

Ville Kupari

**DALI-valaistusohjausjärjestelmän
ohjelmointi oppilaitoskiinteistössä
Harjun kampus, A4-lamelli**

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Ville Kupari	Insinööri (AMK)	Tammikuu 2018
Opinnäytetyön nimi		50 sivua
DALI-valaistusohjausjärjestelmän ohjelmointi oppilaitoskiin- teistössä		2 liitesivua
Harjun kampus, A4-lamelli		
Toimeksiantaja		
Ajansähkö Oy		
Ohjaaja		
Hannu Honkanen		
Tiivistelmä		
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Ajansähkö Oy:n toimeksiantona oppilaitoksen saneerauksen yhteydessä. Työn tarkoituksena oli perehtyä DALI-valaistusohjausjärjestelmän ohjelmointiin sekä käyttöönottoon konkreettisella tavalla ja näin luoda haluttu valaistusympäristö saneerauskohteeseen. Haasteena ohjelmoinnin suorittamisessa oli heikko aikaisempi kokemus DALI-järjestelmistä.</p> <p>Hyvä valaistus on tärkeässä roolissa oppimisen ja työnteon kannalta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että valoja tulisi olla liikaa ja etteikö niitä voitaisi säätää. Nykyään myös energiankulutusta seurataan monin eri tavoin, ja valonohjausjärjestelmillä kulutukseen voidaan vaikuttaa paljonkin. Työn alkuosassa on esitelty DALI-tekniikkaa sekä sen ominaisuuksia valonohjauksessa, ja työn jälkimmäinen osa käsittelee järjestelmän ohjelmointia.</p> <p>Työn tuloksena saavutettiin hyvin toimiva järjestelmä jokapäiväiseen käyttöön. Tilojen valaistusratkaisut palvelevat käyttäjiä monissa eri tilanteissa. Ohjelmoinnissa keskityttiin myös pieniin yksityiskohtiin, kuten selkeään nimeämistyyliin, jotta tarvittaessa muutoksia olisi vaivaton tehdä.</p>		
Asiasanat		
DALI, Helvar Designer, energiankulutus, ohjelmointi		

Author (authors)	Degree	Time
Ville Kupari	Bachelor of Engineering	January 2018
Thesis title		50 pages 2 pages of appendices
Programming DALI lighting control system in educational premises Harju campus, A4-lamel		
Commissioned by		
Ajansähkö Oy		
Supervisor		
Hannu Honkanen		
Abstract		
<p>This thesis was done during the renovation of a school. The objective of the thesis was to get good knowledge about DALI lighting control system and to build up programming skills. One goal was also to obtain the wanted environment of lighting in the building. There were some challenges like inexperience of programming.</p> <p>Good lighting is a very important thing related to learning and working. However, it doesn't mean that there should be too many lights or lights that can't be adjusted. Nowadays consumption of energy is also monitored in many ways, and it's possible to affect the consumption with adjustable lighting control systems. The first part of the thesis addresses to DALI technology and its properties in controlling of lighting. The second part includes programming of the system.</p> <p>As the result of the thesis, a functional system for everyday use was created. The lighting solutions in the building serves users in many various situations. Thinking about the future there were also several little details, like explicit naming, that were considered during programming.</p>		
Keywords		
DALI, Helvar Designer, energy consumption, programming		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VALAISTUKSEN OHJAUS	6
2.1	Oikea määrä valoa.....	6
2.2	Siellä, missä valoa tarvitaan	7
2.3	Silloin, kun valaistusta tarvitaan.....	7
3	ÄLYVALAISTUS	8
4	ENERGIANSÄÄSTÖÄ LED-VALAISIMILLA	8
5	DALI, DIGITAL ADRESSABLE LIGHTING INTERFACE.....	9
5.1	DALI itsenäisenä järjestelmänä	10
5.2	DALI alajärjestelmänä.....	10
5.3	DALI osana kiinteistöautomaatiojärjestelmää	11
6	DALI-TEKNIikka.....	12
6.1	Helvar DIGIDIM	14
6.1.1	Designer- ja Toolbox-ohjelmistot	14
6.2	Helvar DIGIDIM Router.....	16
7	KOHDE-ESITTELY	16
7.1	Historiaa	17
7.2	Ajansähkö Oy	18
8	VALAISTUKSEN OHJELMOINTI.....	18
8.1	Yleistä kohteen ohjelmoinnista	18
8.2	Verkkotopologia	20
8.3	Väylässä olevien laitteiden tunnistaminen ja nimeäminen	21
8.4	Tilat.....	24
8.4.1	Käytävät.....	24
8.4.2	Opetustilat.....	26
8.4.3	Toimistot	27
8.4.4	Neuvotteluhuoneet.....	29

8.4.5	Sosiaalitulat.....	31
8.4.6	Opettajien huone	32
8.5	Yhteys kiinteistöautomaatiojärjestelmään.....	38
8.5.1	Ilmanvaihdon tehostus.....	39
8.5.2	Sammutuspulssi	40
8.6	Yhteys hälytysjärjestelmiin.....	41
9	ENERGIANKULUTUKSEN VERTAILUA.....	43
9.1	Yleistä valaistuksen energiatehokkuudesta	43
9.2	Vertailu luokkatiloista	43
10	POHDINTA.....	46
	LÄHTEET.....	49
	KUVALUETTELO	50

LIITTEET

Liite 1. Ote keskuksen A4JK42 piirikaaviosta, jossa Smartlink-ohjaukset.

Liite 2. Ote keskuksen A4JK42 piirikaaviosta, jossa DALI-ohjaukset.

1 JOHDANTO

Yksinkertaisimmillaan valaistuksen ohjaaminen on sitä, että valaistus saadaan päälle ja pois päältä. Aikoinaan tämä hoidettiin sytyttämällä esimerkiksi kynttilä palamaan pirtin pöydälle. Kun mentiin nukkumaan tai lähdettiin kirkolle, kynttilä sammutettiin puhaltamalla tai tukahduttamalla.

Nykyisin tekniikka on hieman kehittyneempää ja jatkaa kehitystään koko ajan. Valaistusta voidaan ohjata ja säädellä monin eri tavoin. Viimeisimpinä innovaatioina ovat led-sovellukset, joiden ohjaamiseen hyödynnetään muun muassa älypuhelimia ja tabletteja. Näin saadaan käyttöön erittäin monipuolisia ja muuntautumiskykyisiä kokonaisuuksia esimerkiksi oppilaitoksiin, konserttisaleihin ja toimistotiloihin. Osa kokonaisuuksista on niin sanotusti käyttövalmiita, mutta osalle sovelluksia tarvitaan ohjelmointia, jotta laitteet toimivat halutusti.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään saneerattavan oppilaitoskiinteistön DALI-valaistuksen ohjelmointia sekä käyttöönottoa. Ohjelmoinnin tarkoituksena on säävuttaa haluttu käytettävyyys oppilaitoksen eri käyttötilanteiden ja -tarpeiden mukaisesti. Ohjelmoinnissa käytetään Helvar Designer 4 -ohjelmistoa. Työssä esitellään myös DALI-järjestelmän perustekniikkaa yleisesti.

2 VALAISTUKSEN OHJAUS

2.1 Oikea määrä valoa

Ohjausjärjestelmien avulla saadaan oikea määrä valoa. Ne tarjoavat muunneltavuutta erilaisiin käyttötarpeisiin. Esimerkiksi koulun auditorio, jossa on paljon erilaisia tapahtumia, tarvitsee monia eri valaistuksen tasoja. (DiLouie 2007, 13.)

Ohjausjärjestelmät antavat käyttäjälle mahdollisuuden säätää valaistuksen tasoja tarpeen tai mieltymysten mukaan esimerkiksi himmentämällä. Himmentämisen avulla saavutetaan kattavin tapa säätää valaistuksen tasoja. (DiLouie 2007, 13.)

Valaistusta voidaan himmentää monilla tavoin, ja nykyaikaisilla järjestelmillä esimerkiksi vakiovalo-ohjaus on tehokas tapa saada oikea määrä valoa tiettyyn tilaan tai tilanteeseen. Vakiovalo-ohjaus ottaa huomioon luonnonvalon määrän ja lisää tai vähentää valaisimien tuottamaa valotehoa sen mukaan. Varsinkin ledeillä toteutetuissa sovelluksissa saadaan pidettyä valovirran alenemia kurissa, ja se tuo säästöjä.

2.2 Siellä, missä valoa tarvitaan

Valaistus voidaan jakaa eri ryhmiin tai alueisiin, joita halutaan ohjata. Ohjaamisen käytetään erillisiä ohjaimia tai säätimiä. Riippuen säätimestä tai säätötavasta yhdellä säätimellä voidaan ohjata yhtä tai useampaa ryhmää yhtäaikaista. Esimerkiksi liiketunnistimella voidaan helposti ohjata valaisimet päälle tai pois liikkeen ja läsnäolon mukaan. (DiLouie 2007, 13-14.)

Ryhmät kootaan tavallisesti sen mukaan, millaisia ominaisuuksia valaisimilla on ja mitä halutaan valaista. Ryhmistä kannattaa muodostaa järkevä kokoisia, koska niitä on helpompi hallita ja saadaan aikaiseksi myös energiasäästöjä. Henkilön tullessa tilaan valaistetaan vain ne alueet, joilla liikettä esiintyy. Näin säästetään energiaa. (DiLouie 2007, 13-14.)

Ohjattava ryhmä voi olla vaikka yhden valaisimen kokoinen, jolloin kontrolli on mahdollisimman tarkka. Esimerkiksi avokonttorissa työskentelevät ihmiset voivat kukin itse säätää oman paikkansa valaistusta haluamukseen. (DiLouie 2007, 13-14.)

2.3 Silloin, kun valaistusta tarvitaan

Tehokas ohjausjärjestelmä takaa valaistuksen toiminnan, silloin kun sitä tarvitaan. Käytössä olevien tilojen käytön mukaan valitaan valaistukselle ohjaustapa. Yksi tavoista on aikaperusteinen ohjaus, jossa voidaan määritellä tietyt alueet syttymään ja sammumaan ennakoidusti aikataulujen mukaan. Toinen tapa on määrällistä ohjaamista esimerkiksi läsnäolon avulla. Alueella liikuttaessa läsnäolotunnistin havaitsee liikettä ja pitää valaistusta päällä. Kun liikettä ei havaita, valaistusta himmennetään tai se sammutetaan kokonaan. (DiLouie 2007, 14-15.)

3 ÄLYVALAISTUS

Nykyisin on tarjolla älykkäitä valaistussovelluksia, joita voidaan yhdistellä esimerkiksi taloautomaatioon. Äly tuo mukanaan mahdollisuuden ohjata valaistusta monipuolisesti, mutta myös tietoa saadaan kerättyä talteen.

Väyläpohjaisilla järjestelmillä saadaan tietoa muun muassa valaisimien kunnosta sekä käyttötunneista ja näitä tietoja voidaan hyödyntää esimerkiksi huoltotoimenpiteissä. Huoltotoimenpiteet voidaan helposti kohdentaa vain johonkin tiettyyn alueeseen, jos järjestelmä on antanut ilmoituksen esimerkiksi rikkinäisistä liitäntälaitteista. (Motiva Oy 2017).

Valaistuksella voidaan myös ohjalla kuluttajien ostokäyttäytymistä myymälöissä. ”Myyntitilojen älykkäät valaistusratkaisut voivat seurata asiakkaan liikkumista ja säätää valotehoja sen mukaan, mihin asiakas on menossa ja mihin tuotteisiin hänen halutaan kiinnittävän huomiota” (Motiva Oy 2017).

4 ENERGIANSÄÄSTÖÄ LED-VALAISIMILLA

Euroopan unionin alueella on käytössä EcoDesign-direktiivi, joka määrittelee vaatimuksia energiaa käyttäville tuotteille ja niiden valmistukselle. Direktiivin tarkoituksena on parantaa energiatehokkuutta ja siten vähentää ympäristön kuormitusta. Säättely on tarpeen, sillä valaistuksella on suuri rooli sähkönkulutuksessa sekä yksityisellä että julkisella sektorilla. (Koskelainen 2013.)

Aikaisemmin valoa saatiin hehkulamppujen avulla, joita oli saatavilla EU:n alueella aina vuoden 2012 loppuun saakka. Tämän jälkeen niiden valmistaminen ja maahantuonti on ollut kiellettyä. Hehkulamppujen korvaajina toimivat aluksi energiansäästölamput, joilla säästöjä saatiin aikaiseksi pienemmän energiankulutuksen avulla. Nykyisin ledit ovat korvanneet jo energiansäästölamppuja-kin ja kehitys on koko ajan menossa eteenpäin. Ledien avulla energiansäästö voi olla jopa 90 % verrattuna vanhempiin valonlähteisiin. Taulukko 1 havainnollistaa USA:n energiaministeriön (DOE) ennustusta led-tekniikan kehityksestä vuosien 2009-2020 aikana. Taulukosta voidaan nähdä, että ennusteen

mukaan kymmenessä vuodessa valotehokkuuden lm/W kasvu on todella suuri.

Taulukko 1. LED-valaisimen valotehokkuuden kehitys 2009-2020 (Puolakka ym. 2012)

Suure	2009	2010	2012	2015	2020
LED kotelon valotehokkuus lm/W $R_a = 70-80$, CCT = 4100-6500 K	113	134	173	215	243
Terminen hyötysuhde	87 %	89 %	92 %	95 %	98 %
Virtalähteen hyötysuhde	86 %	87 %	89 %	92 %	96 %
Valaisimen optinen hyötysuhde	81 %	83 %	87 %	91 %	96 %
Valaisimen kokonaishyötysuhde	61 %	64 %	71 %	80 %	90 %
Valaisimen valotehokkuus lm/W	69	86	121	172	219

Led-valonlähteiden ja -valaisimien etuna on pieni virrankulutus verrattuna saatuun valon määrään. Ledien antama valo on tasaista, ja ne eivät tuota haitallista säteilyä ympäristöön. Ledeillä on myös pitkä käyttöikä, ja sitä voidaan pidentää rajoittamalla valaistuksen tasoa esimerkiksi ohjausten avulla.

Ledeillä on monenlaisia ominaisuuksia, ja siksi ne soveltuvat moniin eriin paikkoihin ja sovelluksiin. Kotona ledeillä voidaan korvata jokseenkin kaikki käytössä olevat valonlähteet, ja myös julkisissa tiloissa ne ovat erinomaisia. Esimerkiksi tämän opinnäytetyön kohteena olevassa kampuksessa on käytössä pääsääntöisesti himmennettävät led-valaisimet.

5 DALI, DIGITAL ADDRESSABLE LIGHTING INTERFACE

DALI, Digital Addressable Lighting Interface, on digitaalinen osoitteellinen valaistusohjausrajapinta. Se on kehitetty 1980-luvulla analogisten ohjaustapojen rinnalle. Digitaaliset väyläpohjaiset ohjaustavat mahdollistivat kaikkien laitteiden keskenään keskustelemisen ja näin ollen paljon uusia mahdollisuuksia valaistuksen ohjaamisen suhteen. Tavoitteena oli luoda kokonaisuus edullisista komponenteista, joita on helppo käyttää. (DALI AG manual 2001, 9.)

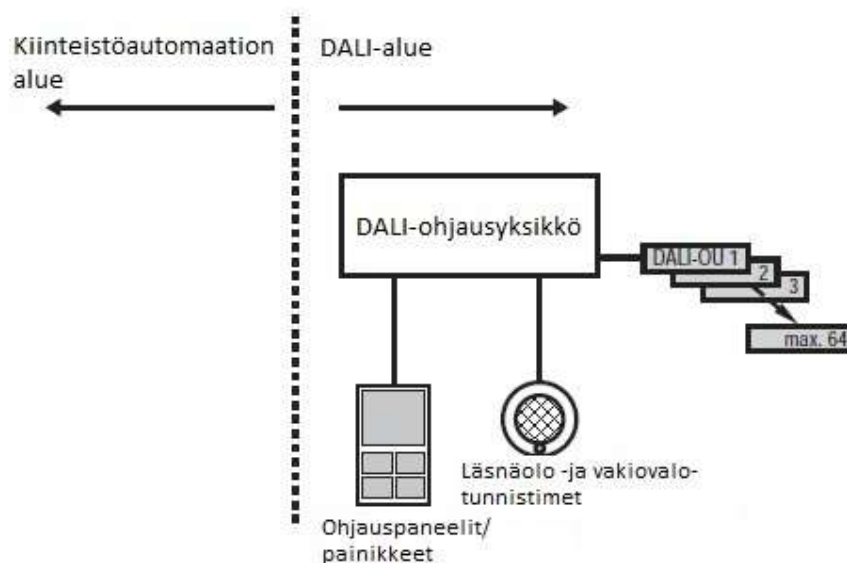
IEC 62386 on kansainvälinen DALI-standardi, joka takaa himmennettävien liitäntälaitteiden vaihdettavuuden ja yhteensopivuuden eri valmistajien kesken.

DALI on yksinkertainen digitaalinen järjestelmä, jossa osa-alueet on tehty helposti hallittaviksi asennuksesta lähtien ja käyttöön asti. Kaapelointi voidaan toteuttaa ilman erikoisia vaatimuksia, ja minkäänlaisia päätevastuksia ei ole tarpeen käyttää. Eri valmistajien kuormakomponentteja voidaan käyttää ristiin toisten kanssa, joten se antaa mahdollisuuksia eri tahoille laitteiden hankintaan monista lähteistä. (DALI AG manual 2001, 10-11.)

DALI on suunniteltu valaistuksen ohjaamiseen, eikä se sovellu itsenäisesti kiinteistöautomaatiojärjestelmäksi. Se voidaan kuitenkin liittää osaksi kiinteistöautomaatiojärjestelmää. (DALI AG manual 2001, 13.)

5.1 DALI itsenäisenä järjestelmänä

Tässä vaihtoehdossa DALI on täysin itsenäinen järjestelmä, eikä sitä ole liitetty kiinteistöautomaatioon. Kaikki toiminnot suoritetaan paikallisesti. Järjestelmä sisältää yleensä ohjausyksikön, johon liitetään ohjaavat laitteet ja kuormat. Kuva 1 esittää tätä vaihtoehtoa. (DALI AG manual 2001, 13-14.)

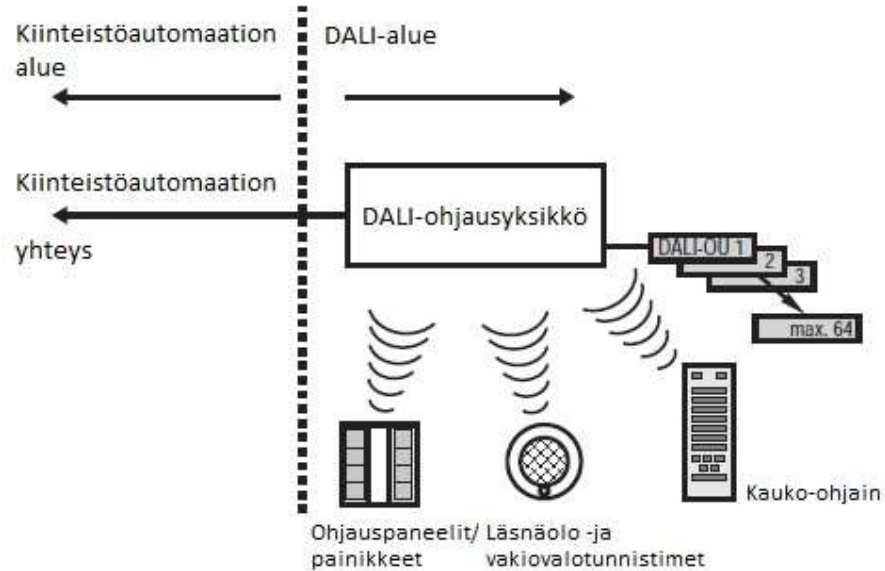


Kuva 1. DALI itsenäisenä järjestelmänä (DALI AG manual 2001, 14, muokattu)

5.2 DALI alajärjestelmänä

DALI voi olla yhdistettynä kiinteistöautomaatiojärjestelmään siten, että siitä saadaan esimerkiksi häiriötilanteen tieto tai siihen voidaan antaa jokin ulkopuolinen

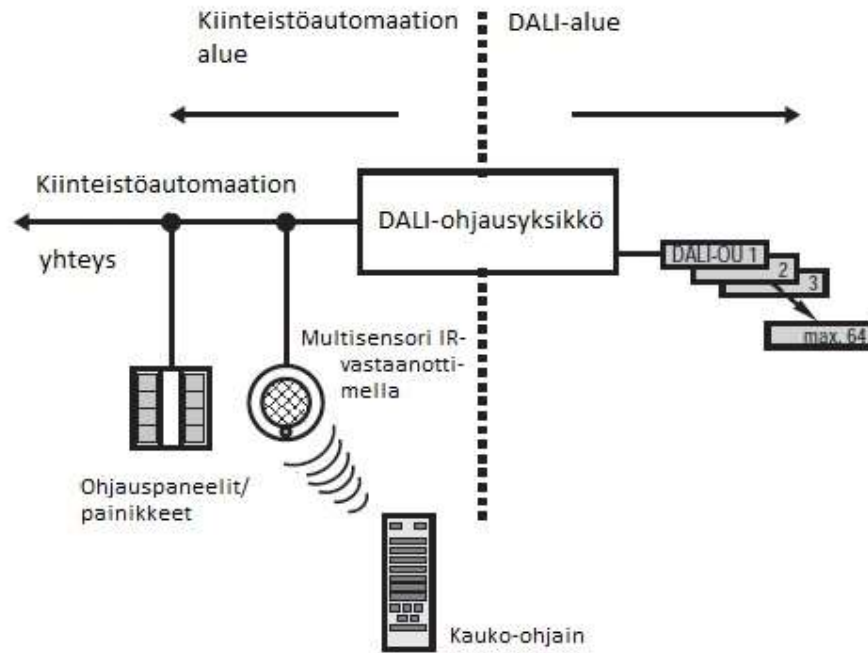
ohjauskäsky. Tässäkin tapauksessa DALIN oma ohjausyksikkö ohjaa laitteita, jotka ovat siihen kytkettyjä. Kuva 2 havainnollistaa tätä. (DALI AG manual 2001, 15.)



Kuva 2. DALI alajärjestelmänä (DALI AG manual 2001, 15, muokattu)

5.3 DALI osana kiinteistöautomaatiojärjestelmää

Kun DALI on osana kiinteistöautomaatiota, se kommunikoi yhdyskäytävän kautta, eli sitä ohjataan suoraan automaatiojärjestelmästä. Ohjaavat laitteet ovat kytkettyinä automaatioväylään ja DALI-ohjausyksikön tehtävänä on välittää tieto kuormalaitteille. Kuvassa 3 esitetään tämä yhdistelmä. (DALI AG manual 2001, 16.)



Kuva 3. DALI osana kiinteistöautomaatiojärjestelmää (DALI AG manual 2001, 16, muokattu)

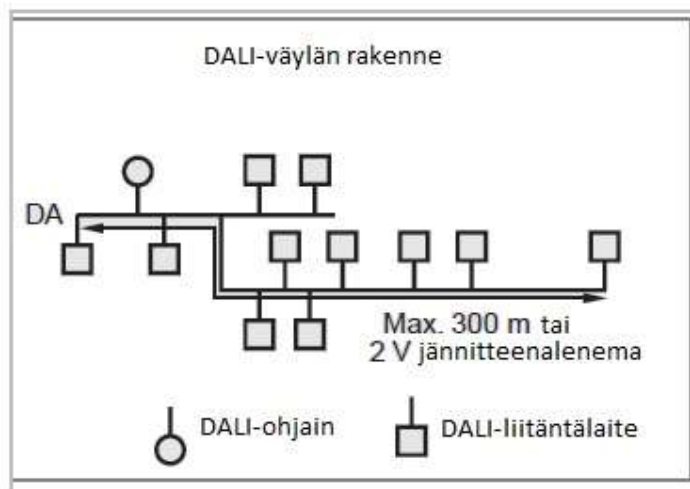
6 DALI-TEKNIikka

DALI-väylä kaapeloidaan kaksinapaisella kaapelilla, joista toinen on plusnapa ja toinen on miinusnapa. Napaisuudella ei ole väliä, sillä se voi vaihdella asennuksen välilläkin. Väylä voidaan kuljettaa samassa kaapelissa esimerkiksi normaalin sähkönsyötön kanssa, koska DALI-väylä ei välitä sähkömagneettisista häiriöistä. Määräysten mukaan kaapelin tulee olla verkkojännitteelle soveltuvaa, koska verkkojännitteen pääsy väylään on mahdollista kytkentävirheen myötä. Kaapelin pituuden ja poikkipinta-alan suhteen on taulukon 2 mukaiset rajoitukset:

Taulukko 2. Väylän kaapelointi (DALI AG manual 2001, 19, muokattu)

Kaapelin pituus (m)	Kaapelin poikkipinta-ala (mm ²)
100 asti	0,5
100-150	0,75
yli 150	1,5

Kahden väylässä olevan laitteen maksimietäisyys ei tule ylittää 300 metriä, koska DALI-väylän jännitteenalenema saa olla enimmillään 2V. Kuvasta 4 nähdään periaate väylän rakenteesta. (DALI AG manual 2001, 19-21, 32.)



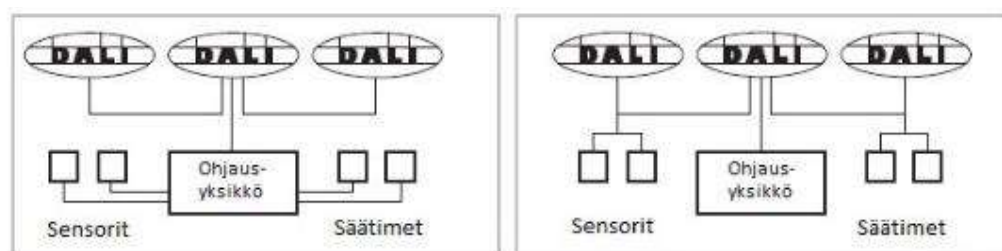
Kuva 4. DALI-väylän rakenne (DALI AG manual 2001, 32, muokattu)

DALI-väylän maksimivirta on rajoitettu 250mA:in ja esimerkiksi jokainen elektroninen liitântälaite ottaa väylästä 2mA:n virran. Myös väylään tulevien laitteiden määrä on rajoitettu 64 kappaleeseen, johtuen osoitteiden määrästä. Jokainen väylässä oleva laite siis saa oman osoitteen ja kuluttaa tietyn määrän virtaa. Yksi laite voi olla kerrallaan korkeintaan 16:ssa eri ryhmässä, ja sille voidaan ohjelmoida 16 eri tilannetta. Järjestelmää suunniteltaessa tulee ottaa huomioon virta- ja osoiterajoitukset, koska muutoin väylän käyttöönotto vaikeutuu ongelmien esiintyessä ja osa laitteista saattaa jäädä väylässä näkymättömiin tai käyttäytyä epävakaasti. Muutenkin on hyvä suunnitella järjestelmä niin, että siinä on laajennusvaraa tulevaisuudessa. (DALI AG manual 2001, 22-23.)

DALI-väylässä olevia laitteita voidaan ohjata yksitellen tai ryhmässä. Väylän kaapeloinnissa ei ole vaatimuksia, sillä se voidaan tehdä joko sarjakytkennällä tai tähtiverkkona. Myös näiden kahden tavan yhdistäminen on mahdollista. Käyttötarpeen muuttuessa väylän kaapelointia ei tarvitse muuttaa, vaan siihen

voidaan tarvittaessa lisätä haaroja ja ohjelmallisesti muuttaa ryhmittelyjä, tai ohjauksia. (DALI AG manual 2001, 26-27.)

Ohjaimien ja ohjattavien laitteiden kaapelointi keskusyksikköön, kuten esimerkiksi reititin, voidaan tehdä kahdella eri tavalla. Toinen tavoista on se, että ohjattavat laitteet kaapeloidaan keskusyksikölle omilla kaapeleillaan ja ohjaavat laitteet omillaan. Toisella tavalla tehtynä kaapelointi tehdään ohjattavien ja ohjaavien laitteiden kesken yhteen ja viedään keskusyksikölle. Kuvat 5 ja 6 havainnollistavat näitä asennustyyliä. (DALI AG manual 2001, 29.)



Kuva 5. vasemmalla, DALI-väylän kaapelointi (DALI AG manual 2001, 29, muokattu)

Kuva 6. oikealla, DALI-väylän kaapelointi (DALI AG manual 2001, 29, muokattu)

6.1 Helvar DIGIDIM

DIGIDIM on Helvarin valmistama DALI-valaistusjärjestelmä, joka tarjoaa monipuolisen valikoiman käyttöliittymiä ja valaistusjärjestelmän liitäntöjä. Tuoteperhe sisältää muun muassa ohjelmistoja, ohjauspaneeleja, sensoreita, säätimiä ja rele- sekä sisäänmenoyksiköitä. (Helvar 2017.)

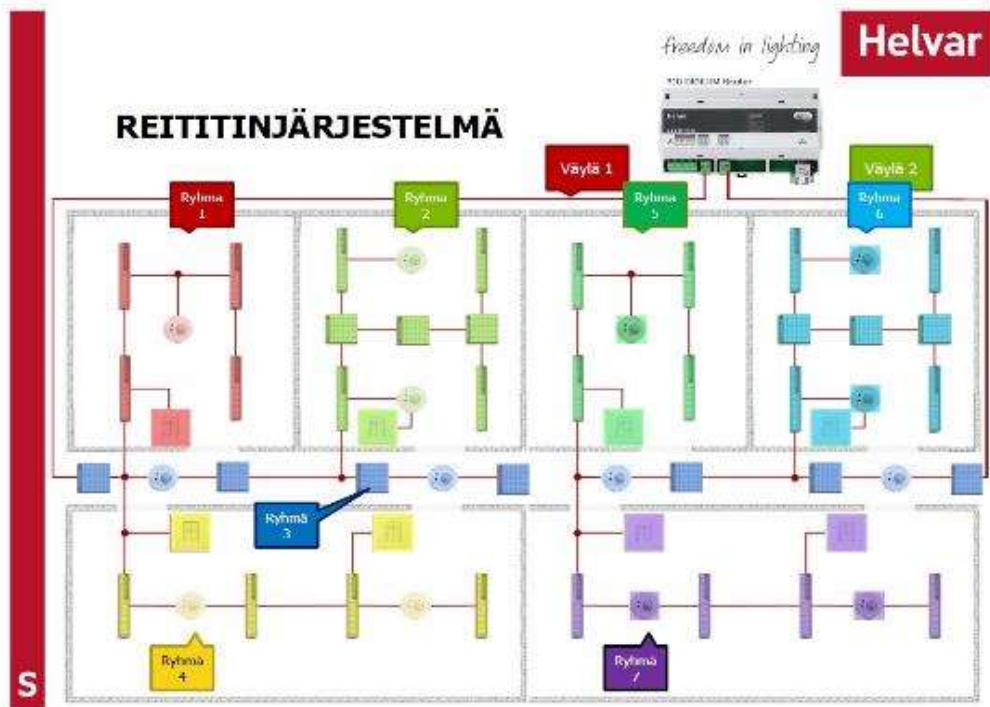
6.1.1 Designer- ja Toolbox-ohjelmistot

Toolbox-ohjelmisto on ohjelmistopaketti Helvarin Digidim-valonohjausjärjestelmän suunnitteluun, ohjelmointiin ja ylläpitoon. Toolboxilla voidaan ohjelmoida perus DALI-järjestelmä, joka käsittää tehollähteen, kuormalaitteet ja ohjainlaitteet. Ohjelma on Windows-pohjainen ja itseopiskeltavissa sekä suhteellisen vaivaton käyttää. (Helvar-koulutus 2017.)

Designer-ohjelmistot ovat tehty reititinjärjestelmien käyttöönottoon ja ylläpitoon. Reititinjärjestelmä poikkeaa monin tavoin perusjärjestelmästä ja antaa paljon enemmän mahdollisuuksia valaistuksen ohjaamiseen. Designer-ohjelmiston

käyttöön vaaditaan Helvarin oma koulutus, jonka suoritettuaan saa sertifiointin reititinjärjestelmien käyttöönottoa varten.

Reititinjärjestelmässä reitittimiä on yleensä useita kiinteistön sisällä. Niistä muodostetaan työryhmä, jossa reitittimet suorittavat tiedonsiirtoa keskenään. Reititinjärjestelmässä DALI-osoitteita voi olla työryhmää kohden jopa 12800 kappaletta, ja ohjelmoitavia ryhmiä 16000 kappaletta. Reitittimissä on oma flash-muisti, johon tietokanta tallentuu. Näin ollen esimerkiksi rikkoutuneet laitteet voidaan helposti korvata uusilla ilman erillistä ohjelmointia. Kuvassa 7 näkyy reititinjärjestelmän idea, jossa on kuvattuna kaksi DALI-väylää. Väylässä 1 ovat ryhmät 1-4 ja väylä 2 sisältää ryhmät 5-7. (Helvar-koulutus 2017.)



Kuva 7. Reititinjärjestelmä (Helvar-koulutus 2017)

6.2 Helvar DIGIDIM Router

Helvarilla on tarjolla kolme erilaista reitintä valaistusjärjestelmän ohjauksen muodostamiseen. Mallisarjan tuotteet ovat 905, 910 ja 920. Router 905 on yksiväyläinen reititin, jolla voidaan ohjata 64:ä DALI-väylän laitetta, ja se voidaan kytkeä ethernetillä verkkoon. Router 910 on 905:n kaltainen, mutta siinä on kaksi DALI-väylää. Tuoteperheen lippulaiva on Router 920, joka sisältää myöskin kaksi DALI-väylää ja lisäksi siinä on SDIM -ja DMX-ohjausmahdollisuudet. Kaikkia reitittämiä voidaan ohjelmoida Designer-ohjelmalla ja tiedonkeruu on mahdollista sisäisen flash-muistin ansiosta ilman, että tietokone on koko ajan kytkettynä reitittimeen. (Helvar 2017.)

Tämän työn kohteena olevassa rakennuksessa on A4-lamellin osalta 14 reitintä käytössä ja kaikki ovat Router 910 -mallisia. Aikaisemmin saneeratussa A3-lamellissa on suurin piirtein sama määrä reitittämiä.

7 KOHDE-ESITTELY

Tämän opinnäytteen kohteena on Jyväskylässä Harjun kampuksen saneerauksen toisen vaiheen A4-lamelli, joka on osa suurempaa kampuskokonaisuutta. Kampus käsittää yhteensä neljä lamellia ja uuden liikuntasalirakennuksen. Saneerauksen ensimmäisessä vaiheessa valmistui A3-lamelli ja uusi liikuntarakennus. Muut lamellit ovat remontoitu aikaisemmin. A4-lamelli pitää sisällään noin 9000 brm² (bruttoneliometriä) ja siihen kuuluu pohjakerroksen lisäksi neljä muuta kerrosta sekä kellarikerros, joka on yhteinen muiden lamellien kanssa.

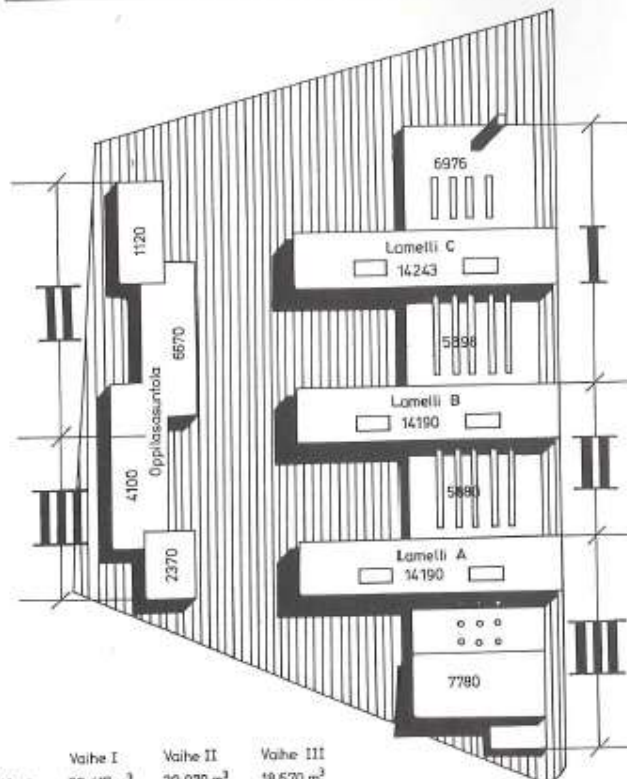
Kokonaisuudessaan saneeraus käsittää 20 600 brm² ja kustannusarvio on noin 35 miljoonaa euroa. Tiloihin tulee lukiokoulutuksen lisäksi kaupan ja hallinnon sekä graafisen alan opiskelijoita. Hankkeen tilaajana toimii Jyväskylän koulutuskuntayhtymä ja projektinjohtourakoitsijana NCC. (NCC 2015.)

7.1 Historiaa

Harjun kampus on ollut alun perin Keski-Suomen keskusammattikoulu. Koulun rakentaminen aloitettiin vuonna 1946 pystyttämällä parakit nykyiselle tontille. Parakeissa koulutusta tarjottiin moniin ammatteihin, kuten sähkö- ja rakennus- alalle. Varsinaisten koulurakennusten rakentaminen toteutettiin vaiheittain ja koulun vihkiäiset pidettiin vuonna 1957 uudessa juhlasalissa. Kuvassa 8 on arkkitehtien piirustus kokonaisuudesta vuodelta 1953. Kuvan lamellit ovat nykyisin siten nimettyjä, että A4-lamelli on kuvan C-lamelli. (Stolt 1987.)

36

KESKI-SUOMEN KESKUSAMMATTIKOULU	ASEMAPIIRROS 1:1000		
JYVÄSKYLÄ	RAKENNUSVAIHEJAKO	KP	3.7.1953
	MARJA JA KEIJO PETÄJÄ	ARKKITEHDIT SAFA	HELSINKI



	Vaihe I	Vaihe II	Vaihe III
Koulu	30 417 m ²	20 070 m ²	18 670 m ²
Asuntola	9 790 m ²	9 790 m ²	6 470 m ²
Yhteensä	30 417 m ²	29 860 m ²	25 140 m ²

Vaiheeseen I kuuluu myös 3300 m² lamellista B
Vaiheeseen II kuuluu myös 3300 m² lamellista A

Jäljennös 28.1.1987 T.P.

Koulun rakennusvaiheet. Kuvasta puuttuvat koulun autotallit ja hitsaamo. Kuva KAK:n kartanpiirtäjälinja 1986—1987.

Kuva 8. Arkkitehtipiirros (Stolt 1987, 36)

Koulu toimi usean vuosikymmenen keskusammattikouluna. Ammattikoulutuksen ohella tiloissa ennen saneerausta toimi Sepän lukio sekä mediapaja. Ammattikoulutus siirrettiin saneerauksen tieltä toiseen toimipisteeseen, ja nykyisin jo saneeratuissa tiloissa toimii Jyväskylän Lyseon lukio ja Jyväskylän aikuislukio. Saneerauksen valmistuessa joulukuussa 2017 tiloihin tulee lisää käyttäjiä graafiselta sekä kaupan ja hallinnon alalta.

7.2 Ajansähkö Oy

Ajansähkö Oy on keskisuuri sähköurakointiliike Keski-Suomessa, Jyväskylässä. Yrityksen omistaa kaksi yksityishenkilöä, ja työntekijöitä omistajat mukaan laskettuna on noin 30. Päätoimialueena yrityksellä on Keski-Suomi ja sen alueen julkiset uudis -ja saneerauskohteet. Urakointi kattaa sisäjohtoasennukset, televerkot ja muut taloteknisiin sähköistyksiin liittyvät työt. Yrityksen vuosittainen liikevaihto on viimeisen viiden vuoden aikana ollut noin 3-6 miljoonaa euroa.

Yritys urakoi pääasiassa julkisia kohteita. Myös uusia kerrostaloja tehdään vuosittain. Pientalourakointia yritys ei juurikaan harjoita. Ajansähkö Oy on ainoastaan urakointiliike, jolla ei ole myymälää eikä sähkötarvikemyyntiä kuluttajille. Yritys on perustettu vuonna 1987 ja on toiminut siitä lähtien erilaisissa projekteissa.

Itse olen ollut Ajansähkö Oy:n palveluksessa nyt 4,5 vuotta sähköasentajana. Olen tehnyt yrityksessä monipuolisesti sähkötöitä, ja Harjun projektin myötä olen päässyt enemmän sähköasennusten käyttöönottoon liittyvien töiden pariin, joista valaistuksen ohjelmointi on yksi osa.

8 VALAISTUKSEN OHJELMOINTI

8.1 Yleistä kohteen ohjelmoinnista

Lähdin ohjelman teossa liikkeelle sähkösuunnittelijan muistion pohjalta. Muistio on tehty alun perin A3-lamellia varten, ja tähän saneerauksen toiseen vaiheeseen siihen tuli joitakin muutoksia sekä lisäyksiä. Suunnittelija on kasannut

muistion käyttäjän toiveiden pohjalta, ja valaistuksen toteutus ohjelmointineen on sähköurakoitsijan tekemää työtä. Ohjelmointi on suoritettu Helvar Designer 4- ohjelmistolla ja olen käynyt siihen tarvittavan koulutuksen syksyllä 2017.

Valaistuksen ohjaamisella tässä kohteessa on yleisenä ajatuksena ollut saada aikaan haluttu valaistustaso eri tilanteisiin ja saada energiakustannuksia laskettua matalammaksi myös tätä kautta. Kaikki DALI-järjestelmässä olevat led-valaisimet on säädetty niin, että niiden maksimitaso on 85 % tilanteesta riippumatta. Tällä saavutetaan valaisimille pidempi käyttöikä ja valovirran alenema pysyy pienempänä.

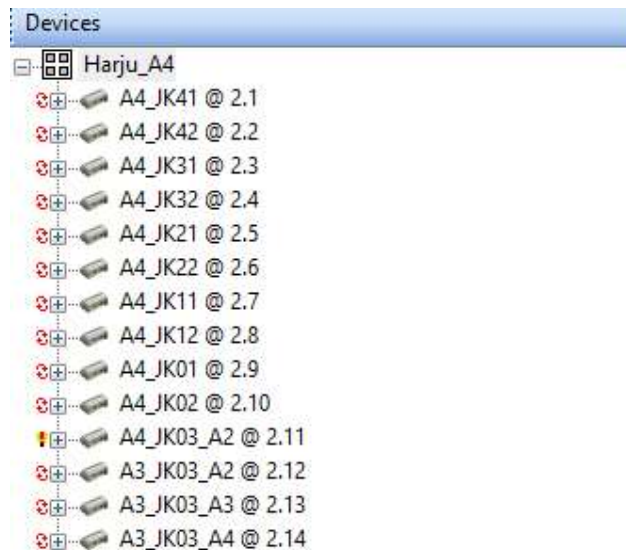
Valaistuksen ohjaamiseen on käytetty Helvarin valmistamia tuotteita. A4-lamelin sähkökeskuksissa on yhteensä 14 reititintä, joissa on yhteensä 28 DALI-väylää. Jokaisessa keskuksessa on atk-piste, johon reititin on kytketty. Reitittimien välinen yhteys on hoidettu kellarin atk-jakamossa, jossa niille on oma ethernet-kytkin. Kytkimen avulla reitittimet saadaan saman työryhmän sisään, jolloin ne liikuttavat dataa keskenään. Opetus- ja toimistotiloissa valoja ohjataan painonappimoduulien sekä liukusäätimien avulla. Tiloissa on myös läsnäolotunnistimet liikkeen ja vakiovalon määrän sensorointia varten. Rakennuksen käytävillä on käytössä ainoastaan läsnäolotunnistimet.

Tässä järjestelmässä on yhteensä 781 kappaletta valaisimia, joista 146 kappaletta on loisteputkivalaisimia. Läsnäolotunnistimia järjestelmä sisältää 153 kappaletta, joista 82 kappaletta on multisensoreita. Multisensorissa on liiketunnistuksen lisäksi ir-vastaanotin kaukosäätöä varten sekä vakiovaloanturi. Lisäksi painonappimoduuleja on 59 kappaletta ja liukusäätimiä 27 kappaletta. Relekytkimäkin on 8 kappaletta ja sisääntuloyksiköitä 12 kappaletta.

Järjestelmä on yhteydessä kiinteistöautomaatioon siten, että siitä otetaan indikoititietoja läsnäolotunnistimien avulla. Tämän tarkoituksena on ohjata ilmanvaihtoa läsnäolon perusteella. Kiinteistöautomaatiosta ohjataan myös sammu- tuspulssi DALI-järjestelmään iltaisin, joka sammuttaa muun muassa käytävien valaistuksen. Käsittelen kiinteistöautomaatiojärjestelmän ja DALI-järjestelmän yhteyttä tarkemmin työn myöhemmässä vaiheessa.

8.2 Verkkotopologia

Ensimmäinen vaihe järjestelmän käyttöönotossa on työryhmän luominen. Reitittimille määritellään ip-osoitteet ja tässä tapauksessa multi-clusterina. Multi-cluster tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että useamman eri clusterin reitittimet saadaan toimimaan samassa työryhmässä. Cluster on ip-osoitteen kolmas luku. A3-lamellin clusterina on käytetty lukua yksi, ja näin ollen otin A4-osalla luvun kaksi käyttöön. A3- ja A4-lamellien reitittimet eivät kuitenkaan ole yhdistetty samaan työryhmään, vaan molemmat ovat omina työryhminään. Helvarin asiantuntijan antaessa oman mielipiteensä, että rakennukset kannattaa pitää omina työryhminään, minäkin päädyin tähän ratkaisuun. Lamellit saadaan tarvittaessa muutettua samaan työryhmään multi-clusterin ansiosta, mikäli sille joskus on tarvetta. Työryhmän nimeksi valitsin Harju_A4, jossa A4 viittaa lamelliin. Reitittimien ip-osoitteet alkavat osoitteesta 10.254.2.1 ja viimeinen osoite on 10.254.2.14. Järjestys on muodostettu siten, että neljännen kerroksen keskuksen JK41:n reititin on ensimmäisellä osoitteella. Kuva 9 havainnollistaa järjestelmän rakennetta.



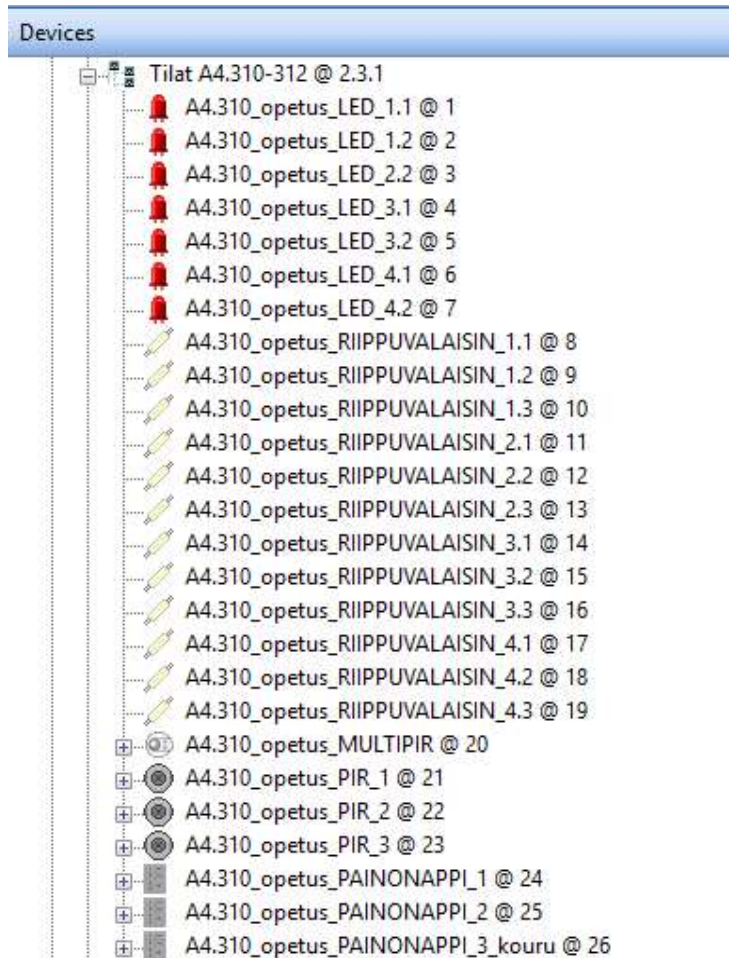
Kuva 9. DALI-reitittimet Designer-ohjelmassa

Kuvassa 10 näkyvät nimettyinä jokainen reititin siten, että reitittimen nimeksi on annettu sähkökeskus, jossa reititin sijaitsee. Looginen nimeäminen helpottaa reitittimen löytämistä fyysiseltä paikaltaan, ja näin voidaan myös nopeasti löytää ne tilat, joita keskusalue syöttää. Reitittimen nimen perässä olevan @-merkin

jälkeinen osoite viittaa reitittimen osoitteiseen järjestelmässä. Valitsin tällaisen osoitejärjestyksen siksi, että ohjelmointityö on aloitettu ylimmästä kerroksesta, ja tavallaan se myös viittaa reitittimien fyysiseen sijaintiin. Laittepuussa näkyy myös A3-alkuisia reitittämiä, koska A3JK03-keskus on tämän jälkimmäisen saneerausvaiheen alueella.

8.3 Väylässä olevien laitteiden tunnistaminen ja nimeäminen

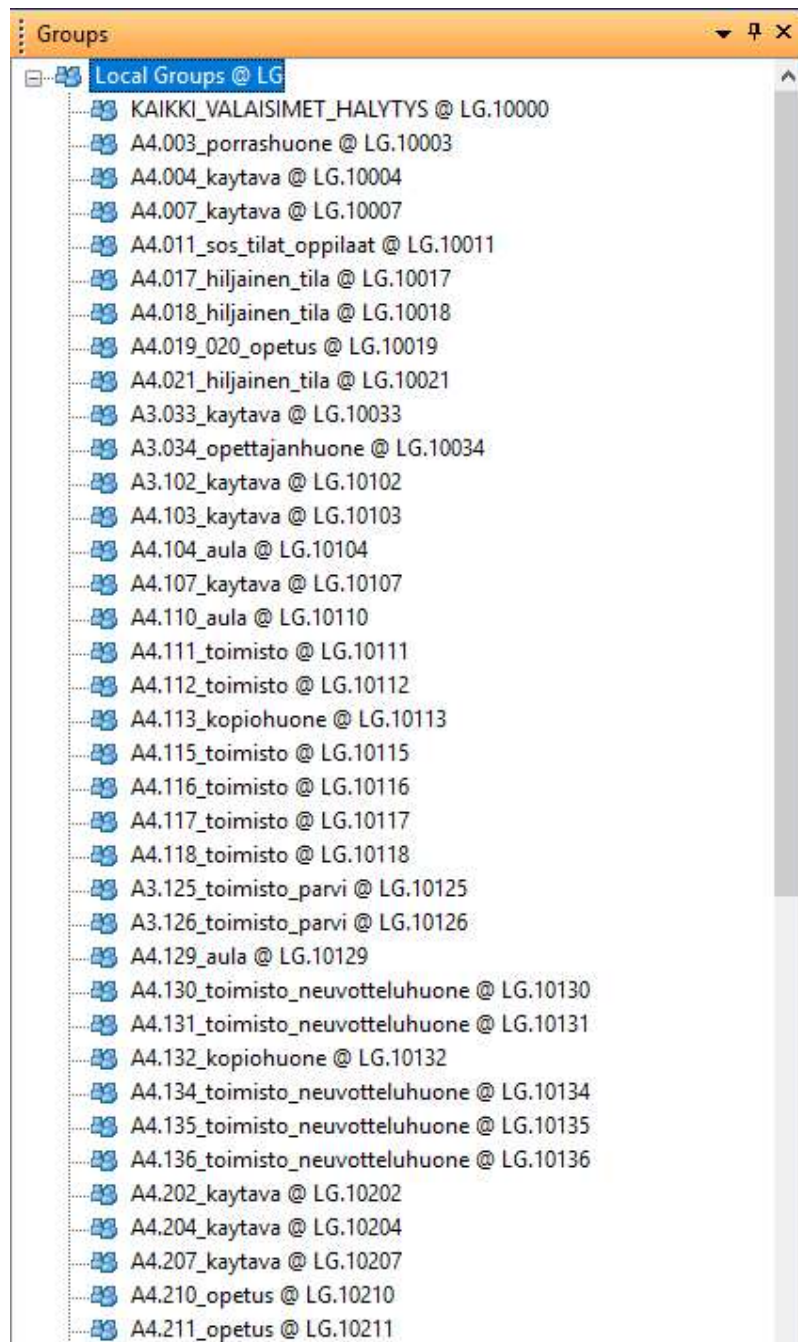
DALI-väylään yhdistetyt laitteet näkyvät laitepuussa sen reitittimen alla, jonka väylässä ne ovat. Laitteet saavat väylään oman osoitteensa ja ovat satunnaisessa järjestyksessä. Väylässä olevat laitteet tunnistetaan, ja ne nimetään loogisella tavalla. Tunnistaminen tapahtuu siten, että ohjelmasta valitaan tunnistukseen jokin haluttu laite jonkin reitittimen väylästä. Tunnistustoiminto vilkuttaa esimerkiksi painonappimoduulin napin valoa merkiksi, että kyseistä moduulia ollaan tunnistamassa. Tällä tavoin käydään läpi kaikki mahdolliset väyliä sisältävät laitteet. Laitteita tunnistettaessa ne nimetään loogisella tavalla. Nimeämiseen olen käyttänyt tyyliä, jossa väylä nimetään sen mukaan, mitä tiloja se sisältää. Vastaavasti samassa tilassa sijaitsevat laitteet nimetään aloittaen tilan nimellä ja numerolla. Erilaiset valaisimet ovat omalla loppupäätteellään ja näin ollen helposti luettavissa ohjelmasta. Kuvassa 10 on esitetty laitepuu ja laitteiden nimeämistyyli.



Kuva 10. Laitteiden nimeämistyyli Designer-ohjelmassa

Kuvassa 10 laitepuun ylimpänä näkyy DALI-väylä, ja se sisältää tilat A4.310, A4.311 sekä A4.312. Tilan A4.310 laitteet on järjestetty väylään ensimmäiseksi tilan ollessa näistä kolmesta numerjärjestyksessä ensimmäinen. Led-valaisimet ovat tilan ensimmäisinä ja numeroituna siten, että tultaessa tilaan käytävältä valaisimien numerointi alkaa vasemmalta katsottuna ensimmäiseltä riviltä. Eli esimerkiksi A4.310_opetus_LED_3.2-valaisin on kolmannen valaisinrivin toinen valaisin, vasemmalta oikealle lukien. Eri valaisintyypit on eritelty ohjelmaan erilleen, koska ne ovat tasokuvissakin eri positiolla. Kyseisessä luokassa led-valaisimet ovat riippuvalaisimien keskellä, ja numerointi koskee siis aina vain saman valaisintyyppin järjestystä. Tiloissa, joissa ei varsinaisia valaisinrivejä ole, on käytetty numerointiin juoksevia numeroita tulosuunnasta katsottuna ensimmäisestä valaisimesta aloittaen. Myös muut tilojen laitteet ovat järjestettynä laitekohtaisesti. @-merkin jälkeinen numero kertoo laitteen yksilöllisen osoitteen väylässä.

Nimeämisen ja järjestelyn jälkeen kasasin saman tilan laitteet ryhmään, jonka tunnuksena olen käyttänyt tilan numeroa. Ryhmät alkavat numerosta 10000 ja siksi, että A3-lamellissa on jo käytössä varsinaiset luokkien sekä tilojen numerot ryhmittelyssä. Jos siis lamellien reitittimet yhdistetään joskus samaan työryhmään, ei tällöin tule ongelmia samojen tilanumeroiden kesken. Ryhmänumeroissa kolme viimeistä numeroa viittaa tilaan, jossa laitteet sijaitsevat. Esimerkiksi opetustilan A4.310 laitteet ovat ryhmässä 10310. Kuvasta 11 nähdään ryhmien tarkempi järjestys ja logiikka.



Kuva 11. Ryhmien nimet Designer-ohjelmassa

Ylimpänä kuvassa 11 näkyy ryhmä 10000, joka on kaikille A4-lamellin valaisimille sama. Palo- tai rikosilmoitushälytyksen tullessa kaikki valaisimet syttyvät 100% tasolle. Tätä aihealuetta käsittelemme työn myöhemmässä vaiheessa. Ryhmien nimeämisessä olen käyttänyt samaa tyyliä, kuin tilojen laitteidenkin nimeämisessä. Tilan tunnuksen jälkeen on selite tilan käyttötarkoituksesta ja se vastaa tasokuvien tilanimeämistä.

8.4 Tilat

Rakennuksessa on tiloja kuudessa kerroksessa. Kerrokset 2-4 sisältävät opetustiloja ja ovat jotakuinkin identtisiä toistensa kanssa. Sisääntulokerroksessa on toimisto- ja neuvotteluhuoneita. Oppilaiden sosiaalitila ja muutamat hiljaiset tilat sijaitsevat pohjakerroksessa. Kellarikerroksessa on varastoja sekä teknisiä tiloja, ja ne eivät sisällä DALI-valaistusta lainkaan.

8.4.1 Käytävät

Rakennuksen käytävillä on valaistuksen ohjaukseen käytössä läsnäolotunnistimia. Tunnistimet ovat Helvarin malleja 311 ja 312. Multisensori 312 sisältää myös valoisuusanturin, jonka avulla voidaan hyödyntää vakiovalon määrää valaistuksen tason säätämässä. Valaisimina käytävillä on Louis Poulsenin Circle V2, joko 35 watin, tai 25 watin mallina. Perusajatuksena käytävien ohjauksessa on, että läsnäolotunnistin sytyttää valaistuksen päälle, mutta arkipäivisin ei sammuta sitä, ennen kuin kiinteistöautomaatiosta on tullut lupa. Käytävillä olevien multisensorien avulla valaistus on säädetty hyödyntämään vakiovalon määrää siten, että valaistuksen taso olisi noin 300-400 luxia.

Designer-ohjelmaan läsnäolotunnistukselle ja vakiovalosäätöön on luotava komento, joka kutsuu liikkeen havaitessaan jonkin tilanteen tiettyyn ryhmään. Samanlainen komento tehdään myös vakiovalon säätöä varten. Komentoon määritellään ryhmä, jota halutaan ohjata ja läsnäolotunnistukseen myös aika, jonka valaistus on päällä. Liikkeen- tai poissaolotunnistukseen on myös määriteltävissä ehtoja, joiden mukaan tunnistus toimii. Käytävien ohjauksen toteutin siten, että läsnäolotunnistin sytyttää valaistuksen aina havaitessaan liikkeen, mikäli valaistus on pois päältä. Käyttäjän ohjeiden perusteella tein sammutukseen sel-

laisen ehdon, että valaistus sammuu kiinteistöautomaation aikaohjelmien mukaan. Ehtona sammumisella on kärkitiedot kiinteistöautomaatikasta sekä hälytysjärjestelmistä.

Jokaisella käytävällä on käytössä vakiovalosäätö valoisuusanturin avulla. Vakiovalosäätö toimii siten, että multisensorissa oleva valoisuusanturi mittaa valoisuuden määrää ja säätää siten valaistusta. Vakiovalosäätöön tarvitaan komento ohjelmaan, johon määritellään lux-mittarin avulla arvot, joita komento tavoittelee valoisuusanturin avulla. Arvo on asteikolla 0-200, ja arvot eivät tarkoita prosentteja, vaan jokainen valoisuusanturi antaa oman arvonsa. Vakiovalotilanne kutsutaan joko läsnäolotunnistimen avulla tai painonappimoduuleista. Säätövaiheessa valaistus säädetään ohjelmallisesti haluttuun lux-arvoon mittarin avulla, ja sen jälkeen ohjelma näyttää anturin kohdalla tietyn tason, jota valitseva lux-määrä vastaa. Tämä taso annetaan kohdetasoksi komennolle sen tilanteen kohdalle, jota ohjelmasta kutsutaan.

Käytävillä läsnäolotunnistimet kutsuvat omaan ryhmäänsä lohkon 1 vakiovalotilanteen 1 havaitessaan liikettä. Tilanteisiin voi asettaa halutut lähtötasot valaisimille, kun ne syttyvät. Vakiovaloanturin ollessa käytössä se säätää valaistuksen syttymisen jälkeen tavoiteltuun tasoon hyödyntäen luonnonvalon määrää. Mittausten perusteella päädyin asettamaan suurimman osan käytävistä syttymään tasoon 70 prosenttia, sillä se oli kaikista lähimpänä tavoiteltua tasoa. Tein mittaukset ilta-aikaan, jolloin käytössä oli käytännössä vain ja ainoastaan valaisimien tuottama valomäärä. Kun tavoiteltu lux-taso on 300-400 luxia, säätyy valaistus päiväaikaan vielä pienemmälle teholle. Vakiovalosäätö ei kuitenkaan sammuta valaistusta kokonaan, vaan valaisimien minimitasot olen asettanut 20 prosenttiin, jotta valaisimet pysyvät päällä aurinkoisenakin päivänä.

Sammutusehdon täytyessä käytävien valaisimet ovat liikkeen havaitsemisen jälkeen kymmenen minuuttia vakiovalosäädöllä, jonka jälkeen läsnäoloanturi kutsuu siirtymäajantilanteen. Tämä siirtymäaika on 20 minuuttia ja tarkoittaa sitä, että valaistus on päällä asetellussa tasossa ennen sammutusta. Siirtymäaikana vakiovalosäätö ei ole käytössä, vaan aseteltu taso pysyy vakiona. Asettelin käytävien siirtymäajan tasoksi 30 prosenttia sähkösuunnittelijan muistion pohjalta.

8.4.2 Opetustilat

Opetustilat sijaitsevat rakennuksen kolmessa ylimmässä kerroksessa. Kerrosten molemmissa päädyissä on isoimmat luokat ja näiden välissä pienempiä opetustiloja. Luokissa on valaistuksena riippuvia loisteputkivalaisimia sekä led-paneelleja alas lasketussa katossa. Loisteputkivalaisin on Fagerhultin Closs beta ja sisältää kaksi 49 watin t5-loisteputkea. Fagerhultin Slim delta -led-paneeli on teholtaan 35 wattia. Valaistuksen ohjaamiseen käytetään läsnäolotunnistimia sekä painonappimoduuleja.

Luokkatilojen painonappimoduulina on seitsemän painiketta sisältävä Helvar 135. Siihen voidaan määritellä neljä eri tilannetta, sammutus sekä tasojen säätö. Käyttäjän ja suunnittelijan määrittelemät tilanteet ovat normaali opetus, projektorikäyttö, projektorikäyttö 2 sekä himmeä valaistus. Tilanteet yksi ja neljä, eli normaali opetus ja himmeä valaistus, ovat vakiovalotilanteita. Luokkien av-pistorasiaryhmät ovat myös näissä kaikissa ohjauksissa mukana.

Tilanne 1, normaali opetus, on ohjelmoitu siten, että valaistus tavoittelee 500 luxin valaistusvoimakkuutta. Luokkatilaan tultaessa läsnäolotunnistin kutsuu tämän tilanteen aina päälle. Painonappimoduulissa sen paikka on numerossa yksi. Valojen lähtötasot olen tähän tilanteeseen säätänyt niin, että suuremmissa päätyluokissa led-valaisimet syttyvät tasoon 65 prosenttia ja loisteputkivalaisimet tasoon 50 prosenttia. Pienemmissä tiloissa lähtötasot ovat 70 prosenttia. Lähtötasot olen mitannut ilta-aikaan lux-mittarilla ja todennut sopiviksi ajatellen haluttua valaistusvoimakkuutta. Näistä tasoista vakiovalosäätö lähtee säätämään valaistusta siten, että se on noin 500-600 luxia työtasolta mitattuna. Valaisimien minimitasot ovat kaikissa tilanteissa 10 prosenttia, jotta ne eivät sammuisi kokonaan luonnonvalon ollessa korkealla tasolla.

Tilanne 2, projektorikäyttö, on tilanne ilman vakiovalosäätöä. Se kutsutaan painonappimoduulin paikasta kaksi. Tässä tilanteessa valkokangasta lähimpänä oleva valaisinrivi sammuu ja muut valaisimet on säädetty tarjoamaan noin 500-600 luxia työtasoille. Kuten tilanteessa yksi, tässäkin päätyluokkien led-valaisimet ovat säädetty tasoltaan 65 prosenttiin ja riippuvalaisimet 50 prosenttiin. Valaisimet säilyttävät nämä tasot huolimatta vakiovalon määrästä, sillä valoisuusanturia ei kutsuta päälle tässä tilanteessa.

Tilanne 3, projektorikäyttö 2, on edellistä vastaava tilanne, mutta lisäksi kangasta toiseksi lähin rivi himmennetään tasoon 30 prosenttia. Luokan takatilaan jää valaistusvoimakkuudeksi noin 500 luxia.

Tilanne 4, himmeä valaistus, sytyttää kaikki valaisimet. Tämä tilanne on vakiovalotilanne, eli valoisuusanturi säätelee valaistusta asettelun mukaisesti. Työtasoille olen mitannut noin 250 luxia valaistusvoimakkuudeksi, ja lähtötaso valaisimilla on 25-30 prosenttia.

Kaikkia edellä mainittuja tilanteita voi myös säätää painonappimoduulin säätönapeilla. Mikäli valaistusta säädetään manuaalisesti esimerkiksi tilanteessa yksi, lakkaa vakiovalon hyödyntäminen, eli valaistus pysyy asetellussa tasossa. Näin ollen käyttäjä saa halutessaan tietyn valaistuksen tason säädettyä halualle tasolle.

Vaikka läsnäoloanturi kutsuu ainoastaan tilanteen yksi liikkeen havaitessaan, se kuitenkin tarkkailee jokaista muutakin tilannetta. Valaistus pysyy päällä kussakin tilanteessa 20 minuuttia- ja mikäli liikettä ei havaita, tulee 10 minuutin siirtymäaika. Tämän jälkeen läsnäoloanturi kutsuu sammutustilanteen eli sammuttaa valaistuksen. Siirtymäaikana valaistuksen taso on 10 prosenttia.

8.4.3 Toimistot

Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat toimistot sekä neuvotteluhuoneet. Toimistojen valaistus on toteutettu led-alasvaloilla ja led-paneeleilla sekä riippuvalaisimilla. Led-alasvalo on Erco Skim 18 watin teholla. Paneelit ja riippuvalaisimet ovat samoja kuin opetustiloissa. Valaistusta säädetään liukusäätimillä ja läsnäolotunnistimilla. Liukusäädin on Helvarin malli 111, joka on kaksiosainen säädin. Säätimen on ohjelmoinut siten, että toisella liu'ulla säädetään tilan etuosan alasvaloja ja toisella liu'ulla riippuvalaisimia. Niissä toimistoissa, joissa on vain led-paneelit, on säätö toteutettu siten, että vasen ja oikea puoli tai etuosa ja takaosa tilasta säätyvät erikseen.

Toimistojen valosäädön ajatus on yksinkertainen, sillä käyttäjä voi säätää liukusäätimellä valaistuksen tasoa helposti. Läsnäolotunnistin kutsuu valaistuk-

seen viimeisimmän tason, jonka käyttäjä on itse määritellyt säädöin. Vakiovalosäädön olen poistanut näissä tiloissa käytöstä, sillä tietyissä tilanteissa se ei toimi tällaisen säätömahdollisuuden kanssa järkevästi. Vakiovalotilanne voitaisiin kutsua läsnäoloanturilla, ja se toimisi niin kauan, kunnes tasoa aletaan manuaalisesti säätää. Tämän jälkeen valaistus pysyy manuaalisesti säädetyssä tasossa. Mikäli kuitenkin halutaan esimerkiksi seuraavana päivänä tilaan tullessa sama valaistuksen taso kuin edellisenä päivänä, ei voida kutsua vakiovalotilannetta päälle, koska tällöin valoanturi säätäisi tasoja. Näin ollen on aina se tilanne, että kutsutaan vain tilannetta, joka ei ole vakiovalotilanne.

Ohjelmaan valaistuksen viimeisimmän tason määrittely tapahtuu siten, että läsnäolotunnistimen kutsuman tilanteen kohdalle valaisimen tasoksi asetetaan kirjain L. Se kuvaa järjestelmälle "last level" -tasoa, eli sitä tasoa, mikä valaisimiin on tallentunut ennen niiden sammuttamista. Liukusäätimistä valaistus voidaan myös sammuttaa kokonaan. Mikäli valaisimet sammutetaan säätimellä, kutsuu läsnäolotunnistin seuraavan kerran ne nolatasoon, koska se on viimeisin valaisimien tunnistama taso. Tämä saattaa aiheuttaa joissakin tapauksissa hämmennystä käyttäjässä, jos valaistus ei sytykään liikkeen avulla. Ohjelmointi on kuitenkin suoritettu tässä tapauksessa käyttäjän mieltymysten perusteella.

Toimistoissakin valaistus pysyy päällä 20 minuuttia, mikäli liikettä ei havaita. Tämän jälkeen läsnäolotunnistin kutsuu siirtymätilanteen, mutta sen tasoksi olen määritellyt 0. Käyttäjä pystyy säätämään valaistuksen pois päältä liukusäätimellä, mutta säädin ei sammuta läsnäolotunnistimen ajanlaskua. Eli läsnäoloanturi laskee aikaa viimeisestä havaitsemastaan liikkeestä, mutta ei tiedä, ovatko valaisimet päällä vai pois päältä. Mikäli valaisimet on säädetty pois päältä ja läsnäolotunnistin kutsuu siirtymätilanteen päälle, ne "sytyvät" siirtymätilanteen aseteltuun tasoon, ja vasta tämän jälkeen läsnäolotunnistin kutsuu sammutustilanteen. Toisin sanoen toimistojen valaisimet ovat päällä 20 minuuttia, jonka jälkeen ne sammuvat tasoon 0.

8.4.4 Neuvotteluhuoneet

Rakennuksen kaksi varsinaista neuvotteluhuonetta, A4.130 ja A4.131, sijaitsevat toimistojen tapaan ensimmäisessä kerroksessa. Toinen huoneista on pienempiä tilaisuuksia varten, ja isompaan mahtuu kymmenisen henkeä. Molemmissa tiloissa on valaisimina led-paneelit. Kuten toimistoissakin, neuvotteluhuoneiden säätiminä ovat kaksiosaiset liukusäätimet ja läsnäolotunnistimet valoantureilla.

Näissä tiloissa läsnäolotunnistin kutsuu lähtökohtaisesti vakiovalotilanteen, jossa työtasoille on mitattu 500-600 luxin valaistusvoimakkuus. Valaisimien lähtötaso on aseteltu arvoon 65 prosenttia mittausten perusteella. Valoanturi säätelee valaistusta vakiovalon määrän mukaan, ja se on toiminnassa, kunnes liukusäädintä käytetään säätämiseen. Liukusäätimillä voidaan säätää valaistusta siten, että vasen ja oikea puoli säätävät erikseen.

Läsnäolotunnistin sammuttaa valaistuksen, mikäli se ei havaitse liikettä 20 minuuttiin. Oikeasti tämän 20 minuutin jälkeen läsnäolotunnistin kutsuu siirtymätilanteen, eikä varsinaisesti ole sammuttanut itseään. Siirtymäaika on 30 minuuttia, ja sen tarkoituksena näissä neuvotteluhuoneissa on syyttää valaistus viimeksi säädettyyn tasoon, mikäli tunnistin havaitsee liikettä siirtymäaikana. Jos liikettä ei ole tämän siirtymäajan kuluessa, tunnistin kutsuu varsinaisen sammutuksen. Ajatuksena on siis, että neuvotteluun saadaan säilytettyä hyväksi havaittu, manuaalisesti säädetty taso, jos tilaan palataan 30 minuutin sisällä.

Neuvotteluhuoneiden ohjelmoinnin olen toteuttanut siten, että läsnäolotunnistin kutsuu ryhmään tilanteen 1.1, esimerkiksi seuraavana päivänä tilaan tullessa. Tästä tilanteesta on suora tilanneohjaus kahteen eri tilanteeseen, sen mukaan mikä tieto läsnäolotunnistimella on. Jos siirtymäaika on meneillään ja tilaan tullaan sen aikana, ohjaa tilanne 1.1 suoraan tilanteeseen 1.5, last level. Tilanteiden linkityksessä ehtona on se, että ryhmässä läsnäolotunnistin on kutsunut viimeksi tilanteen 1.14, eli siirtymä/poissaolo. Last level -tilanne on määriteltä siten, että valaistus syttyy viimeksi säädettyyn tilaan. Läsnäoloantureiden valoantureille olen määritellyt ehdot, että ne eivät ole toiminnassa, mikäli tämä tilanne 1.5 on kutsuttuna viimeisenä tilanteena valaistusryhmässä. Tämä siksi, että valoanturi ei lähde säätämään valaistusta siirtymäaikana tullessa tilaan,

vaan sinne saadaan viimeksi asetellut tasot säilymään vakioina. Siirtymäajan umpeutuessa läsnäolotunnistin kutsuu sammutuksen, ja seuraavan kerran tilaan tultaessa tilanne 1.1 ohjaa suoraan valaistuksen tilanteeseen 1.6, vakiovalo. Tässä tilanteessa valaistus on lähtötasossa 65 prosenttia ja valoanturi on toiminnassa. Tässä linkityksen ehtona on se, että läsnäolotunnistin on viimeksi kutsunut ryhmään tilanteen 1.13, eli sammutus. Kuvassa 12 on kuvattuna neuvotteluhuoneen A4.130 tilanneryhmittely ja toiminnot.

Scene Table									
	Router	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
	Subnet	1	1	1	1	1	1	1	1
	Channel	10	11	12	13	14	15	16	17
Go To Scene	Scene	A4.130_tsto_neuvot_LED_1.1	A4.130_tsto_neuvot_LED_1.2	A4.130_tsto_neuvot_LED_2.1	A4.130_tsto_neuvot_LED_2.2	A4.130_tsto_neuvot_LED_3.1	A4.130_tsto_neuvot_LED_3.2	A4.130_tsto_neuvot_LED_4.1	A4.130_tsto_neuvot_LED_4.2
	PIR	65	65	65	65	65	65	65	65
	A4.130_toimisto_neuvotteluhuone Scene 1.2	75	75	75	75	75	75	75	75
	Oikea puoli	*	100	*	100	*	100	*	100
	Vasen puoli	100	*	100	*	100	*	100	*
	Last level	L	L	L	L	L	L	L	L
	Vakiovalo	65	65	65	65	65	65	65	65
	A4.130_toimisto_neuvotteluhuone Scene 1.7	1	1	1	1	1	1	1	1
	A4.130_toimisto_neuvotteluhuone Scene 1.8	0	0	0	0	0	0	0	0
	A4.130_toimisto_neuvotteluhuone Scene 1.9	*	*	*	*	*	*	*	*
	A4.130_toimisto_neuvotteluhuone Scene 1.10	100	100	100	100	100	100	100	100
	A4.130_toimisto_neuvotteluhuone Scene 1.11	*	*	*	*	*	*	*	*
	A4.130_toimisto_neuvotteluhuone Scene 1.12	*	*	*	*	*	*	*	*
	PIR sammutus	0	0	0	0	0	0	0	0
	Siirtyma_poissaolo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sammutus	0	0	0	0	0	0	0	0

Kuva 12. Ryhmän 10130 tilannetaulukko Designer-ohjelmassa

Kuvassa 12 jokaisen valaisimen kohdalla on arvo, joka kuvaa kussakin tilanteessa sen tasoa prosentteina. Ensimmäisenä tilanteena on 1.1, nimettynä PIR, jonka läsnäolotunnistin ryhmään kutsuu. Tämä tilanne ohjaa tilanteisiin Last level ja Vakiovalo, edellä käytyjen ehtojen mukaan. Tilanteet Oikea puoli ja Vasen puoli ovat liikusäätimen kutsumia tilanteita. Esimerkiksi tilanteessa 1.3 säädetään vain tilan oikealla puolella olevia valaisimia, tässä tapauksessa siis jokaisen rivin toista valaisinta.

8.4.5 Sosiaalitilat

Pohjakerroksesta löytyy oppilaiden sosiaalitila, ja sielläkin valaistusta ohjataan DALI-järjestelmän avulla. Valaisimina ovat led-paneelit, ja läsnäolotunnistimet ohjaavat valaistusta päälle ja pois. Tilassa on myös kaksi pesuallasta, joiden yläpuolella ovat peilivalaisimet. Peilivalaisimet ovat Fagerhultin Aqua-mallistosta ja ovat ledeillä toteutettuja valaisimia. Näitä valaisimia ohjataan järjestelmän kautta relelähdistä, eli niitä ei säädetä, vaan ainoastaan ohjataan päälle tai pois päältä.

Suunnittelijan määrittelynä tähän tilaan oli, että valaistus ohjautuu arkipäivisin kiinteistöautomaation sammutusehdon kautta. Läsnäolotunnistimen havaittua liikettä ensimmäisen kerran valaisimet ovat päällä maksimitasoissaan 10 minuuttia. Tämän jälkeen niiden taso laskee 20 prosenttiin, jossa ne pysyvät, kunnes liikettä taas havaitaan. Arkipäivisin läsnäolotunnistin ei siis kutsu valaisimille sammutustilannetta lainkaan. Muina aikoina valaistus säätyy siten, että 10 minuutin kuluttua viimeisestä liikkeestä valaistus laskee 30 prosentin tasoon. Tämä siirtymäaika on päällä vielä 20 minuuttia, jonka jälkeen sammutustilanne kutsutaan.

Sosiaalitilan läsnäolotunnistimille olen ohjelmoinut saman ehdon kuin käytävienkin tunnistimille. Valot eivät sammu arkipäivisin, koska kiinteistöautomaation karkitieto ei sitä salli. Läsnäolotunnistin kutsuu sosiaalitilan ryhmään arkipäivisin aina tilanteen 1.1, kun liikettä havaitaan. Mikäli meneillään on jokin muu kuin arkipäivä, tilanne 1.1 ohjataan suoraan saman ryhmän eri lohkokseen. Ohjaus tulee lohkokseen kaksi, johon olen asettanut eri tasot siirtymäaikaan suunnittelijan määritelmän mukaan. Ohjaukselle olen tehnyt OR-ehdon, joka toimii siten, että

läsnäolotunnistin saa kutsua sammutuksen, mikäli toinen kahdesta ehdon tekijöistä on tosi. Ehdon kaksi tekijää ovat viikonloppu ja aikaväli 6-17. Jälkimmäinen tekijä on invertoitu, eli aikaväli ei saa olla 6-17, jolloin tekijä on tosi. Tämän ehdon avulla sain valaistuksen ohjautumaan siten, että siirtymäaikana arkipäivisin valaistus laskee 20 prosentin tasolle ja muina aikoina se laskee 30 prosentin tasolle.

8.4.6 Opettajien huone

Ylivoimaisesti tämän projektin suurin haaste minulle oli opettajien huone, joka sijaitsee rakennuksen pohjakerroksessa. Suuri tila yhdistää A3- ja A4-lamellit, ja onkin tilatunnukseltaan A3.034. Tilassa on monta eri osiota, jotka toimivat opettajien työ- ja kokoustiloina. Keskellä on korkea ja avoin tila, jossa on esityslaitteistoa ja työtilaa. Korkean tilan molemmin puolin sijaitsevat parvet, jotka toimivat myös työtiloina. Toisen parven alapuolinen tila sekä viereinen korkea tila kuuluvat myös tähän kokonaisuuteen.

Valaisimia opettajien huoneessa on todella paljon. Alakaton alasvaloina on Iguzzinin Laser Blade-malliston High Contrast -versio, joka tuottaa kapean, mutta tehokkaan valokeilan. Näitä valaisimia tilassa on kaikkiaan peräti 86 kappaletta. Oviaukkojen yläosat on toteutettu upotetuilla valoviivoilla, ja nämä valaisimet ovat Fagerhult Notor Ledejä. Parvilla alasvalot ovat samoja kuin toimistoissa, eli Erco Skim. Lisäksi parvien valoaukot on valaistu led-kiskoin siten, että molemmin puolin valoaukkoa on sekä ala- että yläosassa kiskot koko valoaukon matkalla. Tiloissa on lisäksi tunnelmaa tuomassa sekä yksityiskohtia korostamassa pilarivalaisimia ja ”seinäpesureita”. Valaistuksen suunnittelu ja toteutus ovat onnistuneet hienosti, ja kokonaisuus näyttää todella upealta. Minun tehtävänäni oli sitten toteuttaa ohjelmointi niin, että kaikki hyöty upeasta valaistuksesta saadaan käyttöön.

Tilassa sijaitsee oma sähkökeskus, joka syöttää opettajien huoneen lisäksi viereisiä käytäviä pohjakerroksessa ja ensimmäisessä kerroksessa. Alun perin keskuksessa oli kaksi Helvarin 910-reitintä, eli yhteensä neljä DALI-väylää käytössä. Ensimmäisen käyttöönoton ja ohjelmoinnin aikana huomasin kuitenkin, että ne eivät tule riittämään. Väylälaitteita oli niin paljon, että ne eivät mahtuneet neljään väylään, sillä osoitteet ja virtarajat ylittyivät reilusti. Asensin keskuksen

vielä yhden kaksiväyläisen reitittimen lisää ja näin ollen sain käyttöön yhteensä kuusi DALI-väylää laitteille. Jouduin muokkaamaan melko paljon suunniteltuja ryhmittelyjä väylien osalta, ja käytännössä ne menivät kaikki uusiksi. Koska laitteiden johdotukset on tehty kentällä sähkösuunnitelmien mukaisesti, eivät kaikki kuormalaitteet ja niitä ohjaavat laitteet ole samassa väylässä muutoksista johtuen. Tämä aiheuttaa ohjelmoinnissa pientä epäloogisuutta laitteiden järjestyksessä. Esimerkiksi keskitilan valaisimia ja painonappimoduuleja on eri väylissä ja niiden etsiminen ohjelmasta voi viedä aikaa. Olen pyrkinyt kuitenkin nimeämään ja järjestelemään laitteet mahdollisimman selvästi ohjelmaan.

Opettajien huoneen valaistusta ohjataan läsnäolotunnistimilla, painonapeilla ja liukusäätimillä. Tilan kaikkien osioiden valaisimet ja ohjaavat laitteet olen järjestänyt samaan ryhmään. Ryhmässä laitteet on jaettu eri lohkoihin, jotta eri osioita voidaan hallita erikseen. Poikkeuksena ovat parvet, jotka ovat sekä omissa ryhmissään että myöskin koko tilan ryhmässä.

Korkea tila keskellä kokonaisuutta on ikään kuin opettajien huoneen komento-keskus. Siellä ovat esityslaitteistot ja näin ollen myös valaistukseen liittyvät ohjaimet suurilta osin. Tilaan on määritelty neljä eri tilannetta Helvar 135-painonappimoduuliin ja tilanteita voidaan vielä erikseenkin säätää halutuksi liukusäätimillä. Tilanne 1, eli oleskelu, tulee läsnäolotunnistimen kutsumana ja on vakiovalotilanne. Tässä tilanteessa keskitilan alasvalot, pilarivalot ja ovien valoviivat sekä eteisen alasvalot ovat käytössä. Valoanturin avulla säädetään ainoastaan keskitilan alasvaloja, ja valaistusvoimakkuuden tasoksi on määritelty 250-300 luxia. Tilanne 2, eli toimisto, on vastaava tilanne edellisen kanssa, mutta ilman vakiovalosäätöä. Tämän tilanteen saa kutsuttua painonappimoduulin 2. näppäimellä. Kolmantena tilanteena on esitystilanne, jossa korkean tilan alasvalot ovat tasossa 30 prosenttia, ja esitysnäyttöjä lähimmät rivit sammuvat kokonaan. Pilarivalaistus on tässäkin tilanteessa päällä, mutta valoviivat ovat päällä ainoastaan eteisen puoleisessa osassa. Viimeisenä tilanteena on tunnelmatilanne, jossa alasvalot sekä valoviivat sammutetaan koko tilasta. Ainoastaan eteisen alasvalot ovat tasossa 40 prosenttia ja pilarivalaistus on päällä. Kaikissa neljässä tilanteessa on mahdollista säätää liukusäätimillä korkean tilan alasvaloja siten, että vasen ja oikea puoli säätyvät erikseen oman puolen säätimellä. Esimerkiksi pidettäessä esitystä oikealla puolella tilaa, voidaan kutsua jokin tilanne ja säätää alasvalot siihen sopivaksi. Tällöin koko korkean tilan alasvalot eivät

säädy yhtä aikaa, kuten tapahtuu, jos säädetään painonappimoduulin säätimistä. Valaistus sammuu läsnäolotunnistimen kutsumana 20 minuutin kuluttua viimeisestä liikkeen havaitsemisesta.

Eriyisenä lisäyksenä tähän tilaan tuli Helvarin 136-painonappimoduuli, jossa on kahdeksan painiketta erilaisia toimintoja varten. Painonappimoduuli on sijoitettu toiselle av-seinälle keskuskomeron viereen. Ohjain on tarkoitettu erikoistilaisuuksia varten, kuten pikkujoulut. Sillä voidaan säätää tietynlainen valaistus koko tilaan, ilman että joka osiossa käydään säätö tekemässä erikseen. Ideana on siis, että tietyt valaisinpositiot saadaan erikseen päälle ja pois, kutsumatta mitään valmista tilannetta tilanepainikkeista. Lisäksi jokaista valaisinpositiota voidaan säätää ohjaimen alapuolella sijaitsevalla liukusäätimellä. Esimerkiksi molempien parvien kaikki valaisimet (alasvalot ja led-kiskot) saadaan tämän erikoispainikkeen viidennestä napista päälle yhtä aikaa, ja niitä voidaan säätää liukusäätimellä tämän jälkeen. Näin voidaan tehdä kaikille painonappimoduuliin ohjelmoiduille positioille. Suunnittelijan lisäohjeena oli, että mikäli ”pikkujoulunapista” säädetään haluttu valaistus, eivät läsnäolotunnistimet saa kutsua tilanteita tänä aikana, jotta valaistus säilyy säädettynä. Tilanne voisi siis olla se, että valaistus syttyy kesken kaiken johonkin tilaan, mihin sitä ei haluta erikoistilaisuuden aikana.

DALI-väylässä voidaan yhdessä ryhmässä hyödyntää kahdeksaa eri lohkoa eli blockia. Kussakin lohkossa on 16 eri tilannetta käytössä. Opettajien huoneessa hyödynsin tätä mahdollisuutta ohjelmoinnissa siten, että esimerkiksi keskimäinen korkea tila on ensimmäisessä lohkossa ja toisen parven alapuolinen tila neljännessä lohkossa. Kunkin tilan ohjaavilla laitteilla voidaan kutsua vain halutun lohkon valaisimia, kun ohjelmaan määritellään valaisimien tasot kuhunkin lohkoon erikseen. Yleensä on helpompaa tehdä ryhmittely siten, että tilat ovat täysin omissa ryhmissään, mutta koska kokonaisuutta pitää tässä tapauksessa pystyä hallitsemaan kerralla, päädyin yhden ryhmän ”lohkomiseen”. Tällä tavoin sain mahdollisuuden ohjelmoida yhden lohkon kaikille valaisimille opettajien huoneen kokonaisuudessa. Ryhmän 10034 viides lohko toimii siis erikoistilanteita varten ja lohkoa kutsutaan Helvar 136 -painonappimoduulilla.

Helvar 136 -painonapilla voidaan ohjata seitsemää eri valaisinkokonaisuutta. Kuvassa 13 näkyy lohkon 5 valaisimia ja niiden tasoja. Esimerkiksi kyseessä

olevan lohkon kolmas tilanne, 5.3, ohjaa oviaukkojen valoviivat päälle. Tämän tilanteen kutsumisen jälkeen vain näitä valaisimia voidaan säätää liukusäätimen avulla. Vastaavasti tilanne 5.10 sammuttaa valoviivat pois päältä. Lohkon olen rakentanut asettamalla aina tietyn valaisinryhmän 100:n prosenttiin tilannetta kutsuttaessa, ja samaa painiketta painettaessa yli kahden sekunnin ajan valaisimet sammuvat tasoon 0 prosenttia.

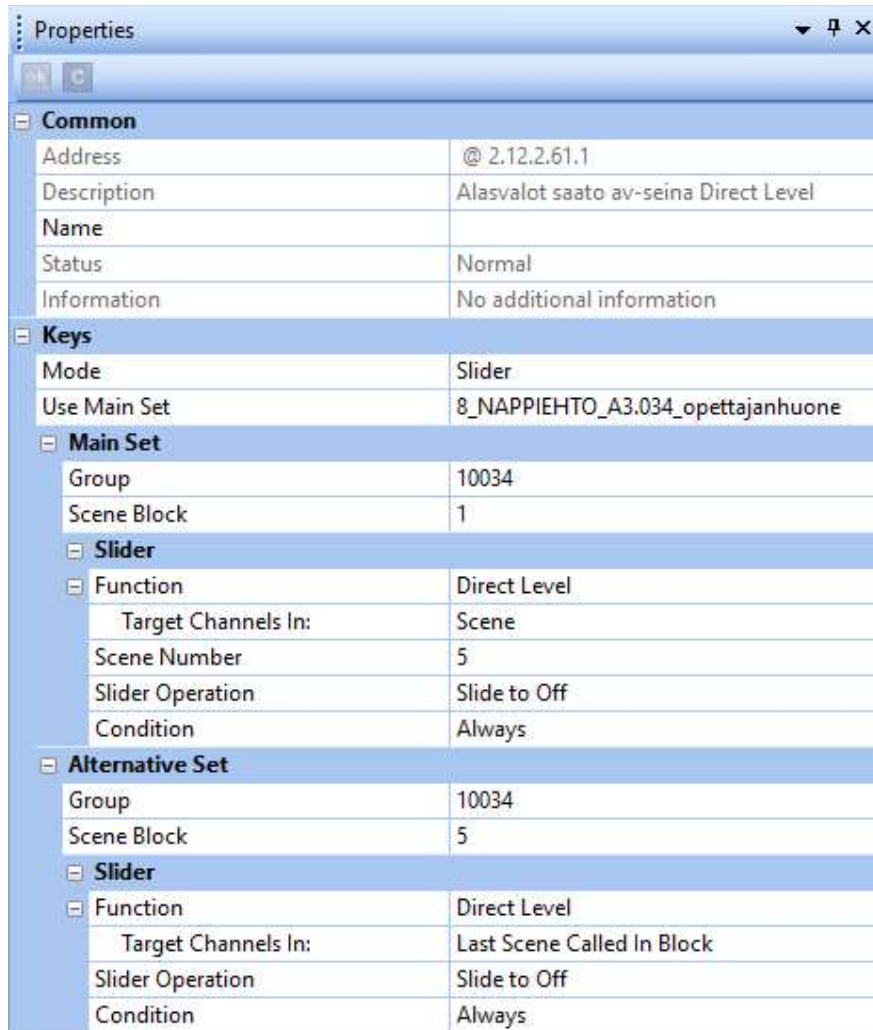
Scene Table										
	Router	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
	Subnet	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Channel	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Go To Scene	Scene	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_1	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_2	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_3	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_4	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_5	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_6	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_7	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_8	A3.034_opettajanh_LED_valoviiva_9
	Valonheittimet ON	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Alasvalot iso tila ON	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Valoviivat ON	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Kosketinkiskot ja eteinen ON	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Parvet ON	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Korkea tila 034a ja parven alunen ON	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Taideteosten kohdevalot ON	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Valonheittimet OFF	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Alasvalot iso tila OFF	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Valoviivat OFF	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kosketinkiskot ja eteinen OFF	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Parvet OFF	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Korkea tila 034a ja parven alunen OFF	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Taideteosten kohdevalot OFF	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	TILANTEIDEN NOLLAUS	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Kuva 13. Ryhmän 10034 tilannetaulukko Designer-ohjelmassa

Vasemmalla kuvassa 13 näkyvät viidennen lohkon valaisiryhmittelyt. Tilanteet 5.1-5.7 kutsuvat valaisimet päälle, ja tilanteet 5.8-5.14 kutsuvat valaisimet pois päältä. Painonappimoduuliin voidaan määritellä yhdelle napille kaksi eri toimintoa, siten että lyhyt painallus tekee jonkin toiminnon ja pitkä painallus vastavasti jonkin toisen toiminnon.

Ohjaavaan laitteeseen voidaan ohjelmoida päätoiminnon lisäksi vaihtoehtoinen toiminto, joka siis tarkoittaa sitä, että vaihtoehtoisen toiminnon aikana ohjaava laite esimerkiksi ei tee mitään. Kun erikoistilanne luodaan edellä mainitun painonappimoduulin avulla, se "kytkee" muut ohjaavat laitteet pois käytöstä, pois lukien alapuolellaan olevan liukusäätimen. Mikään läsnäolotunnistin tai liukusäädin ei ohjaa tämän jälkeen opettajien huoneen tiloja. Ajatuksena on, että kun haluttu valaistus on säädetty erikoispainikkeella, ei muista tiloista voida vahingossakaan muuttaa tätä valaistustilannetta.

Ohjaaville laitteille olen ohjelmoinut ehdot, joiden mukaan ne voivat tehdä ohjauksia. Opettajien huoneessa läsnäolontunnistimien ynnä muiden toimimisen ehtona on, että mikäli jokin tilanne välillä 1-14 on kutsuttu lohkosta 5, eivät ohjaukset ole toiminnassa, eli ehto on tällöin epätosi. Kun kutsutaan Helvar 136-painonappimoduulista jokin näistä tilanteista, muuttuu muihin ohjaaviin laitteisiin vaihtoehtoinen tila, joka ei kutsu mitään tilanteita. Tämä "lukitus" voidaan vapauttaa kutsumalla lohkosta 5 tilanne 15, joka jää viimeiseksi kutsutuksi tilanteeksi lohkoon ja muuttaa ehdon todeksi. Iltaisin kiinteistöautomaatiosta tuleva sammutuspulssi kuittaa myös tämän lukituksen pois. Kuvassa 14 havainnollistan liukusäätimen toimintaa eri tilanteissa.



Kuva 14. Helvar 110-liukusäätimen asettelu Designer-ohjelmassa

Kuvan 14 liukusäädin on määritelty säätämään korkean tilan vasemman puolen alasvaloja, ja myöskin toimimaan erikoistilanteiden säätimenä. Silloin kun kuvassa näkyvä "8_NAPPIEHTO..." on tosi, toimii liukusäädin siten, että se kutsuu lohkon 1 tilannetta 5, eli säätää vasemman puolen alasvaloja. Jos ehto muuttuu epätodeksi, vaihtuu säätimeen vaihtoehtoinen tila. Tällöin säädin ohjaa lohkoa 5 viimeksi kutsuttua tilannetta. Näin saadaan säädettyä lohkon valaisimia valaisinryhmittäin. Muut ohjaimet ovat myös tänä aikana vaihtoehtoisessa tilassa, eivätkä ole käytettävissä.

8.5 Yhteys kiinteistöautomaatiojärjestelmään

DALI-järjestelmä on tässä kiinteistössä yhdistetty kiinteistöautomaatioon alajärjestelmänä. Ryhmäkeskuksissa sijaitsevat automaatiojärjestelmän I/O-moduulit, joiden avulla voidaan tehdä ohjauksia molempiin järjestelmiin. Esimerkiksi DALI-järjestelmästä otetaan läsnäolotunnistimien avulla tieto ilmanvaihdon tehostukselle, ja automaation kautta ohjataan valaistukselle sammutuspulseja ilta-aikaan.

Kiinteistöautomaation I/O-moduuleina ovat Schneider Electricin Smartlink-kiskot, jotka hyödyntävät Modbus-väylää tiedonsiirrossa. Moduulissa on kanavia, joissa on sisäänmenoja ja ulostuloja. Ilmanvaihdon tehostus saadaan ohjattua DALI-järjestelmästä sisäänmenoon Helvar 498-releyksikön kautta. Releyksikkö sisältää kahdeksan potentiaalivapaata kosketinta, ja yksi kosketin voi kuulua useampaan eri ryhmään. Releyksikön kosketin on Smartlink-kiskon sisäänmenon ”välissä” ja antaa sille tiedon ollessaan kytkettyneenä. Kosketin ohjautuu läsnäolotunnistimen havaitseman liikkeen mukaan tiloissa, joihin tehostus on automaation kautta määritelty.

Myös DALI-järjestelmään saadaan kosketintietoja automaatiojärjestelmästä sekä hälytysjärjestelmistä. Helvar 942-sisäänmenoyksikössä on kahdeksan potentiaalivapaata sisäänmenoa esimerkiksi kolmannen osapuolen kosketintiedoilta. A4-lamellin kaikki DALI-reitittimellä varustetut ryhmäkeskukset sisältävät tällaisen yksikön ja niiden vähintään yhteen sisäänmenoon on kytketty kosketintieto Smartlink-moduulista. Esimerkiksi valaistuksen sammutuspulssi on toteutettu aikaohjelman mukaisen kosketintiedon avulla. Automaatiojärjestelmään luodun aikaohjelman mukaisesti kosketin on päiväaikaan kytkettyneenä, kun taas ilta-aikaan se avautuu. Tällä kosketintiedolla voidaan luoda ehtoja muun muassa läsnäolotunnistimille käytävien valaisimien ohjaamiseen. Tällainen kosketintieto on käytössä myös rakennuksen hälytysjärjestelmien yhteydessä. Kun hälytys tulee palo- tai rikosilmoitusjärjestelmästä, tulee kosketintieto DALI-järjestelmään ja ohjelma suorittaa tietyt toimenpiteet. Esimerkiksi palohälytys sytyttää kaikki rakennuksen valaisimet yhtäaikaaisesti täydelle tasolle, ja ne pysyvät tässä tilassa, kunnes palohälytys kuitataan pois paloilmoitinkeskuselta.

8.5.1 Ilmanvaihdon tehostus

Tilojen ilmanvaihdon tehostus on jaettu luokkatilojen osalta siten, että kunkin kerroksen päätyluokat ovat aina omassa ohjauksessaan ja keskimmäiset tilat yhdessä omassaan. Tehostus ohjataan päälle ja pois päältä läsnäolotunnistimen tai painonappien avulla. Ohjelmoinnissa olen käyttänyt niin sanottuja apuryhmiä tehostuksen ohjaamiseen niin, että mitä tahansa luokkatilojen neljästä tilanteesta kutsuttaessa saadaan kosketintieto automaatiojärjestelmään. Yhden luokkatilan ryhmissä apuryhmää ohjataan lohkolinkityksellä, jossa apuryhmä seuraa varsinaisen tilan ryhmän lohkoa 1. Esimerkiksi luokkatilan A4.316 valaisimet ja ohjaavat laitteet sisältävä ryhmä on 10316, ja tämän ryhmän lohkon 1 tilanteet ohjataan apuryhmän 13161 lohkoon 2. Relekyksikön relelähtö on asetettu tähän 13161 ryhmään ja se saa lähtötasokseen 100 prosenttia, mikäli ryhmästä 10316 kutsutaan tilanteita 1-4. Kun relelähtö on päällä, antaa se kosketintiedon automaatiojärjestelmään tehostaa ilmanvaihtoa. Mikäli läsnäolotunnistin tai painonapit kutsuvat sammutustilanteen, ohjautuvat apuryhmän lohkoon 2 myös nämä tilanteet käskien relelähdön nollassoon.

Useamman luokkatilan yhdistelmässä ohjaus on hieman monimutkaisempi. Kolmelle tilalle on käytössä vain yksi releen kosketin, ja tämä johtaa siihen, että kun yhdessä tiloista oleskellaan ja muista poistutaan, ei tehostus saa lakata toimimasta. Ohjaus ja linkitys ovat samantyyllisiä kuin yhden tilan tapauksessakin, mutta välissä on vielä yksi apuryhmä lisää. Kolmen erillisen tilan valaistusta ohjaa kolme erillistä ryhmää, kuten esimerkiksi ryhmät 10311, 10312 ja 10313. Näiden ryhmien lohkon 1 toiminnot olen koonnut yhteen apuryhmään 13800, joka ei sisällä mitään varsinaisia laitteita. Eli, jonkin näistä kolmesta ryhmästä kutsuessa mitä tahansa tilannetta, ohjautuu ryhmälinkillä tilanne ryhmään 13800. Ryhmä 13800 seuraa siis kaikkia näiden kolmen ryhmän tilanteita. Tämä ryhmälinkki on apuna siksi, että saadaan eri tilanteiden tietoja eri tiloista, ja näiden avulla olen määritellyt ehdot tehostukselle ja sen pois kytkemiselle. Ryhmä 13800 ohjaa tehostuksen päälle lohkolinkin avulla ryhmään 13900 ja lohkoon 2, jossa sijaitsee relelähdön kosketin. Tehostuksen poiskytkemiseen olen ohjelmoinut ehtoja, jotka määräytyvät tiloissa viimeksi kutsuttujen tilanteiden mukaisesti. Myös tehostuksen sammutus ohjataan ryhmälinkillä jokaisesta kolmesta ryhmästä ryhmään 13800 ja edelleen ryhmään 13900, mutta ehtona

on AND-ehto. Ehto on tosi, mikäli jokaisesta kolmesta tilasta on viimeksi kutsuttu sammutustilanne. Eli jokaisesta tilasta on varmuudella poistuttu, jos läsnäolotunnistin tai painonappimoduuli on kutsunut sammutustilanteen jokaiseen tilaan. Mikäli ehto on epätosi, ei ryhmälinkitys toteudu ja ryhmä 13900 ei kutsu sammutusta relelähdölle. Tällä tavoin vältetään tilanne, että ilmanvaihdon tehostus kytkeytyisi pois päältä vain yhden tilan antaessa sammutuskäskyn.

Ilmanvaihdon tehostuksen ohjaaminen on toteutettu samalla tyylillä myös ensimmäisen kerroksen neuvottelu- ja toimistotiloissa.

8.5.2 Sammutuspulssi

Muun muassa käytävien valaistuksen ohjaamisen pois päältä määrittelee kiinteistöautomaatiojärjestelmän aikaohjelma. Aikaohjelma on yksinkertainen toiminto, sillä se on vain kosketintieto DALI-järjestelmään. Smartlink-moduulista ohjataan 24 voltin releen kelaa, ja tämän releen kosketin on DALI-järjestelmässä 942-sisäänmenoyksikön sisäänmenon "välissä". Aikaohjelma on siis vain tieto "päällä" tai "pois". Ohjelman on määritellyt automaatiourakoitsija ja sen aikaväli on 6-21, eli päiväaika. Tällöin releen kosketin on kiinni ja tämän ajan ulkopuolella se on auki.

DALI-järjestelmässä olen hyödyntänyt aikaohjelman kosketintietoa muun muassa käytävien läsnäolotunnistimien sammutusehdon luomisessa. Käyttäjän määrittelyn mukaan käytävien valaistuksien tulee olla päällä arkipäivinä, jonka jälkeen iltaisin ne voivat sammua. Olen luonut DALI-järjestelmään komennon läsnäolotunnistimille, jonka mukaan ne voivat aina kutsua valaisimet päälle, mutta ainoastaan sammutusehdon täytyessä ne voivat kutsua sammutustilanteen. Ehtona sammutukselle on, että automaatiojärjestelmän kosketin on auki sisäänmenoyksiköllä. Kun kosketin aukeaa aikaohjelman mukaisesti kello 21 jälkeen, tulee valaistusryhmään tilannekutsu numero 13, eli sammutustilanne. Tämän olen ohjelmoinut tilanelinkityksen avulla ryhmästä 14000, joka on kaikille lamellin keskusten sisäänmenoyksiköille sama. Ryhmän 14000 tilanne 1.13 linkittyy kaikkiin määriteltyihin valaistusryhmiin kutsuen niissä saman sammutustilanteen. Mikäli tilanelinkitys sammutukseen tulee yhtäaikaisesti läsnäolotunnistimen havaitessa liikettä, se keskeytyy ja antaa tunnistimen kutsua valaistuksen päälle. Tätä varten olen tehnyt tilanelinkityksen jokaiselle ryhmälle

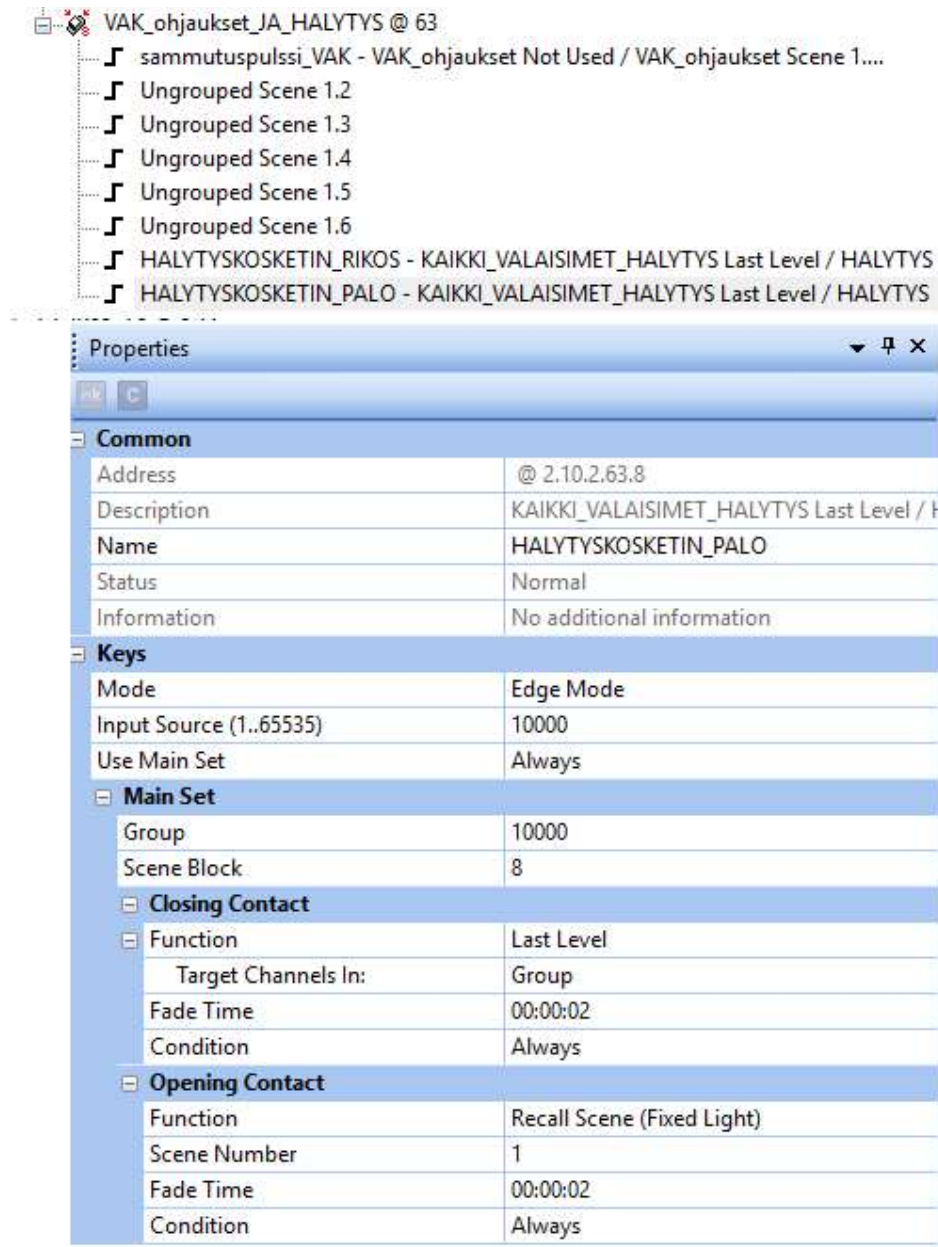
erikseen, eli vain siihen ryhmään kutsutaan valot päälle, jossa liikettä havaitaan. Kun läsnäolotunnistin havaitsee liikettä aikaohjelman ulkopuolella, ohjaa se valaistuksen päälle normaalisti kutsuen myös sammutustilanteen määritellyn päällä oloajan jälkeen.

Tätä sammutuksen tilanelinkitystä olen hyödyntänyt myös muissa tiloissa, kuten luokissa ja toimistoissa. Käytännössä koko lamellin valaistus sammuu kello 21, mikäli tiloissa ei havaita liikettä. Sammutuspulssilla saadaan erilaiset häiriötilanteet kuitattua pois ja näin vältetään turhaa energiankulutusta.

8.6 Yhteys hälytysjärjestelmiin

DALI-järjestelmä saa hälytysjärjestelmiltä kosketintietoja samaan tyyliin kuin automaatiojärjestelmästäkin. Keskuksen A4JK02 sisäänmenoyksikössä on sekä paloilmoin- että rikosilmoitinjärjestelmän kosketintieto kytkettynä. Nämä aukeavat kosketintiedot toimivat ehtoina valaistuksen ohjaamisessa kaikissa tiloissa. Mikäli hälytys tulee kummasta tahansa järjestelmästä, syttyvät kaikki lamellin valaisimet täyteen tasoon. Tällöin ohjaavat laitteet menevät vaihtoehtoiseen tilaan, eivätkä pysty ohjaamaan valaistusta lainkaan. Myöskään automaatiojärjestelmän sammutuspulssi ei voi kutsua sammutustilannetta, koska kosketintiedot ovat myös sammutuksen tilanelinkitysten ehtoina. Hälytystilanne saadaan palautettua kuittaamalla hälytysjärjestelmien koskettimet normaaliasentoon niiden omista ohjausyksiköistään. Näin DALI-järjestelmässä oleva ehto saadaan todeksi, jolloin laitteet palautuvat ennen hälytystä olleisiin tilanteisiin.

Hälytystilanteen tullessa kosketintieto ohjaa ryhmää 10000, johon kaikki valaisimet kuuluvat. Kaikilla lamellin valaisimilla on siis yksi yhteinen ryhmä ja näin ollen myös yksi yhteinen lohko, jossa tasot olen määritellyt 100 prosenttiin. Ryhmän 10000 lohko 8 toimii hälytystilanteen yhteisenä lohkona ja sitä ohjaavat A4JK02-keskuksen sisäänmenoyksikön tulot 7 ja 8. Sisäänmenoyksikön tuloa 8 havainnollistaa kuva 15.



Kuva 15. Helvar 942-sisäänmenoyksikön sisääntulon 8 asettelu Designer-ohjelmassa

Kuvassa 15 ylimpänä on leikkaus sisäänmenoyksikön tuloista. Tuloista ylimpänä näkyy automaatiojärjestelmästä tuleva ohjaus ja alapuolella hälytysjärjestelmät. Avautuva kosketin kutsuu ryhmän 10000 lohkokoon 8 tilanteen 1, joka on kaikille valaisimille 100 prosenttia. Koskettimen sulkeutuessa ryhmän laitteille kutsutaan hälytystä edeltävät tasot.

9 ENERGIANKULUTUKSEN VERTAILUA

9.1 Yleistä valaistuksen energiatehokkuudesta

Erilaisten tilojen energiankulutus valaistuksen osalta ilmoitetaan LENI-luvulla (Lighting Energy Numeric Indicator), ja se lasketaan standardin EN 15193 mukaisesti. Luku voidaan laskea myös helposti Dialux-ohjelman avulla. LENI-luku kuvaa valaistusratkaisun energiatehokkuutta ja sen arvo riippuu valaistuksen voimakkuuden lisäksi tilan käyttöajasta, asennetusta tehosta, saatavilla olevasta luonnonvalosta sekä valaistuksen ohjauksesta. LENI-luvun yksikkö on kWh/m²/vuosi. Taulukossa 3 on esitetty erilaisten tilojen LENI-lukuja sekä energiankäyttöluokat. (Fagerhult 2018.)

Taulukko 3. LENI-lukuja ja energiankäyttöluokat eri tiloissa (Fagerhult 2018)

Taulukon 2 energiankäyttöä voidaan kuvata seuraavasti:

Energiankäyttö 5 – Energiatehokkaasti toteutettu valaistusjärjestelmä, jossa valaistus on paikallistettu, siinä käytetään energiatehokkaita valonlähteitä sekä päivänvalo- ja läsnäolo-ohjausta.

Energiankäyttö 4 – Energiatehokkaasti toteutettu valaistusjärjestelmä, jossa valaistus on tyypillisesti paikallistettu, siinä käytetään energiatehokkaita valonlähteitä sekä normaalia ohjausta.

Energiankäyttö 3 – Nykyaikainen valaistusjärjestelmä, jossa ei ole erityisesti pyritty energiatehokkuuteen.

Energiankäyttö 2 – Tehokkuudeltaan heikohko valaistusjärjestelmä.

Energiankäyttö 1 – Tehokkuudeltaan heikko valaistusjärjestelmä. Tyypillinen 70-luvun valaistusratkaisu C-luokan kuristimella.

Laskentaperusteet taulukolle 2:

Arvot perustuvat standardiin EN 15193 sekä DIALux 4.4 -ohjelmaan. Nämä lähtötiedot löytyvät myös DIALuxista.

Käytävät – 2000-2500 h/vuosi (100 lx lattiatasossa).

Luokkahuoneet – 2000-2500 h/vuosi (500 lx työalueella).

Toimistot – 2500 h/vuosi (500 lx työalueella).

Aulat – 2500 h/vuosi (500 lx yleisvalaistus).

Kokoustilat – 2500 h/vuosi (500 lx työalueella).

Urheiluhallit – 4000 h/vuosi (EN 12193 luokka 2, 500 lx pelialueella).

Teollisuustilat – 4000 h/vuosi (500 lx työalueella).

Tavaratalot ja marketit – 5000 h/vuosi (ei päivänvaloa, 700–1000 lx yleisvalaistus).

Taulukko 2 – Tilan energiankäytön arviointiasteikko					
Tila	LENI-luku (kWh/m ² /vuosi)				
Käytävät	≤10	10–15	15–20	20–25	>25
Luokkahuoneet	≤15	15–20	20–25	25–30	>30
Toimistot	≤10	10–20	20–30	30–40	>40
Aulat	≤15	15–25	25–35	35–45	>45
Kokoustilat	≤15	15–30	30–40	40–50	>50
Urheiluhallit	≤40	40–50	50–60	60–70	>70
Teollisuustilat	≤40	40–60	60–80	80–100	>100
Tavaratalot	≤75	75–100	100–125	125–150	>150
Marketit	≤75	75–100	100–125	125–150	>150
Energiankäyttö	5	4	3	2	1

Huom! Taulukon 2 LENI-luvut on laskettu standardin EN 15193 mukaisesti (tarkka laskentamenetelmä). Arvo voi vaihdella maittain. Voimassa olevat taulukot löytyvät Fagerhultin kotisivulta. Energiankäyttöön 3 päästään nykyaikaisella valaisin- ja lampputekniikalla ilman valaistuksenohjausta.

Tämän rakennuksen luokkatilat voidaan määritellä energiakäyttöluokkaan 5, koska tiloissa on led-valaisimia ja monipuoliset valaistuksen ohjaukset käytössä. Näin ollen LENI-luku asettuu alle 15:n.

9.2 Vertailu luokkatiloista

Tein vertailun luokkatiloihin ohjelmoimieni valaisimien tasojen perusteella. Vertailu ei ole liian analyttinen, ja siinä on esitetty lähinnä energiankulutuksen erot

vuositasolla. Tarkemmassa tarkastelussa voitaisiin laskea investointikustannusten perusteella tarkat takaisinmaksuajat ynnä muut vastaavat.

Luokkatiloja on rakennuksen kolmessa ylimmässä kerroksessa, ja näissä on loisteputkivalaisimia sekä led-paneelija. Päätyluokkien valaisimien lähtötasot on loisteputkivalaisimen osalta säädetty 50 prosenttiin ja led-paneelit 65 prosenttiin vakiovalotilanteessa. Keskimmäisten luokkatilojen valaisimet on säädetty 70 prosenttiin. Ilta-aikaan tehty valaistusvoimakkuuden määrittely käytännössä tarkoittaa, että vakiovalon määrä tähän aikaan on ollut minimaalinen. Näin ollen valaisimien lähtötasot ovat maksimitasoja, joissa ne tulevat olemaan, silloin kun luokkatilaan halutaan 500-600 luxin valaistusvoimakkuus ilman vakiovaloa. Aurinkoiseen päiväaikaan vakiovalon määrä on luonnollisesti suuri, jolloin valaisimien tasot putoavat lähtötasostaan paljonkin.

Tein vertailun kahdesta tilanteesta, joista toinen olisi sellainen, että valaistusta ei säädettäisi ollenkaan. Tällöin valaistus olisi päällä niin kauan, kunnes se mekaanisesti kytkettäisiin pois päältä käsin. Toinen vertailun tilanteista on vakiovalotilanne, jossa on edellä mainitut valaistuksen lähtötasot. Olen esittänyt laskelmat taulukoissa 4 ja 5, joista selviää vertailun molempien tilanteiden energiankulutus päivä- ja vuositasolla sekä takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuaika on laskettu suuntaa antavilla arvoilla, jotka eivät perustu tämän kohteen urakoinnissa käytettyihin hintoihin tai arvoihin.

Taulukko 4. Energiankulutuksen vertailu

Luokkatilojen energiankulutuksen vertailu							
Ei säätöä, käyttöaika 8h/päivä, 210 päivää/vuosi							
	LED		Loiste			Yhteensä	
	Määrä	Teho 100% (kW)	Määrä	Teho 100% (kW)		Määrä	Teho (kW)
Päätyluokat	48	1,7	72	7,1		120	8,7
Keskiosa	54	1,9	54	5,3		108	7,2
	102	3,6	126	12,3		228	15,9
Kulutus/päivä (kWh)	28,6		98,8			127,3	
Kulutus/vuosi (kWh)	5997,6		20744,6			26742,2	

Vakiovalo-säädöllä, käyttöaika 8h/päivä, 210 päivää/vuosi								
	LED			Loiste			Yhteensä	
	Määrä	Teho 65% (kW)	Teho 70% (kW)	Määrä	Teho 50% (kW)	Teho 70% (kW)	Määrä	Teho (kW)
Päätyluokat	48	1,1		72	3,5		120	4,6
Keskiosa	54	1,3		54	3,7		108	5,0
	102	1,1	1,3	126	3,5	3,7	228	9,6
Kulutus/päivä (kWh)	8,7		10,6	28,2		29,6	77,2	
Kulutus/vuosi (kWh)	1834,6		2222,6	5927,0		6223,4	16207,6	

Vertailusta voidaan todeta, että valaistuksen ohjaamisella ja säätelyllä on suuri vaikutus energiankulutukseen tämän kokoisessa kokonaisuudessa. Päivittäinen oppilaitoksen käyttöaika on suurimmaksi osaksi valoisaan aikaan, jolloin suuri valoteho valaisimista ei ole tarpeen.

Taulukko 5. Investoinnin säästölaskelma

Säästölaskelma			
Kulutuksen erotus/päivä (kWh)		50,2 kWh	
Kulutuksen erotus/vuosi (kWh)		10534,6 kWh	
Säästöä (sähkön hinta 0,15 €/kWh)		1580,2 €/vuosi	
Investointi			
	<i>Määrä</i>	<i>Hinta (€)</i>	<i>Yhteensä</i>
Reititin (kpl)	6	1800	10800 €
Ohjelmointi (tuntia)	72	60	4320 €
			<hr/> 15120 €
Takaisinmaksuaika			
$\frac{\text{Investointi}}{\text{Säästö}} = \text{Takaisinmaksuaika (vuosi)}$			
$\frac{15120 \text{ €}}{1580 \text{ € /vuosi}} = n. 9,6 \text{ vuotta}$			

Taulukon 5 laskelmassa on oletuksena, että ohjelmointi veisi aikaa noin 12 tuntia reititintä kohden. Laskuissa ei ole otettu huomioon minkäänlaisia korkoja tai vastaavia määreitä. Vaikka laitteistoon sijoitettu investointi on kohtalaisen suuri, on sen takaisinmaksuaika melko lyhyt. Näin ollen vuosittaiset säästöt kulutuksessa voidaan hyödyntää johonkin muuhun käyttökohteeseen tai vastaavaan asiaan.

10 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tekemisen tarkoituksena oli toteuttaa haluttu ohjauskokonaisuus ohjelmoimalla valaistus käyttäjän ja suunnittelijan muistion pohjalta. Tarkoituksena oli myös saada työn tekijä oppimaan käytännönläheisesti ohjelmoimisen periaatteet ja keinot Designer-ohjelmistolla seuraavia urakointikohteita ajatellen. Oikealla tavalla tehty ohjelmointi antaa myös mahdollisuuden saavuttaa vaatimukset energiankulutuksen vähentämisen kannalta.

Lähdin tekemään tätä työtä innolla ja suurella mielenkiinnolla työntantajani tarjottua tätä mahdollisuutta ohjelmoinnin opetteluun ja kehittämiseen. Ennen tätä

projektia minulla ei ollut juurikaan kokemusta DALI-tekniikan teoriapuolesta, saati ohjelmoinnista. Aikaisempi kokemus rajoittui asentajana ollessa lähinnä asentamiseen liittyviin seikkoihin. Perusopetusta ohjelman käyttämiseen sain kollegaltani Petteri Laitiselta ja syksyn 2017 aikana suoritin myös Helvar Designer 4 -peruskurssin.

Ohjelmoinnin aloittamista helpotti sähkösuunnittelijan muistio, joka oli laadittu jo edellisen saneerausvaiheen tiloja varten. Tämän vuoksi varsinaista tilanteiden suunnittelua ei tarvinnut enää itse tehdä, mutta siitä huolimatta ohjelmointityötä oli todella paljon. Projektin aikana ilmeni monia pulmia, joiden ratkaiseminen vei toisinaan aikaa. Esimerkiksi muutamia rikkoutuneita laitteita jouduttiin vaihtamaan väärin tehtyjen kytkentöjen vuoksi. Kytkennöissä virheitä oli tullut siten, että valaisimien viisinaipainen kaapelointi ja ohjaavien laitteiden kolminapainen kaapelointi oli joissakin kohdin tehty ”väri väriin”-periaatteella. Eli, jakorasiassa esimerkiksi läsnäolotunnistimelle menevä kaapeli oli kytketty verkkojännitteeseen, eikä DALI-väylään, kuten olisi kuulunut. Verkkojännite rikkoo hetkessä kaikki väylän laitteet, joihin se on fyysisesti kytketty. Tämä opetti työn tekijää olemaan varuillaan laitteiden kanssa, jotka eivät löytyneet väylästä ohjelmoitaessa. Välillä ongelmat olivat ohjelmoinnin suorittamiseen liittyviä ja meinasivat lannistaa työn tekijää. Sinnikkyuden sekä vinkkien avulla asiat saatiin kuitenkin selviksi ja ohjelma valmiiksi.

Sähkösuunnittelun sekä myöhemmin työn toteuttamisen kannalta DALI-väylän kaapelointi olisi hyvä tehdä niin, että kaikki ohjaavien laitteiden kaapelointi tehtäisiin erillään ohjattavien laitteiden kaapeloinnista. Kaikki ohjaavat laitteet, jotka tarvitsevat vain väylän toimiakseen, kaapeloitaisiin kaksi- tai kolminapaisella kaapelilla keskustilaan ryhmittäin ja tilakohtaisesti. Ainoastaan valaisimet johdotettaisiin viisinaipaisella kaapelilla. Syöttävään keskukseen tulisi riviliittimet ohjaaville ja ohjattaville laitteille erikseen, jossa niitä voitaisiin yhdistellä halutusti. Tällä voitaisiin minimoida riskit verkkojännitteen pääsystä paikkoihin, joihin se ei todellakaan kuulu. Lisäksi tällainen hajautetumpi kaapelointi antaa vaihtoehtoja väylien muutoksiin jatkossa, esimerkiksi jos tiloja muutellaan tai niihin lisätään joitain laitteita.

Ohjelmointi tuli valmiiksi aikataulun puitteissa, ja siitä tuli toimiva kokonaisuus. Työn tekeminen antoi tekijälleen paljon uutta tietoa ja uusia näkökulmia sekä

hyvän valmiuden suoriutua suuremmistakin ohjelmointiprojekteista tulevaisuudessa.

LÄHTEET

DALI AG manual. 2001. DALI AG. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://web.archive.org/web/20130627012349/http://www.dali-ag.org/c/manual_gb.pdf [viitattu 9.11.2017].

DiLouie, C. 2007. Lighting controls handbook. E-kirja. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/auth/lib/fjpw/login.action?returnURL=https%3A%2F%2Febookcentral.proquest.com%2Flib%2Ffjpw%2Fhome.action> [viitattu 4.12.2017].

Fagerhult Oy. 2018. Valaistuksen laatu, menetelmiä kokonaisvaltaiseen arviointiin. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://np.netpublicator.com/netpublication/n72791826> [viitattu 30.1.2018].

Etelälähti, M., Mäkinen, M. 2017. Helvar Designer 4-peruskurssi. Espoo 26.10.-27.10.2017. Helvar Oy Ab. [viitattu 10.12.2017].

Halonen, L., Puolakka, M., Rantakallio, A., Tähkämö, L., Viitanen, J., Ylinen, A. 2012. LEDit ja aurinkosähkö – energiatehokas ja kestävä valaistus. Tutkimusraportti. Saatavissa: http://www.lightinglab.fi/solarled/solarled_loppuraportti.pdf [viitattu 13.11.2017].

Helvar Oy Ab. 2017. DIGIDIM. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.helvar.com/fi/ratkaisut/digidim/> [viitattu 23.11.2017].

Helvar Oy Ab. 2017. Reitittimet. Datalehdet. Saatavissa: <https://www.helvar.com/fi/tuotteet/c-12/> [viitattu 23.11.2017].

Koskelainen, S. 2013. LED-valaistuksella suuriin säästöihin. Artikkelit. Saatavissa: <https://promaintlehti.fi/Tuotantotehokkuuden-kehittaminen/LED-valaistuksella-suuriin-saastoihin> [viitattu 13.11.2017].

Motiva Oy. 2017. Valaistustieto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://valaistustieto.fi/energiatehokas-valaistus/alykas-valaistus/nain-alyvalaistuksen-tuotamaa-tietoa-voi-hyodytaa/> [viitattu 23.11.2017].

Stolt, E. 1987. Keski-Suomen keskusammattikoulu 1946-1986. [viitattu 23.11.2017].

Vitikainen, S. 2016. DALI-ohjaukset. Piirikaavio. [viitattu 25.1.2018].

Vitikainen, S. 2016. Smartlink-ohjaukset. Piirikaavio. [viitattu 25.1.2018].

KUVALUETTELO

Kuva 1. DALI itsenäisenä järjestelmänä. DALI AG manual 2001, 14, muokattu.

Kuva 2. DALI alajärjestelmänä. DALI AG manual 2001, 15, muokattu.

Kuva 3. DALI osana kiinteistöautomaatiojärjestelmää. DALI AG manual 2001, 16, muokattu.

Kuva 4. DALI-väylän rakenne. DALI AG manual 2001, 32, muokattu.

Kuva 5. vasemmalla, DALI-väylän kaapelointi. DALI AG manual 2001, 29, muokattu.

Kuva 6. oikealla, DALI-väylän kaapelointi. DALI AG manual 2001, 29, muokattu.

Kuva 7. Reititinjärjestelmä. Helvar-koulutus. 2017.

Kuva 8. Arkkitehtipiirros. Stolt, E. 1987. Keski-Suomen keskusammattikoulu 1946-1986, 36.

Kuva 9. DALI-reitittimet Designer-ohjelmassa.

Kuva 10. Laitteiden nimeämistyyli Designer-ohjelmassa.

Kuva 11. Ryhmien nimet Designer-ohjelmassa.

Kuva 12. Ryhmän 10130 tilannetaulukko Designer-ohjelmassa.

Kuva 13. Ryhmän 10034 tilannetaulukko Designer-ohjelmassa.

Kuva 14. Helvar 110-liukusäätimen asettelu Designer-ohjelmassa.

Kuva 15. Helvar 942-sisäänmenoyksikön sisääntulon 8 asettelu Designer-ohjelmassa.

Kuva 16. Piirikaavio A4JK42, Smartlink. Vitikainen, S. 2016.

Kuva 17. Piirikaavio A4JK42, DALI. Vitikainen, S. 2016.

Taulukko 1. LED-valaisimien valotehokkuuden kehitys 2009-2020. Halonen, L., Puolakka, M., Rantakallio, A., Tähkämö, L., Viitanen, J., Ylinen, A. 2012.

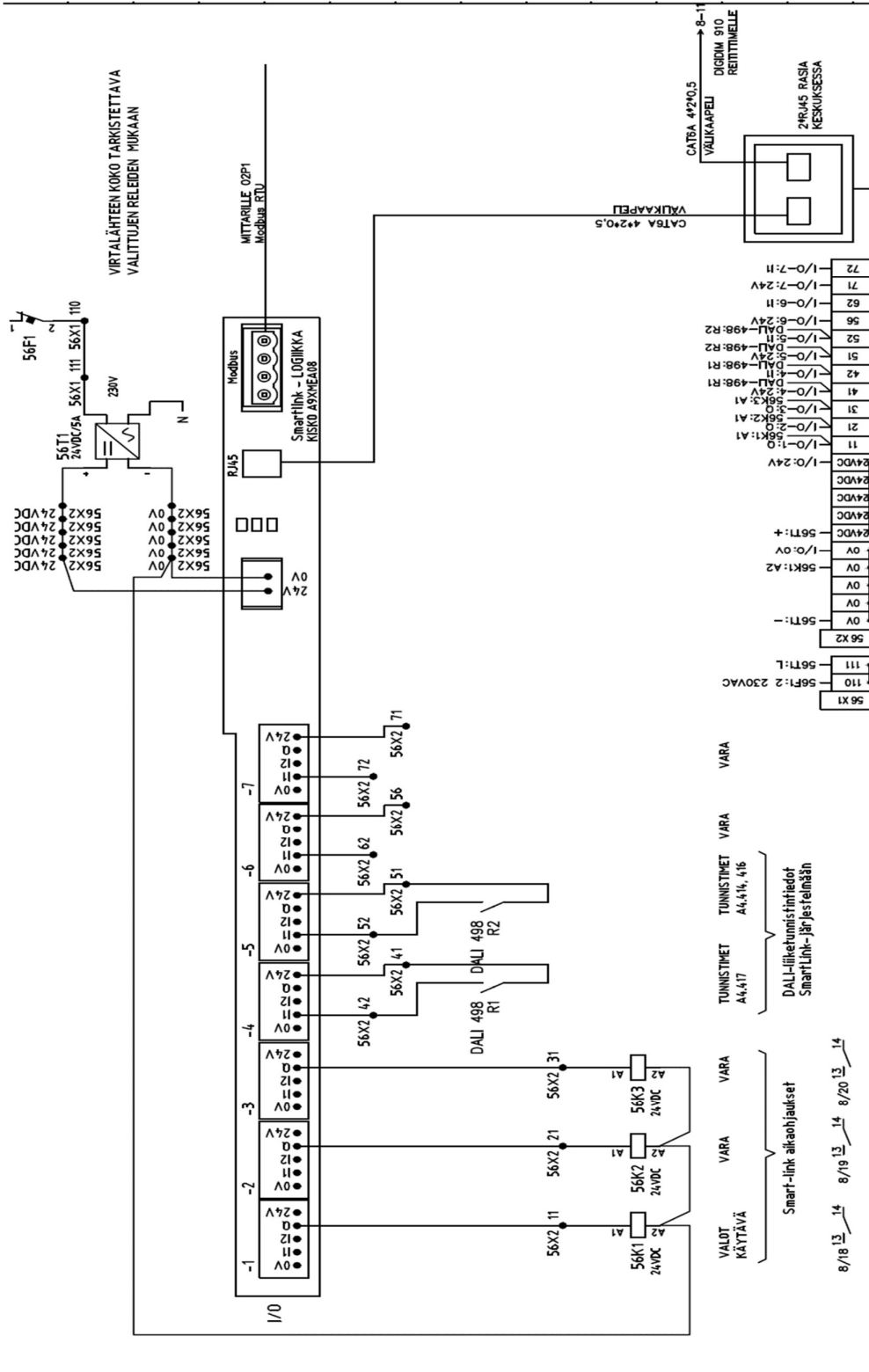
Taulukko 2. Väylän kaapelointi. DALI AG manual 2001, 19, muokattu.

Taulukko 3. LENI-lukuja ja energiankäyttöluokat eri tiloissa. Fagerhult Oy. 2018.

Taulukko 4. Energiankulutuksen vertailu.

Taulukko 5. Investoinnin säästölaskelma.

Ote keskuksen A4JK42 piirikaaviosta, jossa Smartlink-ohjaukset.



Kuva 16. Piirikaavio A4JK42, Smartlink (Vitikainen 2016.)

