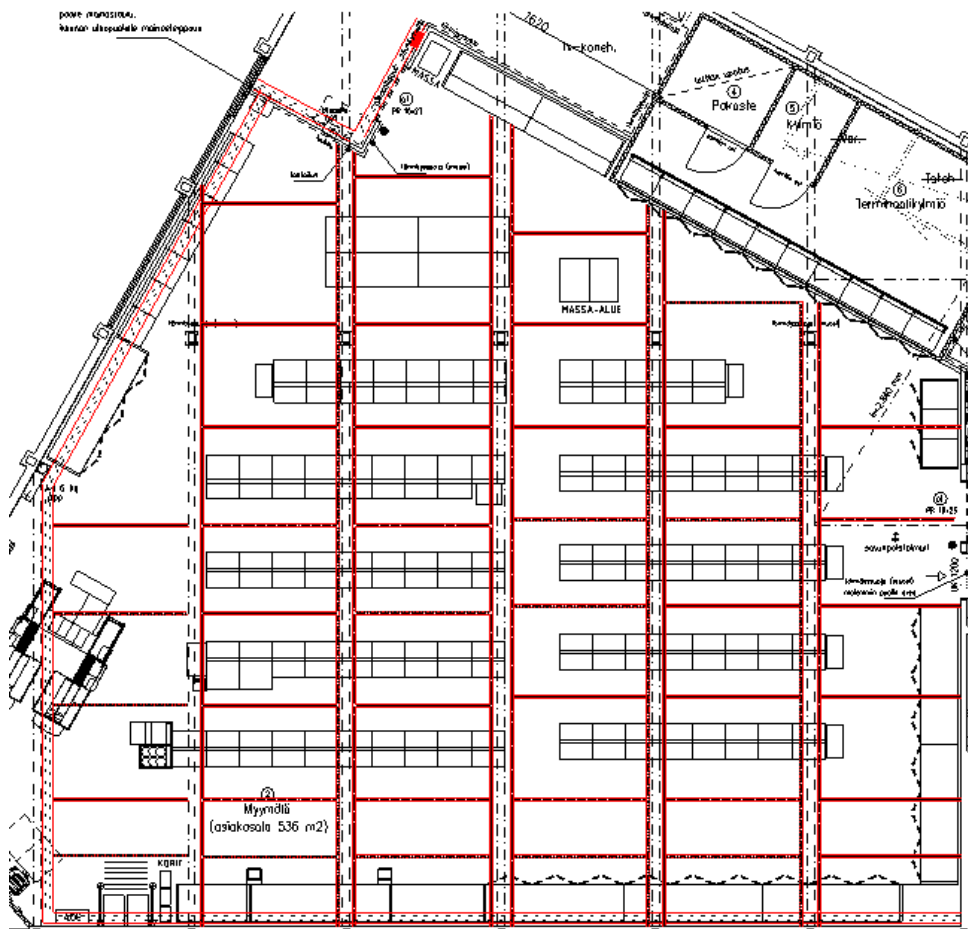
5.1 Sale Riihimäen toteutus

Sale Riihimäessä lähdin ensin liikkeelle siitä, että tarkastelin hetken aikaa rakennuksen pohjakuvaa, hahmottaakseni minkälainen kauppa on kyseessä. Tarkastelun jälkeen aloin miettimään tyhjään pohjakuvaan johtoteiden piirtoa.

Johtoteiden piirroksessa huomasin, että matalat palkit asettavat haasteita johtoteiden piirtoon. Haasteita aiheutui siksi, että kantaviin palkkeihin ei saa tehdä reikiä eikä niiden alla kannata mennä suoraan johtojen kanssa. Lisäksi johtoteitä ei kannata sijoittaa niin, että ne ovat näköhaittana tai muun tekniikan tiellä.

Johtoteiden piirtämiset aloitin levyhyllyn piirrosta. Suunnittelin johtotiet niin, että ne kiertäisivät myymälän reunoja ja ne asennettaisiin seinäkannakkeella, jotta kaapelin veto helpottuisi. Johtotienä käytin 300 mm leveätä levyhyllyä.

Muut käytetyt johtotiet olivat valaisinripustuskiskoja. Valaisinripustuskiskoista piirsin ensin palkkeihin kiinni tulevat valaisinripustuskiskot molemmille puolille palkkeja, että kaikki kaapelit saisi vietyä oikeille paikoille. Palkkeissa kiinni oleviin valaisinripustuskiskoihin piirsin valaisinripustuskiskoramppeja, jotka ovat laitettu myymälään tulevien hyllyjen mukaan ja sijoitettu keskelle hyllyjen välejä. Kuvassa 21 näkyy punaisella piirretyt valaisinripustuskiskot, levyhyllyt ja myymälän jakokeskus.



Kuva 21. Valaisinripustuskiskot, levyhyllyt ja myymälän jakokeskus.

Valaisinripustuskiskojen jälkeen aloitin valaisimien sijoitlemisen kuvaan. Valaisimet sijoittelin valaisinripustuskisko ramppien keskelle. Valaisimina käytin Purso Snep linear SR -valaisinta. Valaisin on 2400 mm pitkä ja se on LED-valaisin. Valaisimen verkosta ottama päteho on 70 W ja siinä on DALI-liitäntälaite. Lisäksi valitsin valaisin on varustettu 4 metrin MSK-liitosjohdolla.

Valaisimien sijoittelun jälkeen aloitin piirtämään ja sijoitlemaan jakorasioita. Ensimmäisenä piirsin kuvaan kaikki tarvittavat jakorasit. Jakorasioiden piirtämisessä jouduin ottamaan huomioon valaisimien liitosjohdot. Sijoitin kaikki jakorasit niin, että ne eivät olleet liian kaukana valaisimista. Jakorasioiden sijoittelussa otin huomioon myös sen, että jakorasiaan kytkettävät kaapelit ovat mahdollista kytkeä jakorasiaan. Jakorasioina käytin 2K16 jakorasiasia, joka on normaalia jakorasiasia isompi.

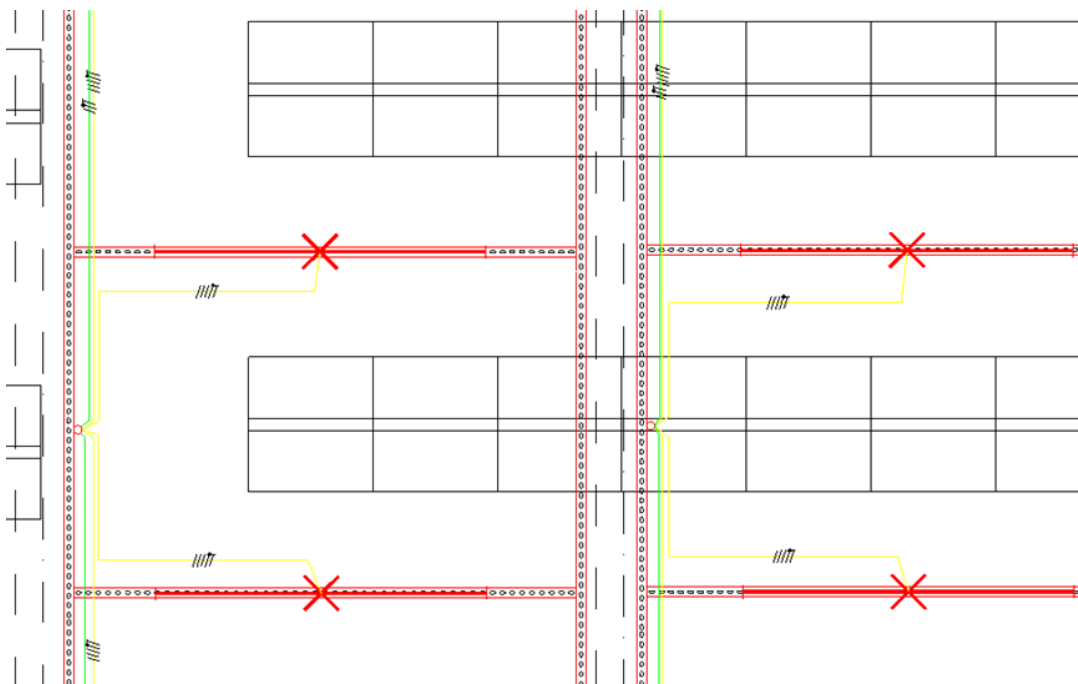
Jakorasioiden sijoittelun jälkeen aloitin piirtämään johdotuksia. Johdotuksista ensimmäisenä piirsin valaisimien sähkönsyötöt. Valaisimet jaottelin tasaisesti kahteen 3-

vaiheryhmään. Kaapelina käytin MMJ 5x2,5S -kaapelia ja kaapeloinnin tein tähtimäisesti. Tein kaapeloinnin tähtimäisesti, koska valaisimissa oli esiasennettu liitosjohto, kaapelia menee vähemmän ja kaapelin veto on helpompi suorittaa. 3-vaiheisten sähkönsyöttöjen lisäksi piirsin DALI-väyläkaapelin omalla MMJ 3x1,5S -kaapelilla. DALI-väyläkaapelin kaapeloinnin toteutin samalla tavalla periaatteella kuin sähkösyötöt. DALI-väyläkaapelin piirsin niin, että jokainen valaisin on samassa väylässä ja keskukselta tulee vain yksi väyläkaapeli.

Kuvasta 23 näkyy sijoitettujen valaisimien, jakorasioiden ja johdotusten yleisnäkymä ja kuvassa 24 on tarkempi kuva, jonka avulla on helpompi havaita suunniteltuja asioita. Molemmissa kuvissa keltaisella piirretyt johdotukset ovat valaisimien vahva sähkönsyöttöjen kaapelointeja sekä valaisimien esiasennettujen kaapeleiden johdotuksia. Vihreällä piirretyt johdotukset ovat erillisen DALI-väylän johdotuksia.



Kuva 23. Sijoitetut valaisimet, jakorasiat ja johdotukset.



Kuva 24. Valaisimet, jakorasiat ja johdotukset.

Kaapelit kytketään niin, että jokainen valaisimista kytketään vuorollaan eri vaiheelle ja lisäksi jokainen valaisimista kytketään samaan DALI-väylään. Kytkeminen tapahtuu esimerkiksi niin, että valaisin käyttää vaihetta L1. Syötön L1 kytketään esiasennetun liitosjohdon vaiheeseen eli ruskeaan johtimeen ja vuorostaan DALI-väyläkaapelin johtimet kytketään liitosjohdon mustaan ja harmaaseen johtimeen, jotka ovat valaisimen liitälaitteen DALI-johtimet. Loput vaiheista eli L2 ja L3 jatketaan seuraavalle jakorasiolle. Nollajohtimet yhdistetään toisiinsa ja suojamaadoitusjohtimet yhdistetään toisiinsa.

5.1.1 Toteutus Helvarin omilla liiketunnistimilla

Kaikkien edellä suunniteltujen asioiden jälkeen pääsin suunnittelemaan Sale Riihimäkeen myymälän käytävien liiketunnistinohjausta Helvarin omilla liiketunnistimilla. Helvarin omilla liiketunnistimilla toteutettu valaistusohjaus lähti liikkeelle käytävien pituuksien tarkastelusta. Käytävien pituudet olivat Salessa tyypillisesti noin kahdeksan metrin luokkaa. Muita havainnoiteja mitoista tein normaali käytävien lisäksi myös tapauskohtaisesti jokaisesta myymälän paikasta. Mittojen perusteella aloin miettimään sopivaa liiketunnistinta.

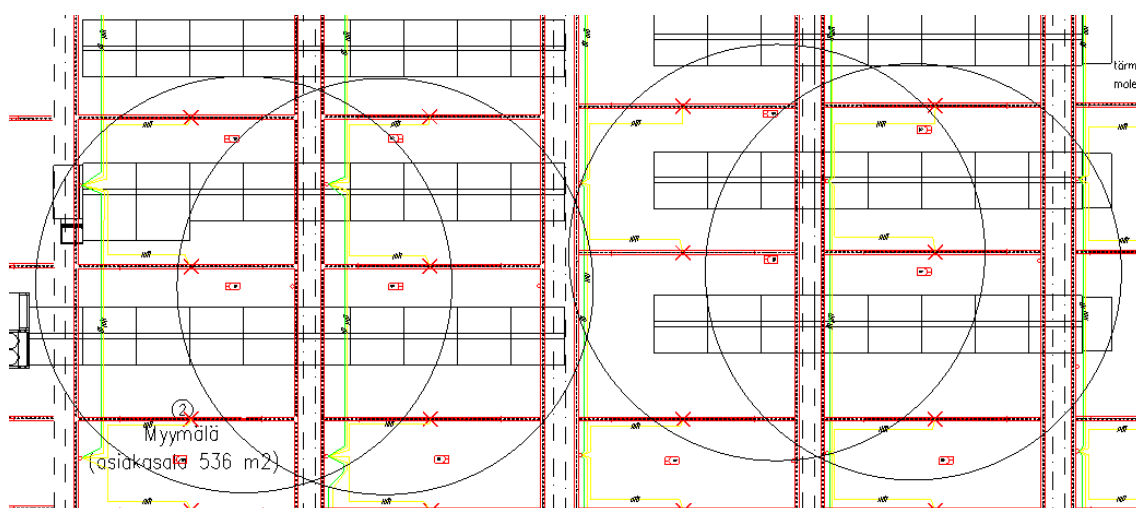
Helvarilla ei ollut tarjolla montaakaan potentiaalista vaihtoehtoa tähän toteutukseen. Aluksi miettin, että sopiva liiketunnistin olisi ollut 313- matalaprofiilinen mikroaaltoliiketunnistin. 313-mikroaaltoliiketunnistimessa on halkaisijaltaan 16 metrin valvonta-alue ja sen nimellisasennuskorkeus on 2,8 metriä. Valvonta-alue osoittautui liian suureksi normaaleihin käytäviin. Normaaleilla käytävillä tarkoitan kapeita hyllyjen välissä olevia käytäviä. Mikroaaltoliiketunnistimet ovat lisäksi myös herkempiä häiriöille ja maksavat puolet enemmän vaihtoehtoon mihin lopulta päädyin. Pitkät käytävät olisivat olleet ainoa paikka mihin niitä olisi voinut asentaa.

Mikroaaltoliiketunnistimen jälkeen miettin, että olisin voinut käyttää osittain jossain Helvarin seinäasenteista PIR-tunnistinta, mutta sekin osoittautui huonoksi vaihtoehdoksi pienen tunnistuskulmansa (95°) takia. Päädyin lopulta valitsemaan ainoaksi liiketunnistimeksi 311- kattoasenteisen PIR-tunnistimen. Valitsin 311 PIR-tunnistimen, koska sen valvonta-alue on halkaisijaltaan 7 metriä ja sen nimellisasennuskorkeus on 2,8 metriä. Liiketunnistinta voidaan tarvittaessa laskea oikeaan asennuskorkeuteensa esimerkiksi kierretangon avulla.

Liiketunnistimen valitsemisen jälkeen aloitin miettimään mihin liiketunnistimet sijoitettaisiin myymälässä. Liiketunnistimien sijoittelussa käytin periaatteena sitä, että valvonta-alueet pitää rajata vain omaan käytäväänsä. Valvonta-alueet pitää rajata omaan käytäväänsä, koska muuten koko ohjauksessa ei ole mitään ideaa. Ohjauksen ideahan perustuu käytävä kohtaiseen valaistuksen ohjaukseen ja viereisen käytävän liiketunnistimen valvonta-alueen ulottuessa toiseen käytävään, palavat toisen käytävän valaisimet

turhaan 100 %:n teholla. Liiketunnistimet sijoittelin niin, että normaaliin käytävään 2 per käytävä ja muuten tapauskohtaisesti.

Sijoittelussa haastetta aiheuttivat matalat palkit ja niiden sijainti myymälässä. Palkit rajoittivat paljon liiketunnistimien valvonta-aluetta, mutta sain mietittyä ne käytäviin soveltuviksi.



Kuva 25. 311- kattoasenteisten PIR-liiketunnistimien valvonta-alueet.

Kuvasta 25 voidaan havaita piirtämieni liiketunnistimien sijainnit ja niiden valvonta-alueet normaaleissa käytävissä. Ympyrät ovat piirretty täysin Helvarin ilmoittamien valvonta-alueiden mukaan. Helvarin ilmoittama valvonta-alue on nimellisasennuskorkeudessa seitsemän metriä. Valvonta-alueet ovat 360-asteisia eli ympyröitä, mutta hyllytän tietoenkin rajoittavat valvonta-alueet leveydeltään vain hyllyjen väliseksi. Toisesta suunnasta on tärkeää, että liiketunnistimien valvonta-alueet eivät ulotu toiseen käytävään. Piirrettyjen liiketunnistimien valvonta-alueet ulottuvat juuri sopivasti vain omaan käytäväänsä.

Liiketunnistimien sijoittelun jälkeen jatkoin piirtämällä DALI-väyliä liiketunnistimille. DALI-väyliä varten tarvitsi sijoittaa kuvaan tarvittavat jakorasiat ja kaapeloinnit. Jakorasioita tarvitsi sijoittaa kuvaan, koska kaapelointi tehtiin taas tähtimäisesti. Kaapelointi tehtiin tähtimäisesti, koska valitussa liiketunnistimessa ei ole ketjutukseen tarkoitettuja liittimiä.

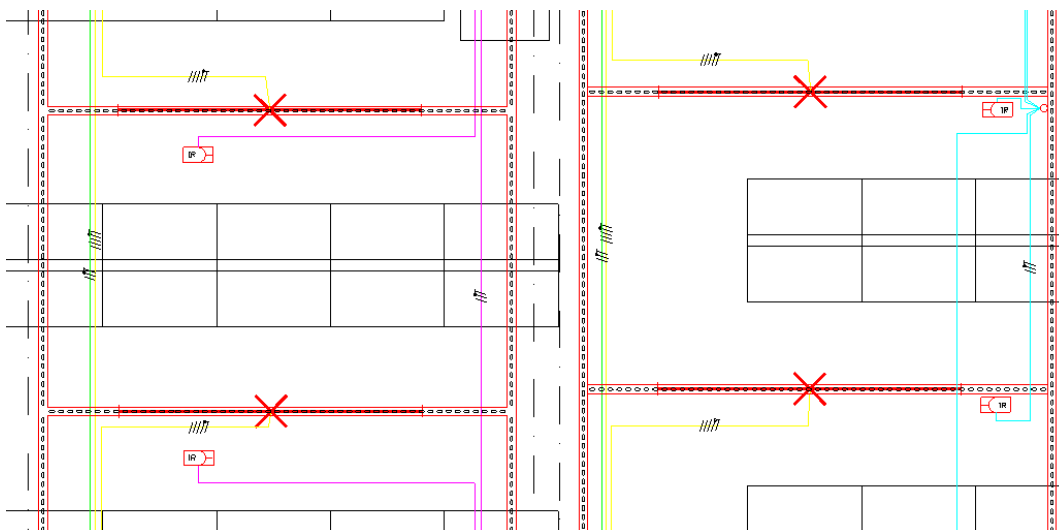
Suunnittelin toteutukseen kaksi DALI-väylää tai oikeastaan kolme väylää, kun otetaan mukaan valaisimille tarkoitettu DALI-väylä. DALI-väylät on toteutettu tietoenkin omilla

kaapeleillaan ja kaapeloitu niin, että puolet liiketunnistimista on toisessa väylässä ja puolet toisessa. DALI-väylissä otin huomioon kaikki tekniset yksityiskohdat, joita tarvitaan järjestelmän toimimiseksi oikein. Ensimmäisenä otin tarkasteluun sen, että kuinka paljon pystyy laittamaan samaan väylään väylälaitteita. Valitun liiketunnistimen ottama virta väylästä on 15 mA. Suunnitellussa työssä liiketunnistimia tuli 30 kpl eli 15 kpl per väylä. Yhteen väylään sijoitettujen liiketunnistimien yhteenlaskettu virta on 225 mA, joka on pienempi kuin yhdessä väylässä sallittu maksimivirta 250 mA. Molemmissa liiketunnistin väylissä niiden ottama virta on 225 mA ja vuorostaan valaisimille tarkoitetussa väylän virta on 84 mA. Valaisimille tarkoitetussa DALI-väylässä on 42 kappaletta valaisimia, joista jokainen ottaa DALI-väylästä 2 mA.

Seuraava kriteerinä oli osoitteiden riittävyys. Yhteen väylään pystyy liittämään 64 väylälaitetta. Lyhytosoitteita tuli vain 15 per liiketunnistimille tarkoitettu väylä ja valaisimille tarkoitettuun väylään niitä tuli 42 kappaletta. Osoitteet riittivät helposti tässä toteutuksessa.

Viimeisenä teknisenä yksityiskohtana oli väylän pituus. Väylän sallittu maksimipituus on 1,5 mm²:n poikkipinta-alalla 300 metriä. Tässä toteutuksessa väyliä piti pituudet olivat keskukselta pisimpään pisteeseen noin 65–80 metriä väylästä riippuen.

Liitteessä 1 olevasta valmiista kuvasta näkee yleisnäkymän toteutuksesta. Kuvasta 26 näkee periaatteen, millä tavalla DALI-väylät on kaapeloitu. Kuvassa violetilla ja vaaleansinisellä on piirretty liiketunnistimille tarkoitetut väylät. Violetilla piirretty väylä on toinen väylistä ja vaaleansinisellä piirretty vuorostaan toinen liiketunnistimille tarkoitettuista väylistä.



Kuva 26. Liiketunnistimien kaapelointitopologia.

Järjestelmän toimiseksi piti vielä valita kaikkien näiden asioiden lisäksi tarvittavat reitittimet. Reitittimissä päädyin valitsemaan kaksi erilaista reititintä. Valitsin reitittimiksi Digidim 905- ja 910-reitittimet. Valitsin molempia reitittimiä yhden kappaleen, jotta sain tarvittavat kolme DALI-väylää.

5.1.2 Toteutus järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla

Toteutettuani Helvarin liiketunnistimilla toteutetun ratkaisun aloitin suunnittelemaan valaistusohjausta muiden valmistajien liiketunnistimilla. Aloitin suunnittelun pohjasta, jossa oli Sale Riihimäen käytävän valaistusohjauksen suunnittelun alussa tehdyt piirustukset. Valmiiksi piirrettyinä olivat johtotiet, valaisimet ja kaikki valaisimiin liittyvät johdotukset.

Järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla tehtävän toteutuksen tarkoitus perustuu muutamaankin asiaan. Ensimmäisenä asiana on se, että ei ole vielä olemassa luotettavasti toisiinsa sopivia eri valmistajien DALI-liiketunnistimia. Tämä asia johtuu siitä, että DALI-2-sertifiointi on vielä kesken. Toisena asiana on se, että Helvarilla ei ole montaa eri vaihtoehtoa DALI-liiketunnistimissa. Vähäinen valikoima rajoittaa liiketunnistimien soveltuvuutta erilaisiin toteutuksiin. Viimeisenä vaikuttavana asiana on liiketunnistimien hinnat.

Lähdin toteutuksessa liikkeellä liiketunnistimen valinnasta. Liiketunnistimessa piti olla tiettyjä ominaisuuksia, jotta sen avulla pystyi toteuttamaan valaistusohjauksen. Vaatimuksena liiketunnistimella oli se, että siinä on potentiaalivapaa kosketin. Potentiaalivapaa kosketin tarkoittaa jännitevapaata kosketinta. Potentiaalivapaata kosketinta tarvittiin, koska toteutuksessa käytettiin Digidim 942 -sisäänmenoyksikköä. Digidim 942 -sisäänmenoyksiköstä on kerrottu komponentit luvussa. Sisäänmenoyksikön avulla oli tarkoitus ohjata kosketintiedon perusteella myymälän DALI-valaisimien toimintaa. Sisäänmenoyksikkö on DALI-väylässä. Jokaiselle koskettimelle voidaan määritellä toiminta, että mitä tapahtuu koskettimen ollessa kiinni tai auki. Sisäänmenoyksikkö ohjaa määriteltyjen toimintojen perusteella DALI-valaisimia väylän avulla. Muut tarvittavat ominaisuudet olivat ne, että liiketunnistin toimii verkkojännitteellä ja soveltuu asennukseen. Verkkojännitteellä toimiva liiketunnistin oli parempi vaihtoehto kuin pienoisjännitteinen liiketunnistin, koska ei tarvita erikseen mitään tehonlähteitä.

Liiketunnistimen valinnassa kävin läpi kaikki B.E.G Luxomatin, Steinelin ja Esyluxin saatavilla olevat liiketunnistimet. Sopivia liiketunnistimia ei ollut saatavilla kuin pari kappaletta. Päädyin lopulta valitsemaan liiketunnistimiksi Luxomatin liiketunnistimia. Valitut liiketunnistimet olivat malliltaan PD2-M-1C (kuva 27) ja PD4-M-1C-C-AP (kuva 28). Liitteessä 2 on liiketunnistimien tekniset tiedot.

PD2-M-1C-liiketunnistinta käytin kaikissa paikoissa paitsi kahdessa pitkässä käytävässä. Liiketunnistimia tuli yhteensä 16 kappaletta ja niistä vain 2 tuli myymälän reunoilla oleviin käytäviin. PD2-M-1C-liiketunnistimet sijoittelin niin, että yhdelle normaalille käytävälle tuli vain yksi liiketunnistin ja muuten tapauskohtaisesti. Liiketunnistimet sijoittelin käytäville niin, että ne asennettaisiin palkkien alapintaan. Palkkien alapintaan asennettaessa liiketunnistimien valvonta-alueet olivat sopivia toteutukseen. PD4-M-1C-C-AP-liiketunnistimet sijoittelin pitkiin käytäviin, koska ne ovat nimenomaan suunniteltu kaapeisiin ja pitkiin käytäviin. Liitteessä 3 olevasta kuvasta voi havaita sijoitetut liiketunnistimet.



Kuva 27. PD2-M-1C-liiketunnistin [6].



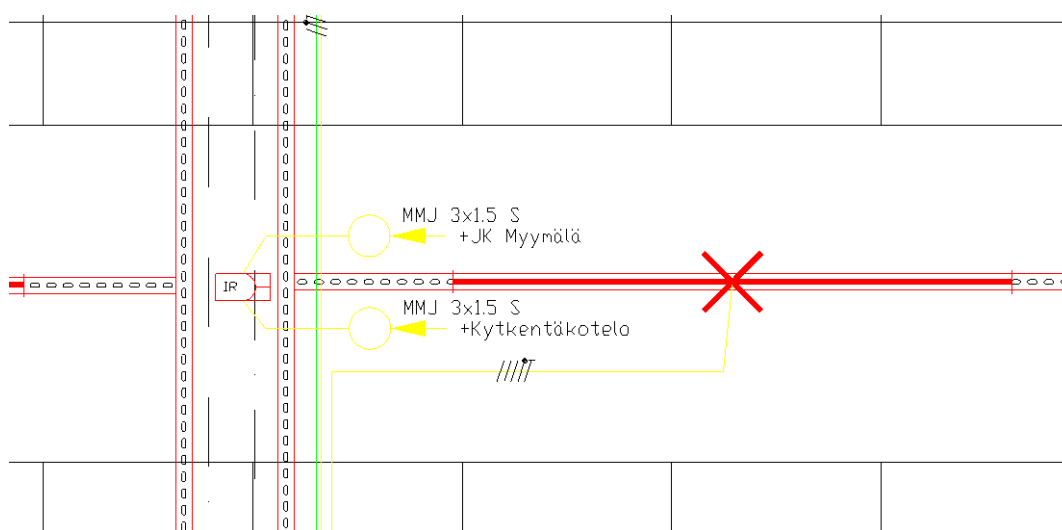
Kuva 28. PD4-M-1C-C-AP-liiketunnistin [6].

Liiketunnistimien sijoittelun jälkeen jatkoin suunnittelemalla myymälään tulevaa kytkentäkoteloa. Myymälään piti laittaa kytkentäkotelo, koska myymälän jakokeskus sijaitsi liian kaukana. Jakokeskus sijaitsi liian kaukana, koska 942-sisäänmenoyksikön ja liiketunnistimen koskettimen välinen etäisyys ei saanut olla kuin 50 metriä. Päädyin valitsemaan kytkentäkoteloksi Fiboxin EKOE 180 G -kytkentäkotelon (kuva 29). Kytkentäkotelon ulkomitat olivat (280 mm x 280 mm x 180 mm). Valitsin kytkentäkotelon koon koteloon tulevien laitteiden mukaan. Kytkentäkoteloon sijoitetut laitteet olivat Digidim 905-reititin, 2 kappaletta 942-sisäänmenoyksiköitä ja lisäksi riviliittimiä. Yhden sisäänmenoyksikön leveys on 70 mm ja reititin on leveydeltään 160 mm. Kytkentäkoteloon jäi vielä laajennusvaraa esimerkiksi uudelle 942-sisäänmenoyksikölle. Kytkentäkotelon sijoitin myymälässä olevaan tolppaan, joka näkyy liitteessä 3.



Kuva 29. Fibox EKOE 180 G -kytkentäkotelo [16].

Järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla toteutettu järjestelmän kaapelointi tarvitsi toteuttaa täysin eri tavalla kuin Helvarin liiketunnistimilla. Liiketunnistimet tarvitsivat käyttöjännitteen ja kosketintiedon kaapeloinnin. Suunnittelin kaapeloinnit niin, että kaikki kaapeloidaan erikseen. Myymälän jakokeskukselta suunnittelin kytkentäkoteloon tulevan vain reitittimen sähkönsyötön. Liiketunnistimien syötöt tulivat suoraan myymälän jakokeskukselta ja kosketintiedot kaapeloitiin kytkentäkotelolta niin, että jokainen kaapeloitiin omalla kaapelillaan (kuva 30) ja kytkentäkotelon riviliittimiä käytettiin kosketintietojen yhteisen potentiaalin (COM) haaroittamiseen, koska sisäänmenoyksikössä ei ole kuin neljä liitintä sitä varten. Reitittimen DALI-väylä haaroitettiin myös riviliittimillä valaistusryhmälle ja sisäänmenoyksiköille. Kaikissa kaapeloinneissa käytettiin kaapelina MMJ 3x1,5S -kaapelia.



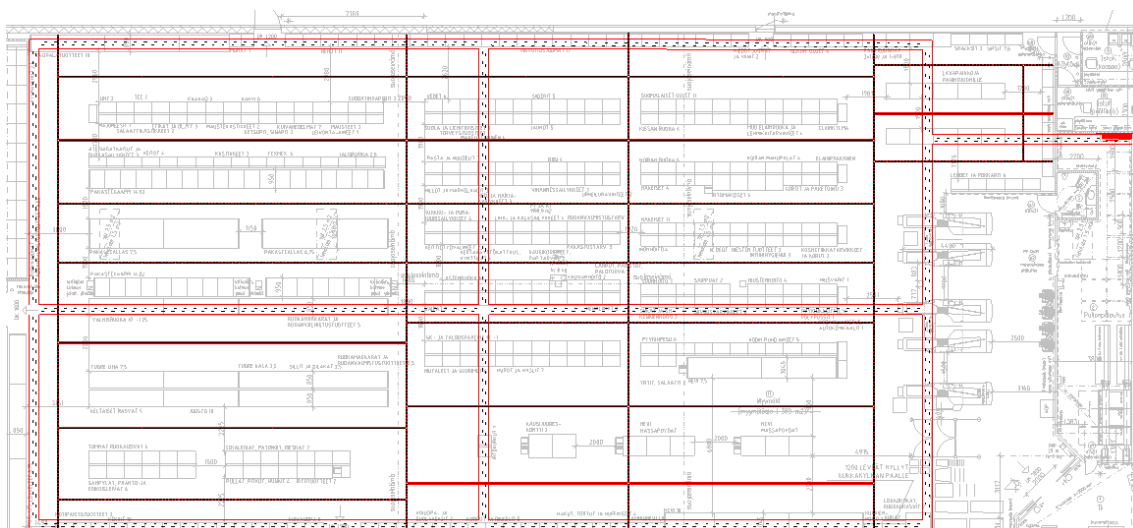
Kuva 30. Liiketunnistimien kaapelointi.

Teknisesti tarkasteltavia asioita olivat tässä toteutuksessa erityisesti sisäänmenoyksikön ja liiketunnistimen potentiaalivapaan koskettimen etäisyys sekä DALI-väylän virran riittävyys toteutuksen laitteille. Sisäänmenoyksikön ja potentiaalivapaan koskettimen etäisyys oli tässä toteutuksessa pisimmillään 43 metriä, joten sallittu 50 metrin etäisyys ei ylittynyt. Yhden DALI-väylän virtakin riitti, koska väylään ei tullut valaisimien lisäksi kuin kaksi sisäänmenoyksikköä. DALI-väylän virraksi tuli yhteensä 118 mA, joka riittää hyvin.

Muita tarkasteltavia asioita olivat osoitteiden riittävyys sekä DALI-väylän pituus. Osoitteita DALI-väylään ei tullut kuin kaksi lisää. Kaksi osoitetta tuli lisää kahden sisäänmenoyksikön takia. DALI-väylässä oli sisäänmenoyksiköiden myötä 44 osoitetta, joka on yhden DALI-väylän sallittua 64 osoitetta vähemmän. DALI-väylän pituuden suhteen ei ollut ongelmaa, koska se lyheni tässä toteutuksessa. DALI-väylän pituus lyheni, koska reititin oli tässä toteutuksessa myymälän kytkentäkotelossa.

5.2 S-market Tammelan toteutus

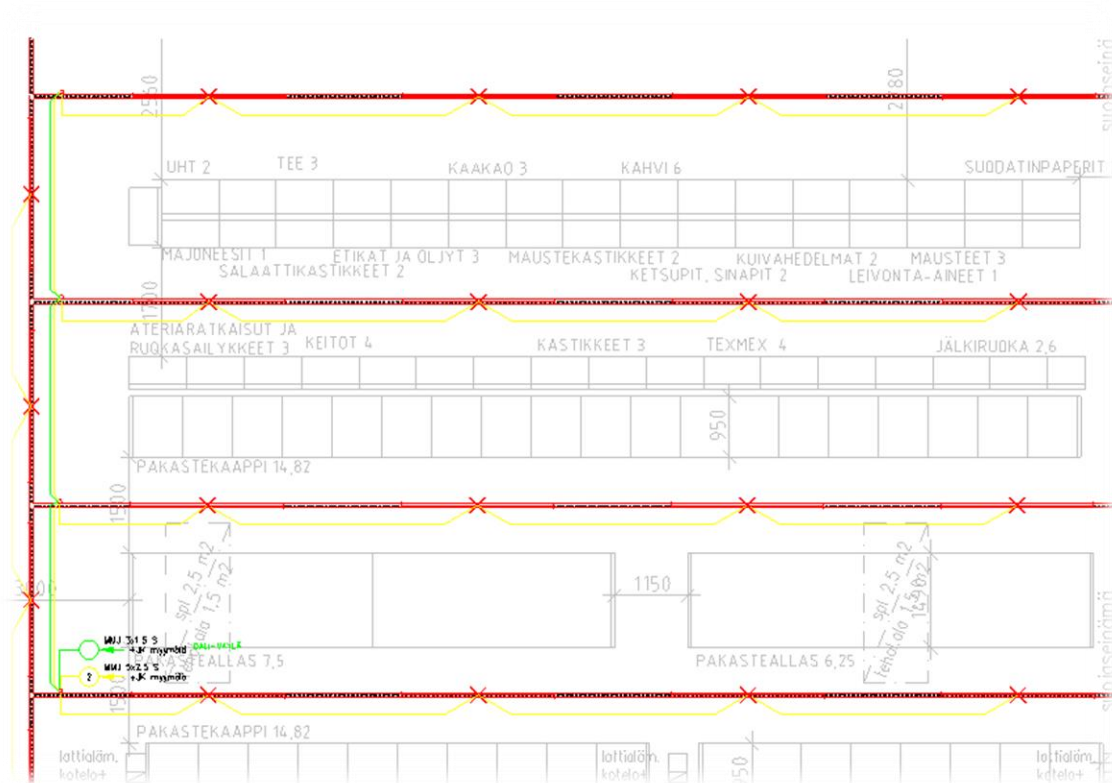
S-market Tammelan toteutuksen tein samalla periaatteella kuin Sale Riihimäen toteutuksen. Aloitin suunnittelemalla myymälään johtotiet. Piirsin ensin 500 mm leveätä levyhylyä eri puolilla myymälää. Levyhylyjen piirtämisen jälkeen piirsin valaisinripustuskiskot myymälän käytävien mukaisesti. Valaisinripustuskiskona käytin samaa kuin Sale Riihimäen toteutuksessa. Valaisinripustuskiskot piirsin 3500 mm:n korkeuteen, joka on tyypillinen asennuskorkeus valaisinripustuskiskoille myymälässä. Kaikki liiketunnistimet sopivat oikeastaan suoraan valaisinripustuskiskoon, mutta ne voidaan laskea myös tarvittaessa oikeaan asennuskorkeuteensa esimerkiksi kierretangoilla. Valaisinripustuskiskojen piirtämisen jälkeen sijoitin myymälän jakokeskuksen kuvaan. Myymälän jakokeskus on sijoitettu kuvaan täysin samaan paikkaan kuin loppukuvissa, mutta johtotiet piirsin täysin uudelleen. Myymälän jakokeskuksen piirtämisen jälkeen aloin piirtämään valaisimia kuvaan valaisinripustuskiskojen mukaisesti. Kuvassa 31 näkyy piirretyt valaisinripustuskiskot, levyhylyt ja myymälän jakokeskus.



Kuva 31. Valaisinriputuskiskot, levyhyilly ja myymälän jakokeskus.

Valaisimina käytin samaa valaisinta kuin Sale Riihimäessä. Valaisimissa oli erona S-market Tammelan toteutuksessa se, että valaisimissa oli molemmissa päädyissä esiasennettu liitosjohto Wago Winsta -liittimellä ja valaisimen teho oli 112 W. Valaisimissa oli esiasennettu liitosjohto molemmissa päissä, koska valaisimet ketjutettiin niiden avulla. Valaisimien sijoittelun jälkeen mietin, kuinka monta eri ryhmää valaistukseen tarvitaan. Päädyin viiteen eri 3-vaihevalaistusryhmään ja jaottelin valaisimet tasaisesti eri ryhmiin.

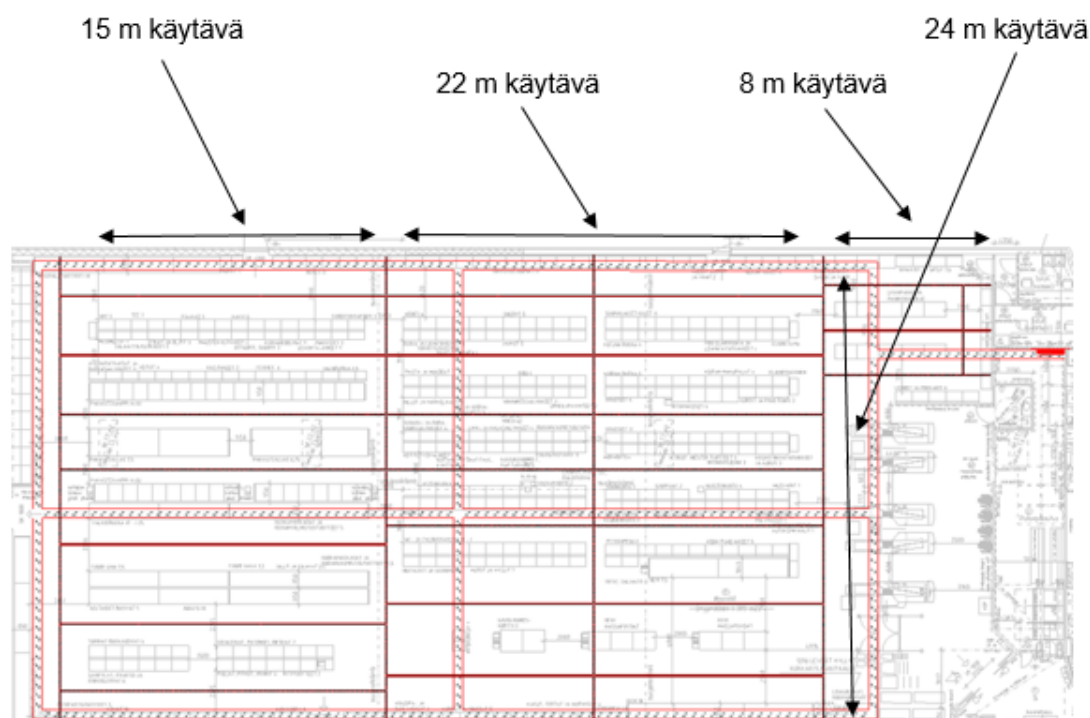
Valaisimien ryhmittelyn jälkeen piirsin kaikki johdotukset ja jakorasiat valaisimia varten. Johdotukset tein samalla tavalla kuin Sale Riihimäessä paitsi, että yhdessä jakorasian haarassa oli useampia valaisimia peräkkäin. DALI-väylän johdotin niin, että jakokeskukselta tuli jokaisen sähkönsyötön lisäksi myös DALI-väylä kaapeli. DALI-väylä kaapelit yhdistetään jakokeskuksessa toisiinsa niin, että niistä muodostuu kaksi erillistä DALI-väylää. Kuvassa 32 näkyy esimerkki piirretyistä valaisimista ja niihin liittyvistä johdotuksista. Vahva sähkönsyötön kaapeloinnit on piirretty keltaisella ja DALI-väylän kaapeloinnit vihreällä.



Kuva 32. Valaisimet ja johdotukset.

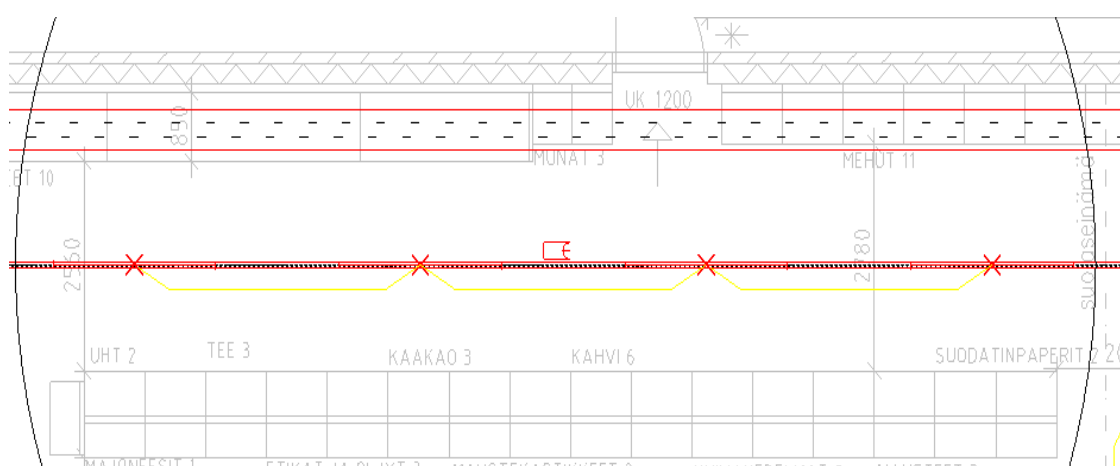
5.2.1 Toteutus Helvarin omilla liiketunnistimilla

Helvarin omilla liiketunnistimilla toteutetussa ratkaisussa lähdin liikkeelle mittaamalla erilaisten käytävien pituuksia. Käytävistä pituuksista on havainnollistava kuva tekstin alapuolella. Käytävien pituudet olivat 8–24 metrin välillä. Käytävien mittaamisen jälkeen aloitin suunnittelun valitsemalla sopivat liiketunnistimet erilaisiin käytäviin. Helvarilla ei ollut vaihtoehtona kuin oikeastaan 313- matalaprofiilinen mikroaaltoliiketunnistin ja 314- kääntyvä mikroaaltoliiketunnistin. Käytin tässä toteutuksessa molempia edellä mainittuja liiketunnistimia ja käytin niiden lisäksi myös Sale Riihimäen toteutuksessakin käytettyä 311- kattoasenteista PIR-tunnistinta lyhyisiin käytäviin.



Kuva 33. S-market Tammelan käytävien pituudet.

Liiketunnistimien valitsemisen jälkeen aloitin sijoittelemaan niitä pohjakuvaan. Periaatteenä käytin samaa kuin Sale Riihimäessä. Rajasin liiketunnistimien valvonta-alueet ulottumaan vain omaan käytäväänsä. Aloitin piirtämällä liiketunnistimet niin, että 15 metrin käytäviin (kuva 34) piirsin käytävän keskelle halkaisijaltaan 16 metrin valvonta-alueella olevan 313- matalaprofiilisen mikroaaltoliiketunnistimen. Kuvassa 34 näkyy liiketunnistimen valvonta-alueen äärirajat piirrettynä mustilla viivoilla.

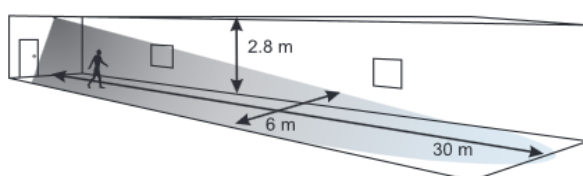


Kuva 34. 313- matalaprofiilisen mikroaaltoliiketunnistimen valvonta-alue.

Pidempiin noin 22–24 metrin pituisiin käytäviin piirsin 314- kääntyviä mikroaaltoliiketunnistimia. 314- kääntyvät mikroaaltoliiketunnistimet suunnittelin niin, että ne asennettaisiin eri tavalla eri pituisiin käytäviin. 22 metrin pituisiin käytäviin 314- kääntyvät mikroaaltoliiketunnistimet asennettaisiin niin, että sijoitettaisiin keskelle käytävää ja tunnistimen suuntakulma laitetaan nolnaan asteeseen. Nollassa asteessa liiketunnistimen valvonta-alue on 22 metriä ja se on juuri sopiva 22 metrin käytävään. 24 metrin käytävissä tunnistimen suuntakulma säädettiin 80 asteeseen. Kuvassa 35 on havainnollistettu 314- kääntyvän mikroaaltoliiketunnistimen valvonta-alueet erilaisilla tunnistimen suuntakulmilla. [4.]

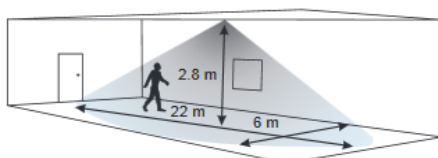
Tunnistusalue

Oivallinen suurin toimistoihin, luokkahuoneisiin ja käytäviin.



Maksimiherkkydellä
Tunnistimen suuntakulma: 80°

Oivallinen suurin tiloihin ja avokonttoreihin.



Maksimiherkkydellä
Tunnistimen
suuntakulma: 0°

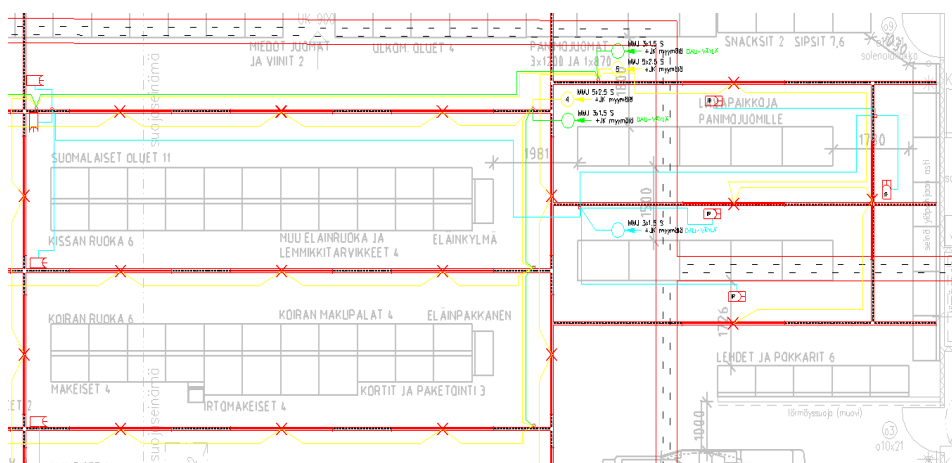
Kuva 35. 314- kääntyvän mikroaaltoliiketunnistimen suuntakulmat [4].

Liiketunnistimien piirtämisen jälkeen aloitin DALI-väylien miettimisen. DALI-väyliä tähän toteutukseen tuli viisi kappaletta. DALI-väylät muodostin niin, että valaisimilla on omat väylänsä ja liiketunnistimet muodostivat loput väylistä. DALI-väylien muodostamisessa piti miettiä etenkin DALI-väylän virran riittävyyttä, koska mikroaaltoliiketunnistimet ottavat paljon virtaa DALI-väylästä. 313- matalaprofiilinen mikroaaltoliiketunnistin ottaa 20 mA väylästä ja vuorostaan 314- kääntyvä mikroaaltoliiketunnistin ottaa väylästä jopa 40 mA.

Valaisimille tarkoitettuihin DALI-väyliin tuli 46 ja 52 valaisinta, jolloin väylien kuormitusvirroiksi tuli 92 mA ja 104 mA. Liiketunnistimille tarkoitettujen väylien kuormitusvirroiksi tuli 180-, 180- ja 240 mA.

Osoitteiden rajallisen määrän takia valaisimet täytyi laittaa kahteen erilliseen DALI-väylään. Osoitteita tuli valaisimille tarkoitettuja väyliä lukuun ottamatta hyvin vähän. Osoitteita tuli hyvin vähän, koska liiketunnistimien ottama virta väylästä oli melko suuri. DALI-väylien osoitteiden määrä oli maksimissaan 52, joka jää alle sallitun 64 osoitteen. DALI-väylien pituudet olivat maksimissaan noin 100 metrin luokkaa. Reitittämiä toteutukseen tuli kolme kappaletta. Valitsin reitittäjiksi kaksi 910 digidim reitittäjä ja yhden 905 digidim reitittäjän.

DALI-väylät piirsinkin tässäkin toteutuksessa tähtimäisesti ja eri väreillä hahmottamisen helpottamiseksi. Kuvassa 36 on esimerkki väylän kaapeloinneista. Kuvassa 36 on piirretty vaaleansinisellä yksi liiketunnistimien DALI-väylistä ja vihreällä näkyy jo aikaisemmin mainitun valaisimien DALI-väylän johdotuksia. Liitteessä 4 on valmiista toteutuksesta kuva.



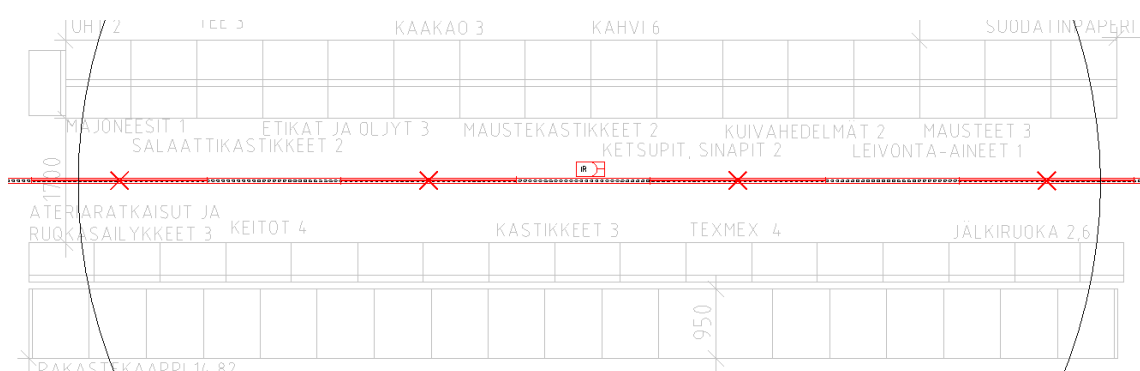
Kuva 36. DALI-väylien kaapelointiesimerkki.

5.2.2 Toteutus järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla

Suunniteltuani käytävien valaistusohjauksen Helvarin omilla liiketunnistimilla, aloitin suunnittelemaan toteutusta järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla. Suunnittelu lähti liikkeelle liiketunnistimien valinnoista. Liiketunnistimina käytin kolmea erilaista liiketunnistinta. Kaksi liiketunnistinta olivat jo ennestään tuttuja B.E.G Luxomatin liiketun-

mia, joita käytin Sale Riihimäen vastaavassa toteutuksessa. Uutena liiketunnistimena valitsin toteutukseen Esyluxin liiketunnistimen, joka on malliltaan PD-C360i/8plus. Liiketunnistinta käytin lyhyisiin käytäviin ja sen tekniset tiedot löytyvät liitteestä 5.

Liiketunnistimien valinnan jälkeen aloitin piirtämään liiketunnistimia kuvaan. Piirsin ensin PD2-M-1C-liiketunnistimia 15 metrin käytäviin. Liiketunnistimen valvonta-alue on asennettaessa suoraan valaisinripustuskiskoon 14 metrin suuruinen, minkä takia se sopii hyvin kyseisiin käytäviin. PD2-M-1C-liiketunnistimia piirsin yhteensä tähän työhön seitsemän kappaletta. Tekstin alapuolella on havainnollistava kuva valvonta-alueesta.



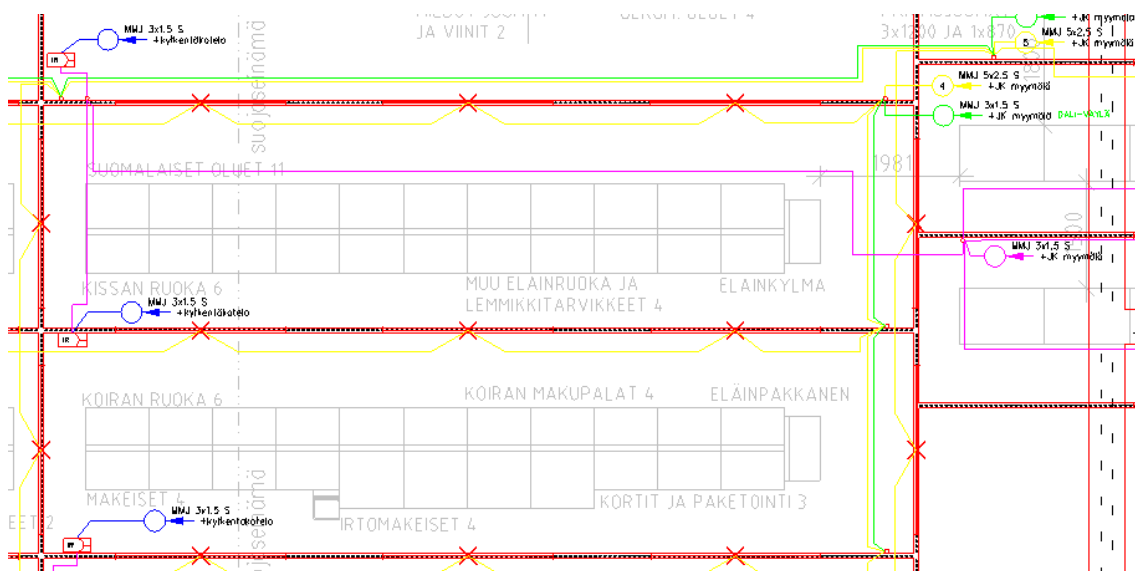
Kuva 37. PD2-M-1C-valvonta-alue 15 metrin käytävässä.

PD4-M-1C-C-AP-liiketunnistimia piirsin kapeisiin ja pitkiin käytäviin. Liiketunnistimet piirsin molemmissa pitkissä käytävissä keskelle käytävää. Yhden liiketunnistimen valvonta-alue riitti kattamaan yhden käytävän. PD4-M-1C-C-AP liiketunnistimia tuli yhteensä tähän toteutukseen yksitoista kappaletta. Esyluxin PD-C360i/8plus liiketunnistimia piirsin lyhyisiin kahdeksan metrin käytäviin ja niitä meni yhteensä neljä kappaletta.

Liiketunnistimien sijoittelun jälkeen jatkoin suunnittelua piirtämällä ensin myymälään tulevan kytkentäkotelon. Kytkentäkotelon sijoitin myymälässä olevaan tolppaan, joka melko lähellä myymälän kassoja, koska keskemällä ei ollut mitään tolppia mihin sen olisi voinut sijoittaa. Kytkentäkotelon tarkka sijoituspaikka näkyy liitteestä 7. Kytkentäkotelona käytin tässä toteutuksessa samaa kuin Sale Riihimäen vastaavassa toteutuksessa. Ainoana erona oli se, että tähän toteutukseen tuli kahden 942-sisäänmenoyksikön lisäksi vielä yksi 942-sisäänmenoyksikkö.

Viimeisenä suunnittelun vaiheena oli liiketunnistimien kaapelointi. Liiketunnistimet kaapeloidin samalla periaatteella kuin Sale Riihimäessä paitsi, että liiketunnistimien säh-

könsyötöt kaapeloitiin samalla tavalla kuin edellisen toteutuksen DALI-väylät. Kuvassa 38 on esimerkki siitä, miten kaapeloinnit on suunniteltu. Kuvassa näkyy tumman sinisellä piirretyt kosketintiedon kaapeloinnit kytkentäkoteloon ja violetilla piirretyt sähkönsyötöt. Yhdestä sähkönsyötöstä saa jännitteen useampi liiketunnistin.



Kuva 38. Liiketunnistimien kaapeloinnit.

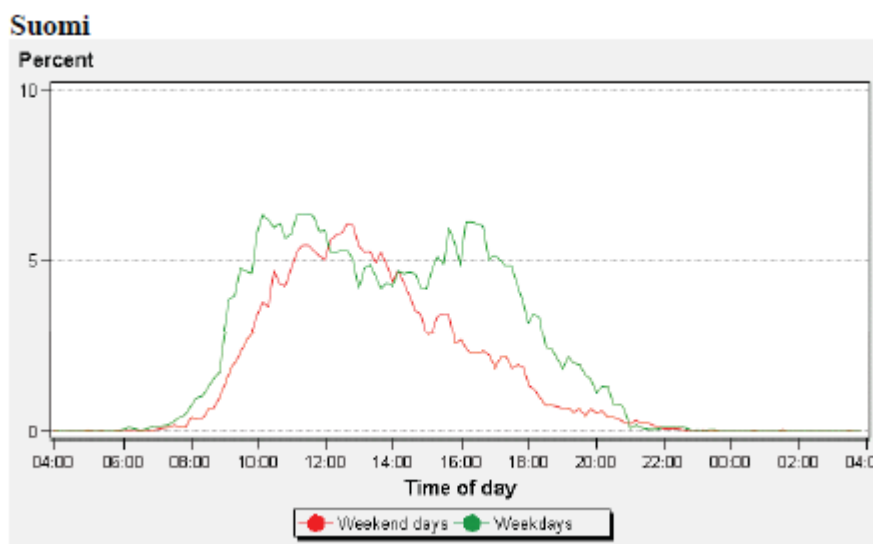
Liiketunnistimien kosketintietojen kaapeloinnit olivat pisimmillään 48 metriä, joten pituus ei ylitä 50 metrin sallittua rajaa. DALI-väylien pituudet lyhenivät, koska toteutuksessa tarvittu 910-reitin sijoitettiin kytkentäkoteloon. Osoitteet ja DALI-väylän virta riittivät myös tässä toteutuksessa. Osoitteiden määrä ei kasvanut kuin kolmella osoitteella ja DALI-väylän virta lisääntyi toisessa väylässä 20 mA ja toisessa 10 mA. Liitteessä 6 on valmiin toteutuksen kuva.

6 Kustannukset

6.1 Energiansäästö

Valaistushajauksen toteutuksessa 30 %:n valaistustason pienentämisessä saavutettaviin energiansäästöihin vaikuttaa todella moni asia. Saavutettavia energiansäästöjä on vaikea laskea tarkasti, koska muuttuvia tekijöitä on paljon. Vaikuttavia asioita ovat esimerkiksi asiakkaiden määrä, päivittäistavarakauppojen aukioloajat, asiakkaiden ostokertojen määrä, viikonpäivä, kaupan koko ja asiakkaiden kaupassakäynnin rytmii. Auki-

oloaikojen pidentyminen lisää saavutettavia energiansäästöjä ja vuorostaan erilaisten asiakkaiden erilainen kaupassakäynti rytmi vähentää saavutettavia säästöjä. Kaupan aukioloajat ajatellaan tässä tarkastelussa olevan klo 7–21. Asiakkaiden kaupassakäynti rytmistä Suomessa on tekstin alapuolella kuva.



Kuva 39. Asiakkaiden kaupassakäynti rytmi päivittäistavarakaupassa [17].

Vihreällä on piirretty viikonpäiviä kuvaava käyrä ja punaisella viikonloppuja kuvaava käyrä. Asiakkaiden kaupassakäynnin rytmistä voidaan päätellä, että viikonpäivinä klo 10–18 noin puolet väestöstä käy ostoksilla päivittäistavarakaupoissa. Valaistuksen ohjauksen kannalta edellä mainitulla aikavälillä saatava energiansäästö on aika pientä. Energiansäästöä ei klo 10–18 kuin maksimissaan 5 % ohjaamattomaan valaistukseen, koska ihmisiä on kaupassa koko ajan. Viikonpäivinä klo 7–10 energiansäästöä tulee etenkin klo 7–8 ja huomattavasti vähemmän klo 8–10, jolloin asiakkaiden kaupassakäynti lisääntyy todella paljon. Viikonpäivinä samalla tavalla käy klo 18–21. Energiansäästöjä saadaan paljon klo 20–21 ja vuorostaan vähemmän energiansäästöjä saadaan klo 18–20. Voidaan ajatella, että klo 7–8 ja 20–21 saavutettavat energiansäästöt olisivat noin 70 % prosentien luokkaa ohjaamattomaan. Klo 8–10 saavutettavat energiansäästöt olisivat noin 20 % ja klo 18–20 energiansäästöt olisivat noin 30 %:n luokkaa.

Viikonloppuina saavutettavat energiansäästöt ovat paljon suuremmat kuin viikonpäivinä. Viikonloppuina energiansäästöä tulee etenkin siitä, että asiakkaita on vähemmän ja nykyään kaupat ovat pidempään auki viikonloppuisin. Yläpuolella olevasta kuvasta

voidaan havaita, että viikonloppuisin klo 10–15 energiansäästöä ei tule paljoakaan, koska suurin osa ihmisistä käy kaupassa silloin. Energiansäästö prosentti ohjaamattomaan valaistukseen on noin 10 %:n luokkaa. Saavutettavat energiansäästöt ovat aamulla klo 7–9 noin 70 % ja klo 9–10 noin 25 % ja illalla klo 15–18 noin 35 % ja klo 18–21 70 %.

Laskettaessa sopivaa kerrointa valaistusohjauksen kertoimeksi käytin apuna arvioimiani energiansäästö prosentteja. Laskin kertoimen laskemalla keskiarvon energiansäästö prosenteista. Arviossani kauppa on auki 14 tuntia päivässä. Kerroin jokaisen prosenttimäärän niin monella tunnilla, se vaikuttaa päivän aikana. Lopuksi laskin vielä keskiarvon viikonpäivän ja viikonlopun kertoimista. Laskentakaavat olivat seuraavanlaiset:

Viikonpäivät

$$(5 \times 8 \text{ h} + 70 \times 2 \text{ h} + 20 \times 2 \text{ h} + 30 \times 2 \text{ h}) : 14 \text{ h} = 0,2$$

Viikonloppu

$$(10 \times 5 \text{ h} + 70 \times 5 \text{ h} + 25 \times 1 \text{ h} + 35 \times 3 \text{ h}) : 14 \text{ h} = 0,378$$

$$(0,2 + 0,378) : 2 = 0,29$$

Tulokseksi sain 0,29, mikä voi olla hyvinkin lähellä oikeaa kerrointa. Energiansäästöä laskiessani käytin edellä laskettua kerrointa, valaisimien määrää ja niiden pätötehoa. Kaikkien edellä mainittujen asioiden lisäksi oletin, että kauppa on auki vuoden jokaisena päivänä.

Sale Riihimäessä valaisimia oli 42 ja niiden ottama pätöteho oli 70 W. Laskin ensin, kuinka paljon tulee käyttötunteja vuodessa. Valaisimille on käyttötunteja vuodessa noin 5110 tuntia. Laskin tunnit vain kertomalla yhden päivän aukioloajan tunnit 365 päivällä. Energiankulutusta laskiessa laskin ensin valaisimien ottaman pätötehon sähköverkosta. Energiankulutuksen sain selville kertomalla käyttötunnit pätöteholla. Tulokseksi sain 15023 kWh:n sähköenergian kulutuksen vuodessa. Valaistusohjauksen sähköenergian kulutus kerrotaan 0,29:llä saadaan selville ohjauksen avulla saadut säästöt. Tulokseksi sain 4356 kWh:n sähköenergian säästön verrattuna nykyaikaiseen valaistukseen, jossa ei ole käytävähajausta.

S-market Tammelassa vastaavasti sain sähköenergian kulutukseksi 56087 kWh ja sähköenergian säästökseksi sain 16265 kWh. Säästöä rahallisesti saadaan Sale Riihimäessä vuodessa noin 436 euroa ja S-Market Tammelassa noin 1627 euroa.

Edellä lasketun kertoimen lisäksi on hyvä laskea mitä olisivat säästöt, jos kerroin olisi-kin joku muu. Kustannussäästöt on laskettu eri kertoimilla lasketun kertoimen molemmin puolin. Kustannussäästöistä eri kertoimilla on taulukko 1 tekstin alapuolella. Taulukosta 1 voidaan havaita kertoimen merkitys saataviin kustannussäästöihin vuodessa. Sale Riihimäessä saatavat säästöt pysyvät melko pieninä, vaikka kerroin olisikin eri. Vastaavasti S-market Tammelassa saatavat säästöt muuttuvat aika merkittävästi riippuen kertoimesta. Laskelmissa sähkön hintana on käytetty 10 snt/kWh.

Taulukko 1. Kustannussäästöt eri kertoimilla.

Sale Riihimäki		
Kerroin	Sähköenergiesäästö kWh	Kustannussäästö €
0,15	2254	225
0,2	3004	300
0,29	4356	436
0,4	6009	601
0,45	6760	676

S-market Tammela		
Kerroin	Sähköenergiesäästö kWh	Kustannussäästö €
0,15	8413	841
0,2	11217	1122
0,29	16265	1627
0,4	22434	2243
0,45	25239	2524

6.2 Kustannukset

Sale Riihimäen toteutuksien kustannuksissa oli pieniä eroja eri toteutusten välillä. Liikettunnistimien hinnat olivat korkeammat Helvarin liikettunnistimilla tehdyssä toteutuksessa ja niiden hintaa lisäsivät lisäksi myös niihin tarvittavat pinta-asennuskotelot. Helvarin liikettunnistimilla tehdyssä toteutuksessa pelkät liikettunnistimet tarvitsivat 910-reitittimen, jonka hinta on korkea. Kaapelia meni vähemmän, muihin asennustarvikkeisiin meni enemmän ja vuorostaan työhön meni vähemmän rahaa kuin järjestelmän

ulkopuolisilla liiketunnistimilla toteutettuun ratkaisuun. Kustannuksien eroksi tuli kokonaisuudessaan noin 1300 euroa. Taulukosta 2 näkyy, miten kustannukset muodostuivat eri toteutuksissa. Takaisinmaksuaika on Helvarin liiketunnistimilla tehdyssä toteutuksessa noin 17 vuotta lasketulla kertoimella. Järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla tehdyssä toteutuksessa takaisinmaksuaika on noin 14 vuotta. Molemmat takaisinmaksuajat ovat liian pitkät siihen, että kyseinen järjestelmä kannattaisi toteuttaa. Takaisinmaksuajoista voidaan jo pelkästään päätellä, että pieneen päivittäistavara-kauppaan ei kannata suunniteltuja järjestelmiä toteuttaa.

Taulukko 2. Kustannukset Sale Riihimäen toteutuksista.

Sale Riihimäki		
Helvarin liiketunnistimilla		
Tuote	Määrä	Hinta €
311 kattoasenteinen PIR-tunnistin	30 kpl	2777,94
Pinta-asennuskotelo SBB-A	30 kpl	243,87
Digidim 910 reititin	1 kpl	1017,06
MMJ 3x1,5S	379 m	175,09
Muut asennustarvikkeet		316,8
Työ	104h	3120
Yhteensä		7650,76

Sale Riihimäki		
Järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla		
Tuote	Määrä	Hinta €
Luxomat PD2-M-1C	14 kpl	1466,39
Luxomat PD4-M-1C-C-AP	2 kpl	379,5
Fibox EKOE 180 G	1 kpl	83,6
942 Sisäänmenoyksikkö	2 kpl	564,7
DIN-kisko 35mm 2m	1 kpl	4,13
MMJ 3x1,5S	670 m	309,54
Riviliitin	16 kpl	10,56
Muut asennustarvikkeet		180,7
Työ	112h	3360
Yhteensä		6359,12

S-market Tammelan eri toteutuksien kustannuksissa kävi hyvin samalla tavalla kuin Sale Riihimäessä. Helvarin liiketunnistimet maksoivat yhteensä enemmän ja reitittimiä tarvittiin kaksi lisää. Reitittimet eivät ole mukana kustannuksissa järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla toteutetuissa ratkaisuisissa, koska molempien päivittäistavara-kauppojen toteutuksissa tarvittavat väylälaitteet pystyttiin sijoittamaan valaisimille tarkoitettuihin väyliin, jotka ovat jo valmiiksi asennettu. S-market Tammelassa kustannukset olivat kokonaisuudessa noin 10 000 euron luokkaa ja niiden eroksi tuli noin 750

euroa. Kustannukset ovat taulukossa 3. Takaisinmaksuajaksi Helvarin tunnistimilla toteutettuun ratkaisuun tuli noin 6,5 vuotta lasketulla kertoimella ja järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla tehdyn toteutuksen takaisinmaksuajaksi tuli noin 6 vuotta. Takaisinmaksuaikojen perusteella järjestelmän toteutusta S-market Tammelan kokoiin päivittäistavarakauppoihin kannattaisi jo oikeasti miettiä.

Taulukko 3. Kustannukset S-market Tammelan toteutuksista.

S-market Tammela		
Helvarin liiketunnistimilla		
Tuote	Määrä	Hinta €
313 matalaprofiilinen mikroaaltotunnistin	7 kpl	1306,99
314 kääntyvä mikroaaltotunnistin	11 kpl	2521,4
311 kattoasenteinen PIR-tunnistin	4 kpl	370,39
Digidim 910 reititin	1 kpl	1017,06
Digidim 905 reititin	1 kpl	676,21
MMJ 3x1,5S	396,34 m	183,1
Pinta-asennuskotelo SBB-A	11 kpl	89,42
Pinta-asennuskotelo SBB-B	11 kpl	137,82
Muut asennustarvikkeet		219,2
Työ	128h	3840
Yhteensä		10361,59

S-market Tammela		
Järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla		
Tuote	Määrä	Hinta €
Luxomat PD2-M-1C	7 kpl	733,19
Luxomat PD4-M-1C-C-AP	11 kpl	2087,25
Esylux PD-C360i/8plus	4 kpl	528,26
Fibox EKOE 180 G	1 kpl	83,6
942 Sisäänmenoyksikkö	3 kpl	847,04
DIN-kisko 35mm 2m	1 kpl	4,13
MMJ 3x1,5S	1143,94 m	528,5
Riviliitin	21 kpl	13,86
Muut asennustarvikkeet		233,2
Työ	152h	4560
Yhteensä		9619,03

7 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin ratkaisemaan, kannattaako tehdä päivittäistavarakauppojen myymälän käytäville valaistusohjausta. Toteuttamisen kannattavuuteen vaikuttivat todella moni asia. Vaikuttavia asioita olivat toteutustapa, kustannukset, takaisinmaksuaika ja päivittäistavarakaupan koko. Tehtyäni kaikki toteutukset ja laskettuani kaikki kustannukset huomasi, että eri tavoilla tehdyillä valaistusohjauksilla ei ole oike-

astaan suurta merkitystä kustannuksiin ja takaisinmaksuaikaan. Merkittävänä asia pidin oikeastaan päivittäistavarakaupan kokoa. Päivittäistavarakaupan koon kasvaessa takaisinmaksuaika lyheni selvästi ja toteuttamisen kannattavuus nousi paljon. S-Market Tammelankin tapauksessa takaisinmaksuaika oli mielestäni jo sellainen, että sen toteuttamista kannattaa jo miettiä.

Kaupan kokoakin tärkeämpi asia on asiakkaiden kaupassakäynti rytmi. Kaupassakäyntirytmillä on todella merkittävä vaikutus siihen, kuinka paljon säästöä saadaan ja kannattaako järjestelmää toteuttaa. Säästöjen tarkan määrän saamiseksi tarvittaisiin oikeasti käytännön toteutus, koska on todella vaikea arvioida, milloin käytävällä on ihminen ja milloin ei. Energiansäästöluvussa olevien taulukkojenkin perusteella voidaan ajatella, että pahimmillaan järjestelmää ei kannata toteuttaa ollenkaan ja parhaimmillaan järjestelmä on todella hyvä sijoitus.

Mielestäni suunnittelemani toteutukset sopivat kuitenkin paremmin johonkin Prisman työkalu- ja vaateosastoille tai Kodin Terra -tyyppiseen kauppaan. Edellä mainituissa kaupoissa on paljon käytäviä, joissa ei kulje välttämättä yhtään ihmistä pitkään aikaan. Opinnäytetyöni esimerkkikohteiden tyyppisiin kauppoihin valaistusohjauksen toteuttaminen järkevästi odottaa DALI-2-standardin etenemistä, jotta pystyisi käyttämään muidenkin valmistajien kuin Helvarin liiketunnistimia. DALI-2-standardin eteneminen on tärkeää, koska silloin saadaan kustannukset vielä pienimmiksi, tekniset asiat eivät rajoita niin paljon tekemistä ja liiketunnistimet saadaan vielä paremmin optimoitua tarkoitukseensa.

Opinnäytetyöstäni saatavat hyödyt ovat ne, että saatiin tietoa, miten myymälän käytävän valaistusohjaus olisi mahdollista toteuttaa, kuinka paljon siitä tulisi kustannuksia ja lisäksi minkälaisiin kohteisiin se olisi järkevä toteuttaa.

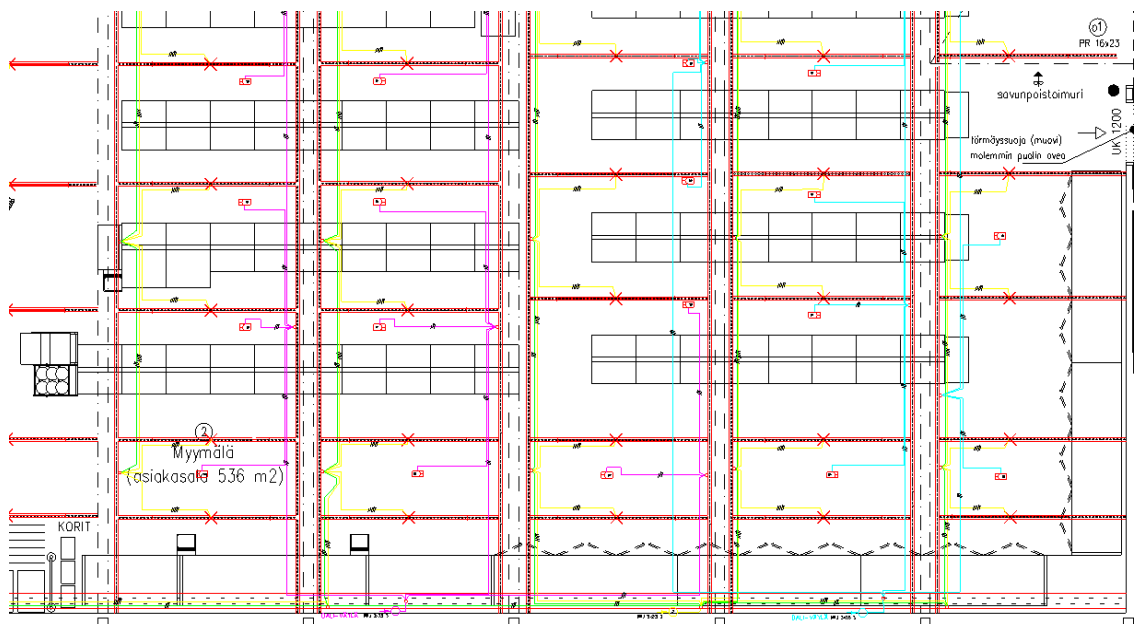
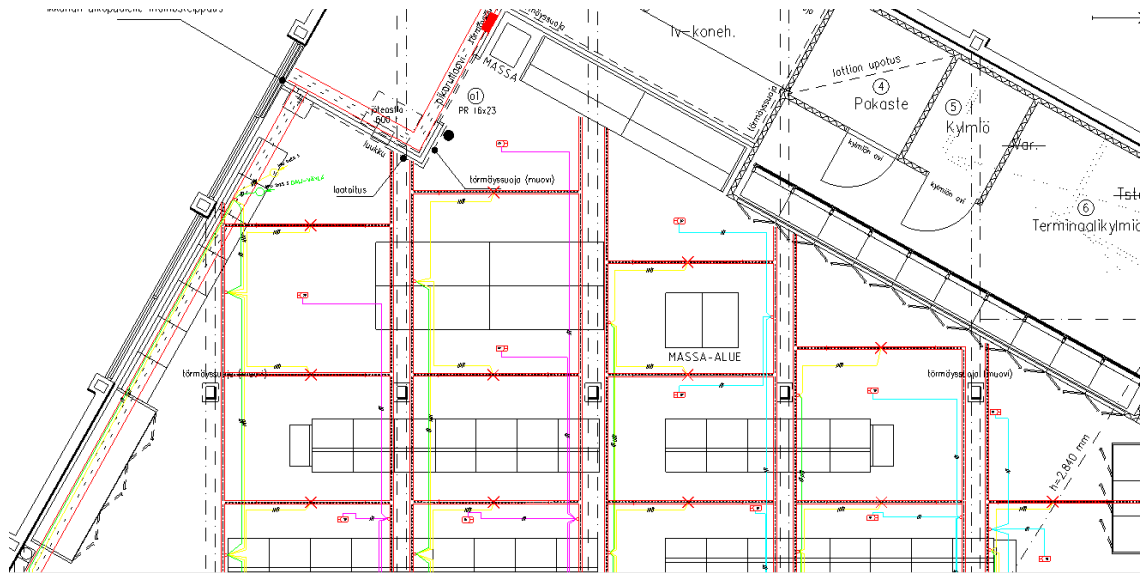
Opinnäytetyöhöni asetetut tavoitteet täytyivät mielestäni hyvin. Sain suunniteltua onnistuneesti molemmista esimerkkikohteista käytävien valaistusohjaukset eri toteutustavoilla. Onnistuin laskemaan toteutuksille järkevät kustannukset ja onnistuin päättämään mihin valaistusohjaus olisi järkevää toteuttaa. Opin myös lisää DALI-järjestelmästä ja erilaisista liiketunnistimista. Hyötynä opinnäytetyöstä jää itselleni se, että osaan kirjoittaa tekstiä paremmin, osaan käyttää monipuolisemmin erilaisia ohjelmia ja lähdemateriaalia. Opin käyttämään paremmin MS Office-ohjelmia, Cads planner electric-ohjelmaa ja minulle uutta ohjelmaa Digidim toolboxia.

Lähteet

- 1 Piikkilä, Veijo & Sahlstén, Toivo. 2017. Kiinteistöjen tiedonsiirtojärjestelmät ST-käsikirja 21. Espoo: Sähköinfo.
- 2 Mans, Paul. 2017. Helvar valoakatemia sisävalaistustekniikka valaistuksen ohjaustavat. Verkkoaineisto. Metropolia opintojakso valaistustekniikka. Päivitetty 18.4.2017. Luettu 31.8.2017
- 3 Digital Illumination Interface Alliance. 2017. Verkkoaineisto. <<https://www.digitalilluminationinterface.org/>>. Luettu 2.9.2017
- 4 Helvar. Tuotteet. 2017. Verkkoaineisto. Helvar Oy. <<https://www.helvar.com/fi/tuotteet/>>. Luettu 1.9.2017
- 5 Kallioharju, Kari. 2012. Pienemmän DALI-järjestelmän ohjelmointi. Verkkoaineisto. <http://www.oamk.fi/~kurki/Valaistustekniikka/DALI_teoria_joulu2014.pdf>. Luettu 2.9.2017
- 6 Valaistuksen ohjaus. 2017. Verkkoaineisto. Nylund Group. <<https://nylund.fi/tuotteet/valaistusratkaisut/valaistuksen-ohjaus/#filters=&category=20>> Luettu 2.9.2017
- 7 Kallioharju, Kari & Piikkilä, Veijo. 2016. KNX-DALI taustoja. Verkkoaineisto. <<http://tate.blogs.tamk.fi/files/2016/12/KNX-DALI-TAUSTOJA.pdf>>. Luettu 3.9.2017
- 8 PIR-valaisimet. 2009. Verkkoaineisto. Ensto opintojaksot. <<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247/1228463997562/1228467100226/1234267638114.html>>. Luettu 3.9.2017
- 9 Henkilökohtaista valoa, kuinka tekniikka toimii käytännössä?. 2017. Verkkoaineisto. Fagerhult Oy. <<https://www.fagerhult.com/fi/Tunable-white/Henkilökohtaista-valoa/Kuinka-tekniikka-toimii-kaytannossa/>>. Luettu 13.9.2017
- 10 Kalliomäki, Antti. 2011. Digidim toolbox-ohjelmoinnin perusteet. Insinööriyö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta
- 11 Ammatillinen täydennyskoulutus, DALI-jatkokurssi. 2017. Verkkoaineisto. TAMK Oy <<http://www.tamk.fi/-/dali-valaistuksenohjausjarjestelma-jatkokurssi#Tavoite>>. Luettu 15.9.2017
- 12 Tietoa, valaistus. 2016. Verkkoaineisto. Motiva hankintapalvelu. <<http://www.motivanhankintapalvelu.fi/tietopankki/valaistus>> Luettu 30.9.2017

- 13 Kallioharju, Kari & Harsia, Pirkko. 2015. Valaistuksen laadullisten tekijöiden ja energialaskennan määrittely Fin ZEB-hankkeelle. TAMK henkilöstön muut julkaisut. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 14 Valli, Matti. 2017. Kauppa jäädyttää helteellä aurinkoenergialla. Sähköala 8/2017, s.31.
- 15 SFS-EN 12464-1 standardi. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. 2011. Valo ja valaistus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 16 Fibox. Kotelot. 2017. Verkkoaineisto. Fibox Oy.
<http://www.fibox.fi/3/Kotelot_FIN1.html>. Luettu 19.10.2017
- 17 Vähittäiskaupan vaihtoehtoisten aukiolosäännösten vaikutukset kuluttajille, kaupan työntekijöille sekä liikenteelle ja ympäristölle. 2008. Verkkoaineisto. Kuluttajatutkimuskeskus.
<kauppa.fi/content/download/5881/63588/file/Aukiololausunto_KTK.pdf>
Luettu 22.10.2017

Liite 1. Sale Riihimäen toteutus Helvarin liiketunnistimilla



Liite 2. Liiketunnistimien tekniset tiedot

PD4-M-1C-C-AP tekniset tiedot

Tekniset tiedot

Käyttöjännite	110 - 240 V AC 50 / 60 Hz
Tehonkulutus	n. 0,7 W
Valoisuusmittaus	Linssin sisäpuoleinen sekavalomittaus
Tunnistustekniikka	PIR, Passiivi infrapuna kolme PIR -elementtiä
Tehdasasetukset	10 min, 500 lx

Valvonta-alue 2,5 m asennuskorkeudella 360°	Pituus 40 m sivusuunnassa Pituus 20 m kohti tunnistinta
Suositteltu asennuskorkeus	2,5 m. Tunnistin on asennettava vaakasuoraan 2,4 - 2,6 m korkeudelle.
Koko	Ø 101 x 63 mm (AP), Ø 97 x 103 mm, upotusaukko Ø 68 mm (FP)
Suojausluokka	IP20 (FP), IP54, (AP) / Class II
Ympäristölämpötila	-25 °C to +50 °C
Materiaali	Kotelo UV-suojattua, PVC-vapaata polykarbonaattia
Kotelon väri	Valkoinen
Soveltuva kauko-ohjain	IR-Adapter for Smartphones, IR-PD-1C, IR-PD-Mini

Ohjaukset: Valaistusryhmälle

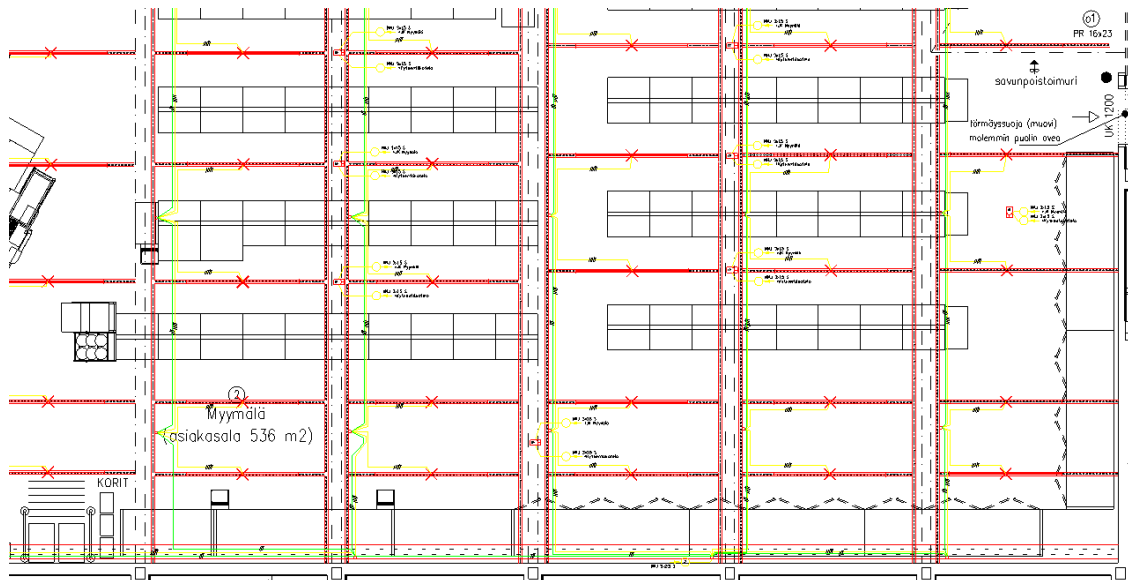
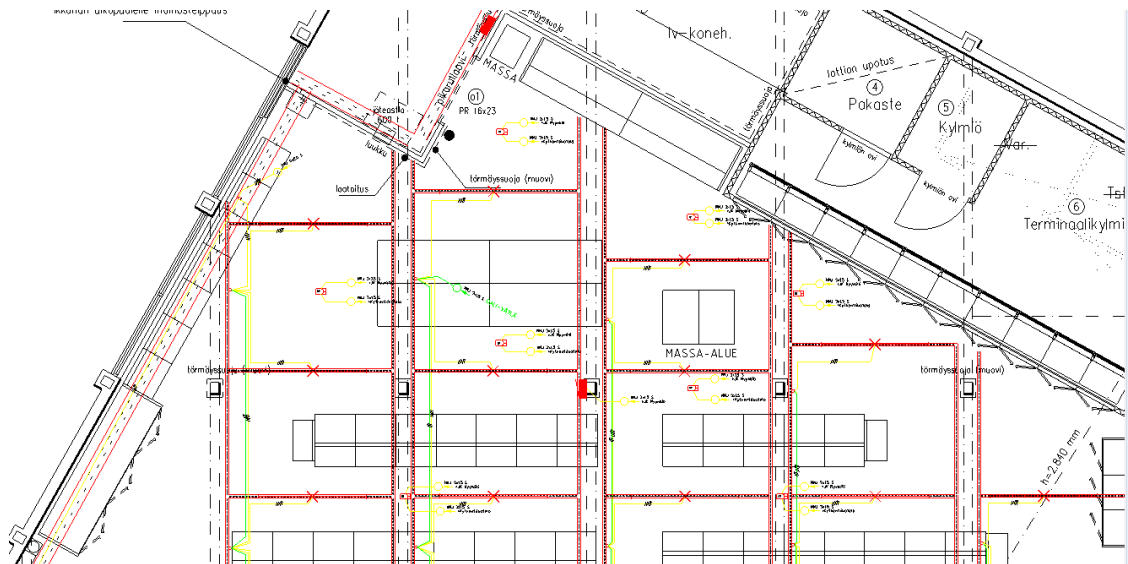
Ohjaustapa kanava 1	Rele NO potentiaalivapaa
Lähtö	Potentiaalivapaa rele, kaksivaiheinen kytkentä
Maksimi kuorma	10A, 2300W $\cos\phi=1$, 1150 VA, $\cos\phi = 0.5$ Nollapistekytkentä, syöksyvirta 165A (20ms)
Viiveaika	15 s - 30 min, pulssi
Luksitaso säätö	10 - 2000 lux

PD2-M-1C tekniset tiedot

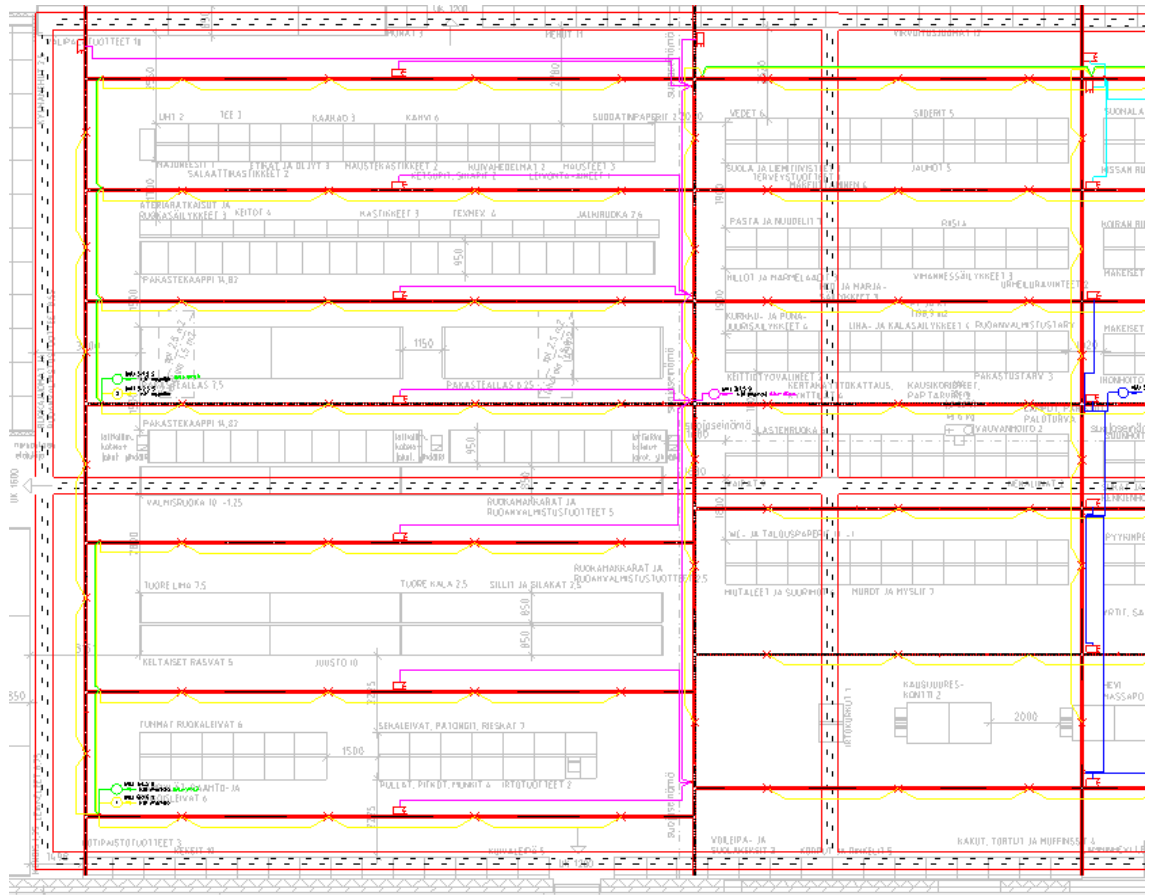
Tekniset tiedot

Käyttöjännite	110 – 240 V AC 50 / 60 Hz
Tehonkulutus	n. 0,6 W
Valoisuusmittaus	Linssin sisäpuoleinen sekavalomittaus
Tunnistustekniikka	PIR, Passiivi infrapuna
Tehdasasetukset	10 min, 500 lx
Valvonta-alue 2,5 m asennuskorkeudella 360°	Ø 10 m sivusuunnassa Ø 6 m kohti tunnistinta Ø 4 m istuttaessa
Suosittelu asennuskorkeus	2,5 m. Katso valvonta-alue taulukko muille asennuskorkeuksille.
Koko	Ø 98 x 50 mm (AP), Ø 80 x 84,5 mm, upotusaukko Ø 68 mm (FP)
Suojausluokka	IP20 / Class II
Ympäristölämpötila	-25 °C to +50 °C
Materiaali	Kotelo UV-suojattua polykarbonaattia
Kotelon väri	Valkoinen
Soveltuva kauko-ohjain	IR-Adapteri älypuhelimille, IR-PD-1C, IR-PD-Mini
Ohjaukset: Valaistusryhmälle	
Ohjaustapa kanava 1	Rele NO potentiaalivapaa
Lähtö	Potentiaalivapaa, kaksivaiheinen kytkentä
Maksimi kuorma	10A, 2300W cosφ=1, 1150 VA, cos φ = 0.5 Nollapistekytkentä, syöksyvirta 165A (20ms)
Viiveaika	15 s – 30 min, pulssi
Luksitaso säätö	10 – 2000 lux

Liite 3. Sale Riihimäen toteutus järjestelmän ulkopuolisilla liiketunnistimilla



Liite 4 S-market Tammelan toteutus Helvarin liiketunnistimilla



Liite 5. Esylux PD-C360i/8plus tekniset tiedot

Tekniset tiedot PD-C360i/8plus

- Verkkojännite: 230 V/50 Hz
 - Tehontarve n.: < 0,3 W
 - Tunnistusalue: 360°
 - Tunnistusetäisyys [m]: 8 m
 - Asetusmahdollisuudet: mekaanisesti asetussäätimellä, elektronisesti Mobil-PDi/MDi-universal-infrapunakaukosäätimellä (tilattava erikseen)
 - Sallittu ympäristölämpötila: 0 °C...+50 °C
 - Kotelointiluokka: IP 20 upotusmallina, IP 20/IP 54 pinta-asennusrasiolla (tilattava erikseen), IP 20 kattouputusversiona (tasoasennussarja tilattava erikseen)
 - Suojausluokka: II
 - Asennustapa: Kattoasennus
 - Kotelon materiaali: UV-säteilyä kestävä polykarbonaatti
 - Mitat n.: Korkeus 38 mm , Ø 108 mm
 - Asennusmitta: Asennussyvyys 24 mm, Asennusreiän mitta 68 mm
 - Liitin: 2,5 mm² / 1,5 mm²
 - Toimituksen sisältö: sis. linssimaskin
 - Slave-tulo: kyllä
 - **Kanava 1: Valaistus**
 - Rajapinta: KytKentä
 - KytKentäteho, kanava 1: 230 V/50 Hz, 2300 W/10 A (cos phi = 1), 1150 VA/5 A (cos phi = 0,5)
 - Painiketulo: kyllä
 - Viiveaika: n. 1 min – 30 min
 - Valomittaus: Sekavallo
 - Valoarvo: n. 5 – 2000 lux
 - PäällekytKentäviive (s): 30 s
 - PoiskytKentäviive (s): 300 s
-

- **Kanava 2: HVAC**
 - **Lähtö:** KytKentä
 - **Kontakti:** Sulkukosketin/kellumaton
 - **KytKentäteho, kanava 2:** 230 V ~/2 A, 24 V =/2 A|kapasitiivinen kuormitus / elektroniset kytKentälaitteet maks. kytKentävirta 30 A / 20 ms
 - **Viiveaika kanava 2:** pulssi/n. 5–120 min
 - **Kontakti:** Sulkukosketin/kellumaton
 - **Suhteellinen ilmankosteus:** 5 - 93 %, ei kondensoitua
 - **Vaatimustenmukaisuus:** CE|RoHS
 - **Silikoniton kotelo:** ja
 - **Väri:** valkoinen, lähes kuin RAL 9010
 - **Asennusreiän mitta:** 68 mm
 - **Vastaanotin Asennuskorkeus:** 3 m
 - **Vastaanotin Asennuskorkeus maks.:** 5 m
 - **Puoliautomaatiikka:** kyllä
 - **Pulssitoiminto:** kyllä
 - **Slave-ilmaisimien enimmäismäärä:** 10
 - **Täysautomaatiikka:** kyllä
 - **Vakiovalonsäätö:** false
 - **KytKentävirta:** 800 A / 200 μ s
-

