



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Tredu Sähkötalon

valaistuksenohjauksen ongelmat

korjaus- ja toimenpide-ehdotukset

Joonas Siltanen

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2016
Talotekniikka
Sähkö



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikka
Sähkö

JOONAS SILTANEN:

Tredun Sähkötalon valaistuksenohjauksen ongelmat
Korjaus- ja toimenpide-ehdotukset

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 9 sivua
Kesäkuu 2016

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Tampereen Hervannassa olevan Tredun Sähkötalon valaistuksenohjausjärjestelmän ongelmakohdat. Työn tavoitteena oli etsiä ratkaisut järjestelmän ongelmiin ja näiden pohjalta listata mahdolliset muutostyöt ja toimenpide-ehdotukset. Selvityksessä haastateltiin tilojen käyttäjiä ja haastattelujen pohjalta saatiin listatuksi järjestelmän epäkohdat.

Suurimpana ongelmana kohteessa olivat jatkuvasti päällä olevat valaisimet eri tiloissa. Käytettäessä valaistuksenohjausjärjestelmää jää sen ominaisuuksista paljon puuttumaan, jos sen ominaisuuksia ei osata hyödyntää. Lisäksi kohteessa oli ongelmia tilojen liiketunnistimien toimivuudessa ja painonappiyhdistelmien käytössä. Työssä havaittiin myös ilmanvaihdon vaikutus valaistuksen toimintaan. Ilmanvaihtoventtiilien lähellä olevat tunnistimet reagoivat ilmavirtaan, ja erikseen sytyttivät valaistuksen turhaan.

Työn edetessä huomattiin, että ohjelmointivirheiden lisäksi ongelmia aiheuttivat myös väärät laitevalinnat ja laitteiden asennustavat. Lisäksi suunnittelijoilla ei suunnitteluvaiheessa ollut tietoa tiloissa käytettävistä kalusteista, jonka vuoksi tiloihin syntyi katvealueita.

Valtaosa Tredun Sähkötalossa havaituista ongelmakohteista voidaan välttää tarkemmalla suunnittelulla ja lähtötiedoilla. Lisäksi työn jälkeisillä käyttökokeilla ja toimivuustarkastelulla voidaan havaita työn aikana ilmenneitä ongelmia, jolloin niihin päästään vaikuttamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Havaituista ongelmista laadittiin opinnäytetyöhön lista, jossa on esitetty korjaus- ja toimenpide-ehdotukset. Listausta voidaan hyödyntää myös muiden kohteiden valaistussuunnittelussa ja laitevalinnoissa, ottamalla huomioon opinnäytetyössä havaitut ongelmien aiheuttajat.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Building service engineering
Electricity

JOONAS SILTANEN:
Tredu Sähkötalo lighting control problems
Proposal for repair and measures

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 9 pages
June 2016

The purpose of this thesis was to investigate problem situations of lighting control system of Tredu Sähkötalo in Hervanta, Tampere. The goal of this project was to find solution for problems in the system and make a list of potential modifications. The users of the premises were interviewed and based on the interviews, a list of problem areas was drawn up.

Biggest problem in the building was continually lit lamps. When using lighting control system, its properties will not be used to their full potential, if they can't be made use of. In addition, there was problems with functionality of the motion sensors and in the use of push-button combinations. It was also discovered that the ventilation affects the operation of the lighting. Sensors, which are located close to the ventilation valves react to it and switch the lighting on unnecessarily.

As the work progressed, it was discovered that in addition to programming errors problems were caused by wrong device selections and their devices installation methods. Also in the design phase, designers did not have information of furnitures used in these areas, which is why there were dead spots.

The greater part of the problems can be avoid by more detailed planning and initial data. In addition, test runs and performance reviews can be used to check the problems that may have appeared in the work, so that they can be addressed as early as possible. Encountered problems are listed in the thesis, whit proposals for repairs and measurements to take. The listing can be used in illumination designing and in device selections by taking note of the source of the problems mentioned in the thesis.

Key words: lighting, control system, problem, design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	HANKKEEN VAIHEET	7
	2.1 Tarveselvitys	7
	2.2 Hankesuunnittelu	8
	2.3 Rakennussuunnittelu ja rakentamisen valmistelu	9
	2.4 Rakentaminen	11
	2.5 Kohteen vastaanotto ja käyttöönotto.....	12
3	YLEISTIETOA DALISTA	14
	3.1 DALI.....	14
	3.2 Helvarin reititinjärjestelmän rakenne.....	14
	3.2.1 Helvar digidim -reititin	17
	3.2.2 Liiketunnistimet	18
	3.2.3 Painonapit.....	19
	3.3 Ohjelmointi	19
4	KOHTEEN ESITTELY JA KARTOITUS	21
	4.1 Tredu, Sähkötalo	21
	4.2 Haastattelu	24
5	VALAISTUKSESSA JA VALAISTUKSENOHJAUKSESSA HAVAITUT EPÄKOHDAT.....	25
	5.1 Katvealueet useissa eri tiloissa	25
	5.2 Valaistuksen tarpeeton syttyminen	26
	5.3 Valojen vilkkumien.....	28
	5.4 Käytön opastus.....	29
	5.5 Hälytystila-DALI -integraatio.....	30
	5.6 Pienempiä epäkohtia valaistuksenohjauksessa	31
	5.6.1 Ohjelmointivirheet	32
	5.6.2 Tunnistinvalinnat	33
	5.7 Yhteenvedo	35
6	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	38
	Liite 1. DALI piirikaavio, Sisäänmenoyksikkö 942.....	38
	Liite 2. DALI -järjestelmäkaavio	39
	Liite 3. Listaus vikakohteista, sekä niiden toimenpide-ehdotuksista	46

ERITYISSANASTO

Brutto pinta-ala	Rakennuksen kaikkien kerrosten alojen yhteenlaskettu pinta-ala
DALI	Digital Addressable Lighting Interface, digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä
Jännitteenalenema	Kaapelin kahden eri kohdan välillä, kaapelin resistiivisyydestä aiheutuva jännitetason lasku
Reititin	Laite, joka yhdistää erilaiset tietoliikennettä vaatimat laitteet yhdeksi järjestelmäksi
Tilaohjelma	Luettelo erityyppisistä tiloista, niiden pinta-aloista ja niiden toiminnasta
Topologia	Järjestelmän rakenne joka kuvaa siihen liitettyjen laitteiden yhteyksiä
Väylä	Siirtotie, joka kuljettaa tietoa/virtaa eri laitteiden välillä

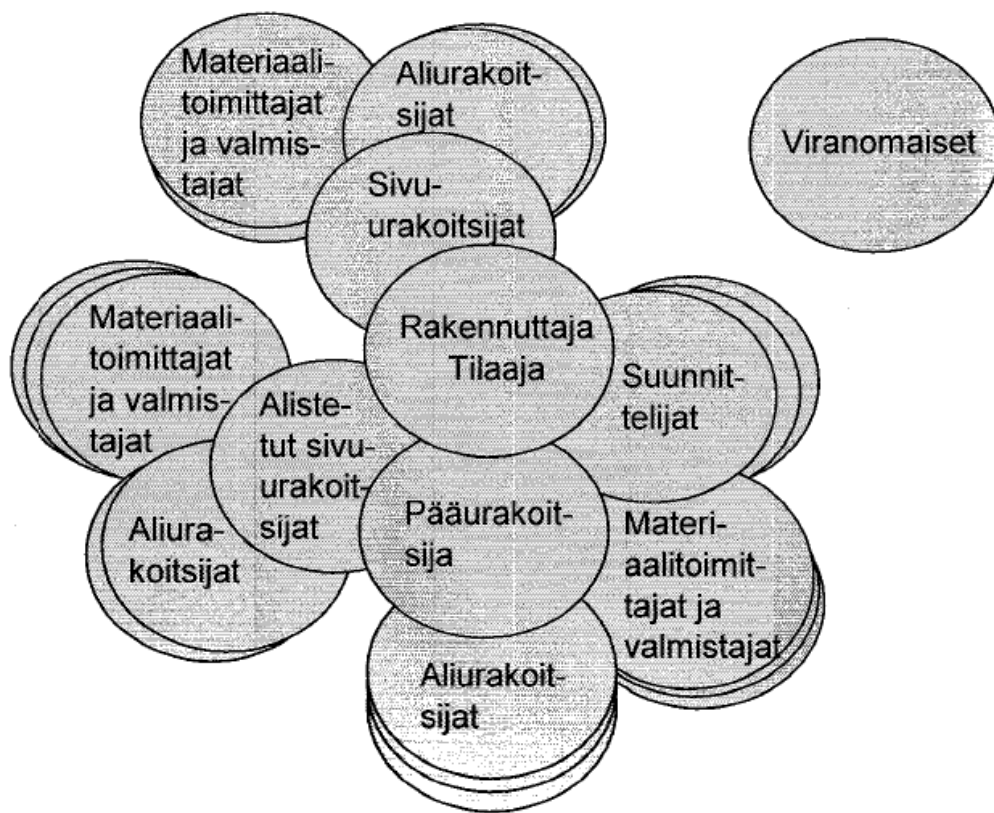
1 JOHDANTO

Suunniteltaessa valaistusta uudiskohteeseen, on erittäin tärkeää jo hankkeen alkuvaiheessa, että ollaan tietoisia millaisissa käytöissä tilat tulevat olemaan ja minkälaisia ominaisuuksia valaistukselta niissä vaaditaan. Vanhalla analogisella valaistuksenohjauksella ei välttämättä pystytä luomaan tiloihin niiden valaistukselta vaadittavia ominaisuuksia. Tällaisissa kohteissa on suotavaa käyttää nykyaikaista digitaalista valaistuksen ohjausta, jolloin tiloissa saadaan helpommin täytettyä tilan valaistuksen vaatimukset sekä normaali-tilanteessa mutta myös käyttötarkoituksen muuttuessa.

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi rakennushankkeen eri vaiheita ja niissä käsiteltäviä asioita. Opinnäytetyössä käsitellään myös DALI-valaistuksenohjausjärjestelmän puutteita ja muutoksia vaativia töitä vuosi sitten valmistuneessa koulurakennuksessa. Kohteenä on Tampereen Tredun Hepolamminkadun toimipisteen uusi Sähkötalo. Tarkoituksena on selvittää, mistä mahdolliset epäkohdat johtuvat, missä vaiheessa hanketta niihin olisi pitänyt jo puuttua ja kenen vastuulla ne loppujen lopuksi ovat. Apuna käytetään hankkeen aikaisien suunnitelmadokumenttien lisäksi myös eri tahojen haastatteluja. Kartoituksessa on haastateltu tilojen käyttäjiä, ja näiden pohjalta saatu listaus epäkohdista. Lisäksi haastattelussa on tiedusteltu käyttäjien näkökulmasta, miten valaistus voisi toimia paremmin. Työn tavoitteena on myös lopuksi koota raportti (Liite 3), jossa epäkohdat on listattu. Lista sisältää myös muutos- ja toimenpide-ehdotukset.

2 HANKKEEN VAIHEET

Tässä luvussa kuvataan rakennushankkeen etenemistä ja hankkeen eri vaiheita sekä yleisesti että valaistusjärjestelmän kannalta. Opinnäytetyökohte oli urakkamuodoltaan jaettu urakka, joten teoriaosuudessa painotetaan sitä. Hankkeen eri vaiheissa projektiin osallistuu yleensä useita toimijoita (Kuva 1), joilla on hankkeessa omat tehtävänsä. Tällöin alkaa syntyä suunnitelma-asiakirjoja, joita rakennusvaiheessa tulee niitä koskevien osapuolten noudattaa. Kommunikointi ja viestintä tulevat tässä vaiheessa erittäin tärkeään rooliin, jotta kaikki osapuolet saadaan tietoisiksi heitä koskevista asioista.



KUVA 1. Rakentamisen eri osapuolet (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 12)

2.1 Tarveselvitys

Rakennushanke alkaa tarpeesta. Tarveselvitysvaiheessa ostaja ottaa selvää kohteen tarpeellisuudesta, mitä kohteelta edellytetään ja kuinka se on mahdollista toteuttaa. Tarkoituksena on myös kuvata toimintaympäristöt tiloina ja niiltä vaadittavina ominaisuuksina. Tarveselvityksessä ilmoitetaan alustava tilaohjelma, sekä toteutusaikataulu ja myös se, ketkä tulevat olemaan tilojen käyttäjinä. Tarveselvityksen pohjalta tehdään päätös, aletaanko hanketta viedä eteenpäin. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 16–19)

Tarveselvityksen aikana valaistussuunnittelusta vastaavan henkilön tehtävät suuntautuvat pääosin avustaviin tehtäviin. Tämä pitää sisällään tehtäviä, jotka liittyvät olosuhde-, käyttö- ja toimintavaatimusten selvittämiseen ja peruseriaatteiden määrittämiseen. Lisäksi tehtävään voi kuulua valaistuskustannuslaskelmien lisäksi myös konsultointitehtävät koskien valaistusratkaisujen vaikutusta rakentamisaikatauluun. (ST 41.46, 2015)

2.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelua kuvataan hankkeen tärkeimpänä vaiheena. Siinä pyritään luomaan tarveselvityksessä ilmenneet vaatimukset yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, joka vastaa asiakkaan tarpeita. Tilaohjelman lisäksi rakennuspaikan avulla tehdään selvitys hankkeen tavoitehinnasta. Hankkeelle määrätty arkkitehti laatii kohteelle tilaohjelman (Taulukko 1), jossa luetteloidaan kaikki huonetilat. Tilaohjelma pitää sisällään luettelon eri tilatyypeistä, niiden lukumäärästä, pinta-aloista ja erityisvaatimuksista. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 20)

TAULUKKO 1. Esimerkki tilaohjelmasta

Tilanimike	Lukumäärä	Keskipinta-ala	Pinta-ala yhteensä
Asunnot			
2h+k+s	9	58	522
3h+k+s	7	70	490
4h+k+s	5	86	430
5h+k+s	7	105	735
yht.			2177 ohm ²
Yhteistilat			
Irtaimistovarasto	1	62	62
Irtaimistovarasto	2	47	94
Ulkoiluvälinevarasto	3	20	60
kuivaushuone	3	20	60
Lastenvaunuvarasto	2	11	22
Talousvarasto	1	9	9
Siivouskomero	3	2	6
yht.			313 ohm ²
Muut hyötytilat			
Askartelutila	1	30	30
Varasto/askartelu	1	140	140
yht.			170 ohm ²
Tilaohjelma yhteensä			2660ohm²

Hankesuunnittelulla pyritään vaikuttamaan pitkällä tähtäimellä kohteiden käytettävyyteen ja niiden muunneltavuuteen. Talotekniikan osalta tämä vaikuttaa tilojen teknisien järjestelmien ohjattavuuteen esimerkiksi käyttäjämäärien ja tilan käyttötavan mukaan.

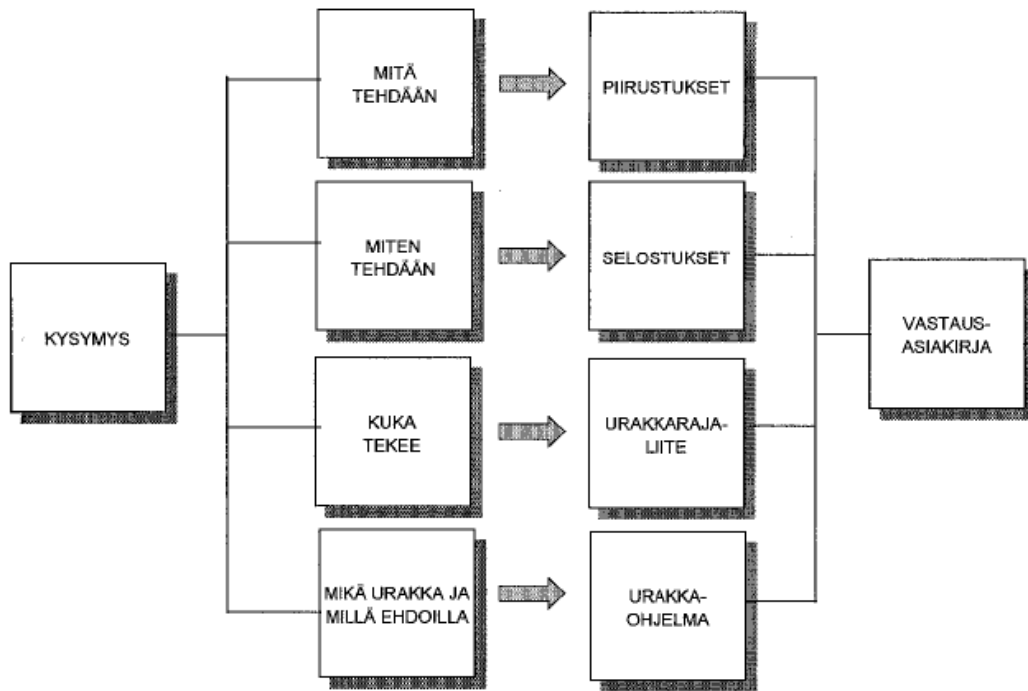
Myös energiatehokkuus on nykyään tärkeänä osana hankesuunnittelua, kun puhutaan rakennushankkeista. Erittäin olennaisena osana hankesuunnittelua on myös erilaisten tutkimuksien tekemiset, kuten maaperää koskevat tutkimukset ennen rakennusvaiheen aloittamista. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 20–32)

Hankesuunnitteluvaiheessa valaistussuunnittelija toimii avustavissa tehtävissä, jolloin hän tuo suunnitteluvaiheeseen oman näkemyksensä ja ammattitaitonsa. Tämän avulla pystytään huomioimaan esimerkiksi valaistuksen vaatimukset ja valaistuksesta aiheutuvat kuormitukset. Näiden lisäksi valaistussuunnittelijan tehtäviin voi kuulua konsultointitehtävät koskien kustannusarvioiden laadintaa. Tämän lisäksi pyritään huomioimaan olosuhde-, toiminnallisuus- ja turvallisuusvaatimukset, jolloin voidaan tarkentaa hankkeen kustannustavoitteita ja vähentää mahdollisia yllätyksiä hankkeen myöhemmissä vaiheissa. (ST 41.46, 2015)

2.3 Rakennussuunnittelu ja rakentamisen valmistelu

Rakennussuunnittelulla hankkeen aikana pyritään parhaaseen mahdolliseen laatuun annettujen resurssien puitteissa. Rakennussuunnittelun alkaessa pitää päättää, millaista toimintamallia suunnittelussa käytetään. Tällaisia toimintamalleja ovat esimerkiksi rakennuttajavetoinen suunnittelu, pääsuunnittelijan koordinoima suunnittelu, kokonaissuunnittelu ja yhteisvastuusuunnittelu. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 33)

Suuremmissa hankkeissa saattaa samalla toimialalla työskennellä useita suunnittelijoita. Tällöin tulee jokaisen toimialan valita itselleen vastaava henkilö. Tämä henkilö huolehtii siitä, että omat suunnitelmat täyttävät niille asetetut vaatimukset. Hankkeessa käytettävien dokumenttien (Kuva 2) tulee olla yksiselitteisiä ja niiden tulee kertoa tarkasti niitä koskevat asiat. Esimerkkinä urakkarajaliite, josta selviää mitkä työt kuulut kenellekin. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 34)



KUVA 2. Urakka-asiakirjojen sisältöjako. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 59)

Suunnittelijoiden suoran valinnan perusteisiin kuuluvat pätevyys, toimituskyky, yhteistyökyky ja kustannukset. Suurin painoarvo valintaa tehtäessä annetaan kuitenkin suunnittelijan pätevyydelle. Toisena suunnittelijoiden valintamenettelyä on mahdollinen kilpailutus. Kilpailutus kohdistuu suunnitteluratkaisuihin, suunnittelun hintaan, suunnittelijan resursseihin, tai näiden yhdistelmiin. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 34)

Rakennussuunnittelu- ja hankevalmisteluvaiheessa valitaan myös urakkamuoto. Urakkamuoto määrittelee sopimus- ja vastuusuhteet eri osapuolien välillä. Jaetussa urakassa (Kuva 3) jokaisella urakoitsijalla/toimittajalla on urakkasopimus tilaajana olevan yhtiön kanssa. Tällöin eri urakoitsijat eivät ole sopimussuhteessa keskenään vaan pelkästään rakennuttajan kanssa. Tässä kuitenkin poikkeuksena mahdolliset alistussuhteet, jolloin urakoitsijoiden vastuut kohdistuvat myös toisiin urakoitsijoihin. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 45)



KUVA 3. Jaetun urakan sopimussuhteet. (www.sähköala.fi, sopimussuhteet)

Valaistussuunnitteluprosessi jakaantuu useaan eri vaiheeseen. Prosessin alussa valitaan kohteen valaistussuunnittelijat ja määritellään suunnittelutehtävän laajuus. Laajuus perustuu pääosin rakennuskohteen lähtötietoihin ja tilaajan edellyttämään laatuun. Valmistelun jälkeisessä ehdotussuunnitteluvaiheessa selvitetään mahdolliset vaihtoehdot, joiden avulla saadaan toteutettua aiemmin määritetyt tavoitteet valaistuksen osalta. Tämän jälkeen tehdyt valaistusta koskevat ehdotussuunnitelmat hyväksytetään tilaajalla. Hyväksymisen jälkeen tarkistetaan vielä tarvittavat lähtötiedot ja päätökset ennen varsinaista suunnitteluvaihetta. (ST 41.46, 2015)

Toteutussuunnitteluvaiheessa tarkastetaan valaistuksen osalta valaistusjärjestelmän pisteiden ja laitteiden sijoitukset yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa. Samalla laaditaan hankintoja tukevat suunnitelma-asiakirjat, joiden avulla voidaan laskea urakkahinta. Urakkahinnan laskennan jälkeen täydennetään rakennuttajakonsultin tai pääsuunnittelijan laatima urakkarajaliite oman suunnittelualan osalta. (ST 41.46, 2015)

2.4 Rakentaminen

Hyvin sujuva hankkeen rakentamisvaihe edellyttää hankkeeseen osallistuvilta hyvää yhteistyötä. Urakkaan liittyvien asiakirjojen tulee olla selkeitä ja yksiselitteisiä väärinkäsityksien ehkäisemiseksi.

Ennen rakennusvaiheen aloittamista tilaajapuolen tulee huolehtia työmaalle valvontaorganisaatio, joka valvoo rakennusvaiheessa urakoitsijoiden työskentelyä. Valvojan työtehtäviin kuuluu tarkkailla rakennusvaiheen aikaisia työmenetelmiä ja sitä, että urakoitsijat suorittavat sopimuksessa sovittuja tehtäviä. Lisäksi valvotaan urakoitsijoiden rakennus-

tavan lisäksi viranomais määräyksien, lakien ja asetusten noudattamista. Urakka-asiakirjoissa määritellään valvojan valtuudet työmaalla. Valvojalla on mahdollisuus muun muassa tehdä erilaisia mittaustoimenpiteitä tai käyttää hyväkseen urakoitsijan mittauksia, jos hän epäilee mahdollista virhettä kohteessa. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 62–63)

Urakoitsijan tehtävänä on rakennusvaiheessa toteuttaa urakkasopimuksessa sovitut toimenpiteet määräajassa. Urakoitsijan on myös huolehdittava mahdollisista sivuvelvollisuuksistaan, kuten materiaalien tai lupien hankkimisesta. Näistä velvollisuuksista tulee kuitenkin olla maininta urakan sopimusasiakirjoissa (YSE 1998). (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 67–68)

Rakennusvaiheessa valaistuksesta vastaavan suunnittelijan tehtäviin kuuluu tehdyistä sopimuksista riippuen urakointia täydentävät tehtävät, kuten valaistusohjausjärjestelmien testaukset. Tämän lisäksi tehtäviin kuuluu myös toteutuksen suunnitelman mukaisen toteutuksen varmistaminen. (ST 41.46, 2015)

2.5 Kohteen vastaanotto ja käyttöönotto

Vastaanottotarkastus suoritetaan, kun ennalta määrätty osa kohteesta on saatu valmiiksi. Tarkastuksessa käydään läpi tietty fyysinen kokonaisuus, joka on ollut urakoitsijan suorituksen kohteena. Vastaanottotarkastuksen tarkoituksena on selvittää, onko aikaansaatu tulos sopimusasiakirjojen mukainen. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 87)

Kun rakennusvaihe on saatu päätökseen, on rakennukselle aika suorittaa käyttöönotto. Käyttöönotossa omistajalle luovutetaan kohteen huoltokirja, johon hankkeeseen osallistuneet osapuolet ovat koonneet hoidon, huollon ja kunnossapidon kannalta merkitykselliset tiedot. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 92)

Käyttöönoton yhteydessä suoritetaan yleensä samalla rakennuksen vastaanotto. Tällöin kiinteistö siirtyy omistajan/käyttäjän vastuulle. Samalla urakoitsijan suoritusvelvollisuus päättyy takuutöitä lukuun ottamatta. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 88)

Takuuaika on rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaan kaksi vuotta ja se alkaa joko urakan vastaanotosta tai rakennuksen käyttöönotosta. Takuuajan aikana takuunan-

taja sitoutuu korjaamaan hänen tekemänsä virheet ja täydentämään puutteellisuudet. Takuun antaja on velvollinen korjaamaan virheet ja puutteellisuudet myös takuuajan jälkeen, jos kyse on törkeästä laiminlyönnistä, täyttämättä jääneestä suorituksesta tai jos sovittu työtehtävä on tehty virheellisesti ja tilaaja ei ole voinut kohtuuden mukaan havaita sitä vastaanottotarkastuksessa eikä takuuaikana. (Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015, 74)

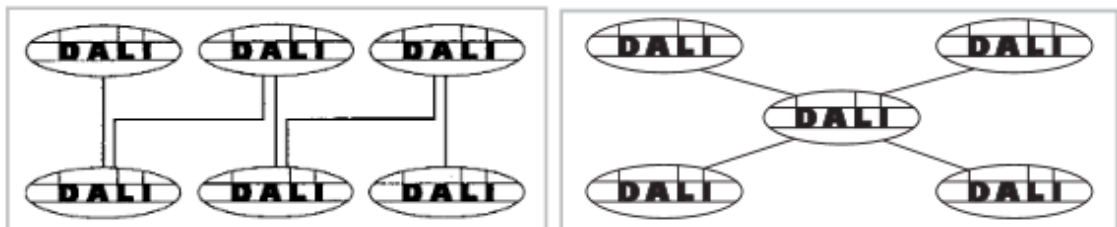
Takuuaikana valaistuksesta vastaavalle suunnittelijalle kuuluu varmistaa, että rakennuksen toimivuutta seurataan ja takuuaikana tehdään tarpeelliset säädöt ja tarkastukset. Lisäksi suunnittelijan tulee seurata, että mahdolliset puutteet korjataan. (ST 41.46, 2015)

3 YLEISTIETOA DALISTA

Luvussa kerrotaan DALI-valaistuksenohjausstandardista ja Helvarin reititinjärjestelmän ominaisuuksista, vaatimuksista ja toteutusvaiheessa huomioitavista asioista.

3.1 DALI

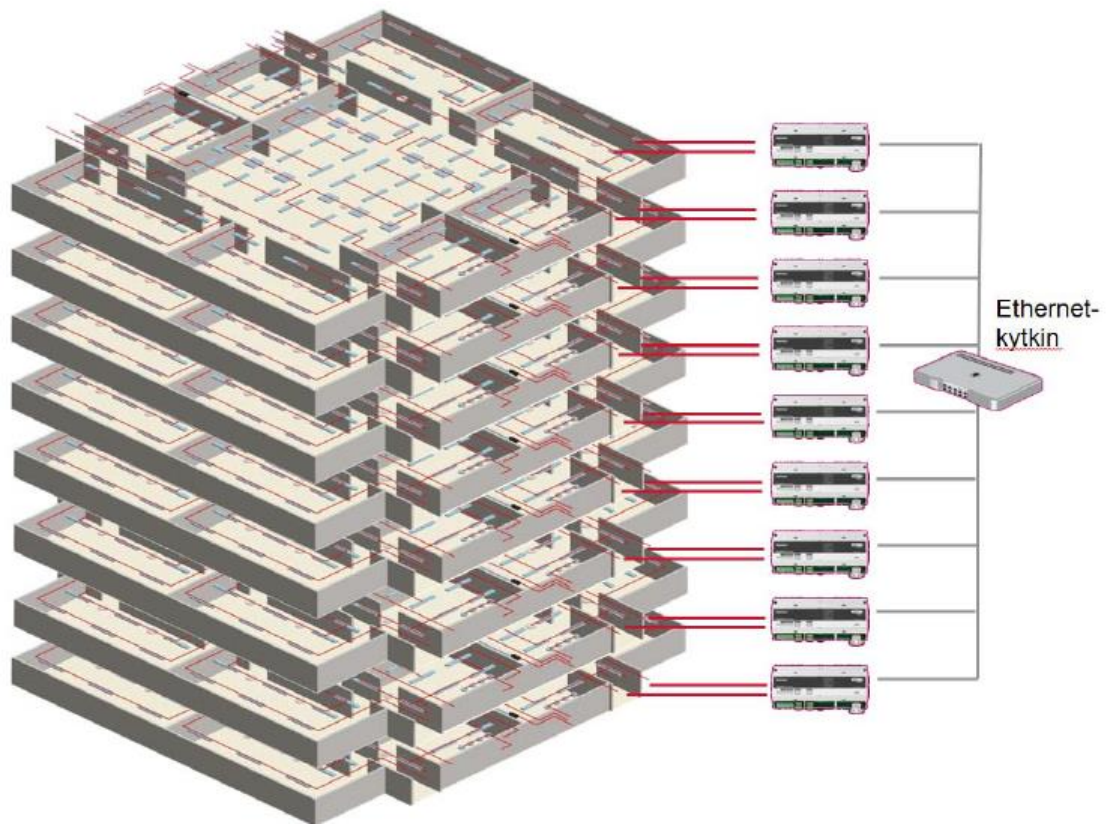
DALI (*Digital addressable lighting interface*) on viime aikoina nopeasti yleistynyt valaistuksenohjausstandardi (IEC 62386), joka on joustava ja yksinkertainen ratkaisu aikaisempien 1 - 10V ohjausjärjestelmien tai DSI-ohjausjärjestelmien tilalle. Se on kansainvälinen standardi, joka takaa eri valmistajien säädettävien liitäntälaitteiden yhteensopivuuden. DALI-järjestelmän tarkoituksena on ohjata rakennuksen valaistusta mahdollisimman monipuolisesti ja energiatehokkaasti. Se on kuitenkin yleensä myös mahdollista yhdistää rakennuksen muuhun automaatiojärjestelmään erillisen DALI-gatewayn avulla. Topologialtaan (Kuva 4) DALI voidaan kytkeä miten halutaan. Kuitenkaan rengasmuotoista väylää ei suositella mahdollisten väylässä tapahtuvien tiedonsiirtotörmäyksien vuoksi. (DALI-manual 2001, 10–17.)



KUVA 4. DALI-järjestelmän sarjaan- ja tähteenkytkentä (DALI-manual, 2001, 27)

3.2 Helvarin reititinjärjestelmän rakenne

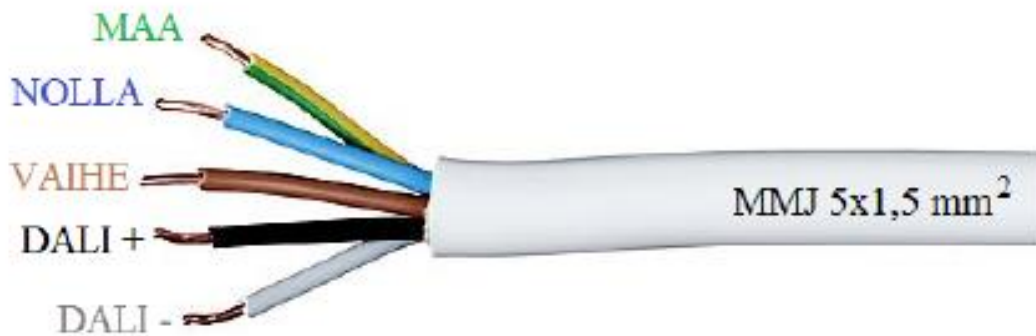
Helvarin reititinjärjestelmä koostuu reitittimien ja Ethernet -kytkimien lisäksi DALI-toimilaitteista, kuten tunnistimista, valaisimista ja painikkeista. Reititin toimii rajapintana DALI-väylien ja Ethernet-verkon välillä. Suuremmissa järjestelmissä Helvarin reitittimiä on yleensä useita. Tällöin reitittimet tulee yhdistää toisiinsa niiden RJ45-porttien avulla. Reitittimien välille asennetaan Ethernet-kytkin, jolloin järjestelmästä (Kuva 5) saadaan yhtenäinen toimiva työryhmä. (DALI-manual 2001, 12–17.)



KUVA 5. Helvarin DALI-reititinjärjestelmän rakenne (Kallioharju 2015)

Lähes jokainen DALI-toimilaite varaa väylästä itselleen yhden osoitepaikan, pois lukien esimerkiksi monikanavaiset liitäntälaitteet, jotka varaavat useamman osoitteen. Jokainen DALI-väylä pystyy käsittelemään maksimissaan 64 osoitetta tai maksimissaan yhteensä 250mA virtaa vaativia toimilaitteita. Laitteiden virrankulutukset ovat valaisimen liitäntälaitteella 2mA, mikroaaltotunnistimella (313) 20mA, PIR-tunnistimella (311) 15mA, multisensorilla (312) 15mA ja painikkeilla (13xx) 10mA. Jos väylän 250mA virta ylittyy tai osoitteet loppuvat, jotkin laitteet menettävät yhteytensä Helvarin Digidim-reitittimeen ja lakkaavat toimimasta. (DALI-manual 2001, 12–17.)

DALI-kaapelointi tulee tehdä verkkojännitteen kestäväällä kaapeloinnilla. Lähes poikkeuksetta johdotukset tehdään 5-kertaisella MMJ-kaapelilla, jolloin mustaa ja harmaata johdinta käytetään järjestelmän väylänä (Kuva 6). Väylän polariteetilla ei ole väliä, ellei järjestelmässä käytetä väylään lisättyjä virtalähteitä. Tällaiseen tilanteeseen voidaan joutua, kun väylässä on useita paljon virtaa vieviä laitteita, kuten mikroaaltotunnistimia. (DALI-manual 2001, 11.)



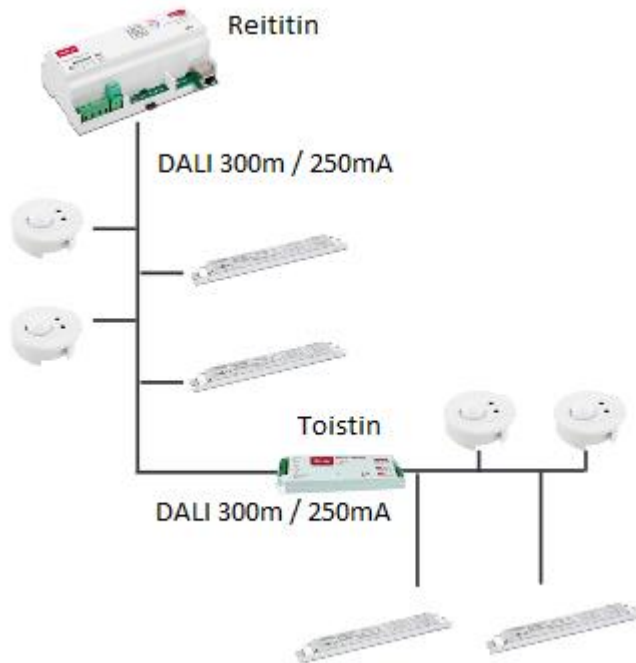
KUVA 6. Johtimien kytkentäesimerkki (Kallioharju 2015)

Yksittäisen väylän pituus voi olla maksimissaan 300 m, kun käytetään halkaisijaltaan 1,5 mm² johtimia (TAULUKKO 2). Tällöin jännitteen alenema ei nouse liian suureksi. Suurin sallittu jännitteenalenema väylässä on 2 V.

TAULUKKO 2. Väylän maksimipituudet

Pituus	Johdinpoikkipinta-ala
0-100 m	0,5 mm ²
100-150 m	1,0 mm ²
150-300 m	1,5 mm ²

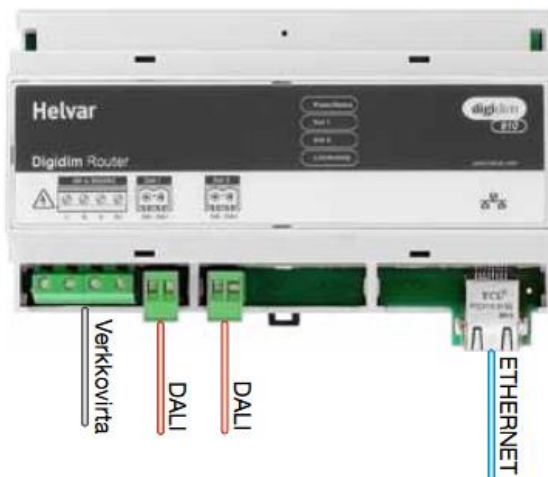
Väylässä käytettäessä useita ohjaus- ja liikkeentunnistuslaitteita virrankulutus saattaa nousta yli 250 mA. Tällöin Helvarin reititinjärjestelmän väylässä on mahdollista käyttää DALI-toistinta (KUVA 7), jolla saadaan väylälle toiset 300 m lisäpituutta ja samalla nostettua väylän maksimivirtaa takaisin 250 mA:lla. Toistin ei kuitenkaan lisää väylään osoitteita, joten osoitteiden lukumäärä pysyy maksimissaan 64:ssä.



KUVA 7. Toistin kytkettynä DALI-väylään. (DALI Repeater – Application Guide, 2016, muokattu)

3.2.1 Helvar digidim -reititin

Reitittimen liitännät määräytyvät mallin mukaan. Esimerkkinä reititin 910 (Kuva 8), jossa lähdöt kahdelle DALI-väylälle. Näin ollen reitittimeen voidaan kytkeä yhteensä 128 DALI-ohjaavaa- ja/tai ohjattavaa laitetta. Reitittimestä löytyy myös Ethernet-portti, jolla se voidaan yhdistää Ethernet-kytkimen avulla muihin Helvarin reitittämiin, jolloin saadaan kohteeseen rakennettua yhtenäinen järjestelmä. Valaistuksen ohjelmointi tehdään myös Ethernet-portin tai -kytkimen kautta.



KUVA 8. Helvarin 910 -reititin. (Helvarin reititinjärjestelmät, 2011)

3.2.2 Liiketunnistimet

Helvarin reititinjärjestelmään on mahdollista lisätä erilaisia liiketunnistimia. Mikroaaltotunnistin (Kuva 9) soveltuu herkän havaitsemiskykynsä ansiosta paikkoihin, jossa käyttäjät ovat paljon paikoillaan. Mikroaaltotunnistimen toiminta perustuu mikroaaltosignaaleihin ja se mittaa niiden heijastumia liikkuvista kohteista. Multisensoritunnistin (Kuva 9) toimii passiivisen infrapunaliiketunnistimen tavoin, jolloin sen toiminta perustuu lämpötilan muutokseen sen omalla tunnistusalueella. Lisäksi multisensorissa on valoisuusanturi. Tämän avulla saadaan järjestelmään tieto kyseisen tilan valaistusvoimakkuuden tasosta ja tämän perusteella voidaan esimerkiksi ohjata tilan valaistusta tarpeen mukaan. PIR-liiketunnistin 311 (Kuva 9) toimii normaalina passiivisena infrapunailmaisimena, jolloin se havaitsee pelkästään liikkeen. Lisäksi kaikissa liiketunnistimissa on sisäinen infrapunavastaanotin, jonka kautta voidaan antaa omia tilannekutsuja erillisellä kaukosäätimellä (Kuva 10).



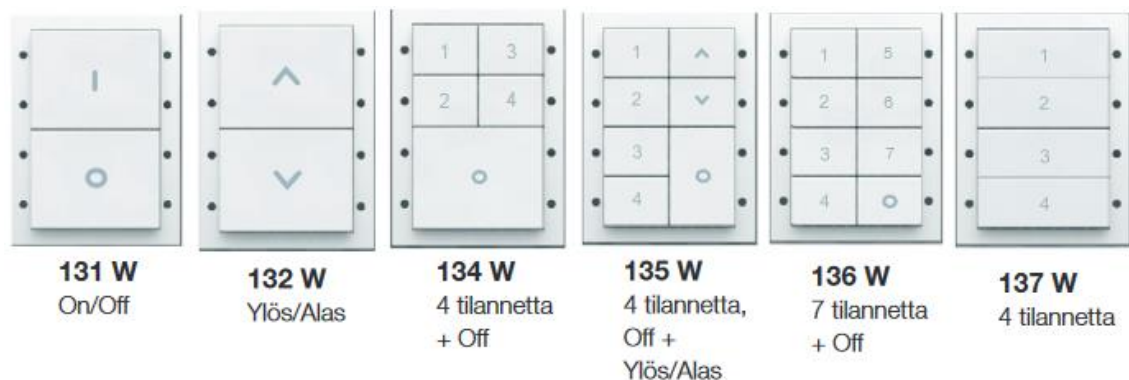
KUVA 9. Helvarin eri liiketunnistinmalleja. (Helvar - Lighting control sensors 2014, 2015, 2016, muokattu)



KUVA 10. Helvarin 303 kaukosäädin. (Helvar - DIGIDIM Infrared Remote Control (303), 2014)

3.2.3 Painonapit

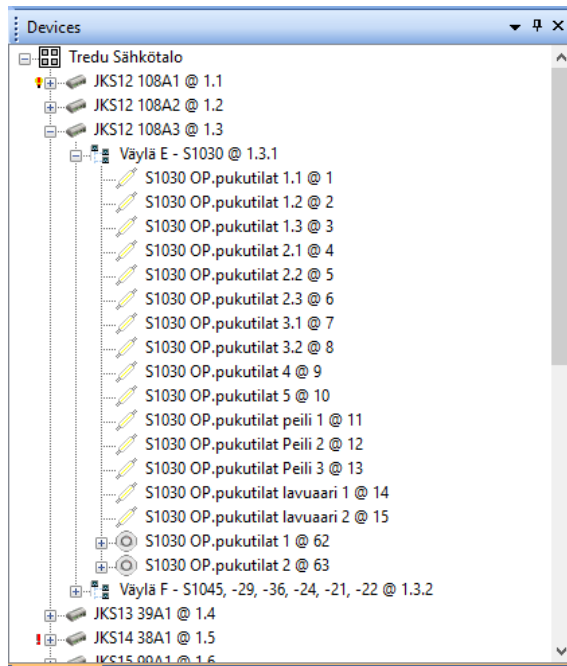
Helvarin reitittimeltä lähtevään DALI-väylään on mahdollista lisätä erilaisia painonappiyhdistelmiä (Kuva 11). Painonappimalli määräytyy tilan ohjaustarpeen mukaan. Painikkeiden tilannekutsut ohjelmoidaan Designer-ohjelmiston avulla. Tilanne määrittelee ohjattavan ryhmän valaisimien valaistusvoimakkuuden tason prosentteina. Lisäksi tilanteeseen voidaan määritellä, miten muut DALI-väylään liitetyt laitteet toimivat tilanteen aikana. Esimerkkinä siivoustilanne, jolloin halutut valaisimet sytytetään täyteen valaistusvoimakkuuteen tarvittavaksi ajaksi. Lisäksi liiketunnistimille määritellään tähän tilanteeseen, etteivät ne reagoi mahdolliseen liikkeeseen.



KUVA 11. Helvarin eri painikemoduulityypit. (Helvar - Modulaariset paneelit (13xx), 2013, muokattu)

3.3 Ohjelmointi

Ohjelmointi suoritetaan tietokonepohjaisella Designer-ohjelmistolla. Kun tietokone on yhdistetty samaan tietoliikenneverkkoon kuin reitittimet, tulee ohjelmiston näytölle laitteistopuu (Kuva 12). Laitteistopuusta näkyvät kaikki yksittäiset toimilaitteet, joita järjestelmän väyliin on kytketty. Designerin kautta käyttäjä voi ryhmitellä toimilaitteet eri ryhmiin, jonka jälkeen kyseisen ryhmän laitteet toimivat yhtenä kokonaisuutena. Näihin ryhmiin on mahdollista luoda esimerkiksi eri valaistustilanteita. Ohjelmalla pystytään myös esimerkiksi seuraamaan reaaliaikaisesti valaistuksessa tapahtuvia muutoksia. Myös erilaiset aikaohjauksien ohjelmoinnit onnistuvat designerilla helposti. Laitteistopuusta näkyvät myös väylissä olevat häiriötilanteet, kuten lamppuviat ja vialliset laitteet.



KUVA 12. Designer -ohjelmiston laitteistopuu, josta näkyvät väylään liitetyt laitteet

4 KOHTEEN ESITTELY JA KARTOITUS

Luvussa esitellään Tampereen seudun ammattiopiston, eli Tredun Hepolamminkadun toimipiste ja sen suunnitteluvaiheessa tehtyjä päätöksiä. Lisäksi käydään läpi, miten henkilökunnan haastattelu on tehty.

4.1 Tredu, Sähkötalo

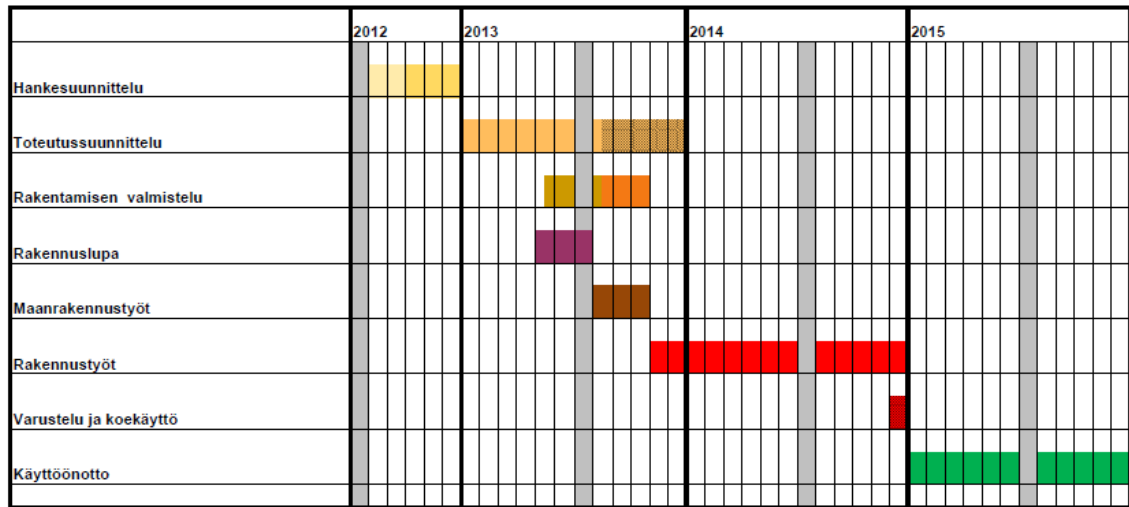
Opinnäytetyön tarkastelukohteena on Tampereen Hervantaan joulukuussa 2014 valmistunut Tredun Sähkötalo (Kuva 13). Sähkötalon käyttäjinä toimivat mm. sähkö- ja automaatioalan sekä tietoliikenne- ja tietotekniikan opiskelijat ja henkilökunta. Sähkötalossa on viisi kerrosta, jotka sisältävät teorialuokkia, työsaleja, varastotiloja, väestönsuojan, pukuhuonetiloja, sekä tauko- ja kokoustiloja. Bruttopinta-alaltaan rakennus on 8930 m². Valaistusta suunniteltaessa on käytetty apuna sisätyöpaikkojen valaistusstandardia SFS-EN 12461-1:2011. Kohteen sähkösuunnittelijana toimi AIRIX Talotekniikka ja sähköura-koitsijana Sähköpeko Oy. Valaistuksen käyttöönoton teki Helvar Oy.



KUVA 13. Sähkötalon julkisivu

Kohteen hankeaikataulun kulku on kuvattu kuvassa 14. Hankkeen suunnitteluvaiheessa pidettiin jo erittäin tärkeänä, että rakennuksen valaistuksesta saadaan suunniteltua mahdollisimman energiatehokas. Tähän päädyttiin vaikuttamaan suosimalla mahdollisimman paljon LED-teknologiaa. Tämä osoittautui kertainvestoinniltaan liian arvokkaaksi, joten toteutusvaiheessa valaistus kuitenkin päädyttiin toteuttamaan käyttämällä pääosin T5-loisteputkellisia valaisimia. Vaikka elinkaarikustannuksiltaan LED-valaisimet olisivat

tulleet edullisemmaksi, alkuinvestoinnit olisivat nousseet liikaa. Lisäksi tilojen valaistusta pyrittiin ohjaamaan käyttötarpeen mukaan käyttämällä liiketunnistimia. (Tredu sähkötalo/Hankesuunnitelma)






KUVA 14. Hankeaikataulu. (Tredu sähkötalo/Hankesuunnitelma, 2012, 21)

Toteutussuunnitteluvaiheessa Sähkötalon valaistus päätettiin toteuttaa suurimmalta osin Helvarin DALI-reititinjärjestelmän avulla. Poikkeuksena ovat ulkoseinien ja porraskuilujen valaistukset. Ulkoseinien valaistusta ohjataan valvonta-alakeskuksen kautta ja porraskuiluissa olevia valaisimia valaisimien omilla PIR-tunnistimilla. DALIa käyttämällä saatiin myös helposti toteutettua haluttu energiatehokas valaistus. Tarpeenmukainen valaistus toteutettiin käyttämällä liiketunnistimia ja vakiovaloantureita. Lisäksi saatiin mahdollisuus luoda tiloihin erilaisia valaistustilanteita. Järjestelmässä on suosittu paljon Helvarin 135W -painikkeita, eli 7-painikkeisia painonappiyhdistelmiä (Kuva 15), jotka mahdollistavat usean eri valaistustilanteen ohjauksen. Esiohjelmoidut valaistustilanteet aktivoituvat painonappeja painettaessa. Valaistustilanteiden tarkoituksena on valaista vain tarvittavaa osaa tilasta. Esimerkiksi videoprojektorin käyttäessä valkokankaan edustan valaistusta vähennetään, jotta heijastettu kuva näkyy tarkemmin.



KUVA 15. Helvarin 7 -painikkeinen painonappiyhdistelmä

Rakennusvaiheen aikana sähköurakoitsijalla oli käytettävissä valaistuksen osalta eri kerroksien pohjakuvat, joiden perusteella valaisin-, painike- ja tunnistinasennukset on tehty määrätuille paikoille. Sähköasennuksista kertovan pohjakuvan (Kuva 16) mukaan suunnittelija on osittain antanut sähköurakoitsijalle päätäntävällän käytettävistä liiketunnistimista.

 H5014 DALI-01	= LÄSNÄOLOTUNNISTIN PÄIVÄNVALOSÄÄDÖLLÄ JA VAKIOVALOANTURILLA ESIM. HELVAR MULTISENSORI 312 -UPPOASENTEINEN (ASENNETAAN KATTOON) -PINNALLE ASENNETTAVAT KÄYTETÄÄN SBB PINTA-ASENNUSKOTELOITA
 H5014 DALI-02	= LÄSNÄOLOTUNNISTIN KORKEISIN TILOIHIN ESIM. HELVAR MULTISENSORI 317 -UPPOASENTEINEN (ASENNETAAN KATTOON). -PINNALLE ASENNETTAVAT KÄYTETÄÄN SBB PINTA-ASENNUSKOTELOITA
 H5014 DALI-04	= LÄSNÄOLOTUNNISTIN ESIM. HELVAR MULTISENSORI 313 -UPPOASENTEINEN (ASENNETAAN KATTOON). -PINNALLE ASENNETTAVAT KÄYTETÄÄN SBB PINTA-ASENNUSKOTELOITA

KUVA 16. Tasopiirustuksen merkintäselitykset. (Sähköasennukset 1. kerros/Pohjapiirustus, 2013)

Urakoitsijalle kuitenkin annettiin päätäntävältä valita käytettävät liiketunnistimet. Valaisinasennuksista vastaavilla henkilöillä oli myös käytössään valaisinluettelo ja valaisinasennuksien periaatekuvat. Näiden lisäksi käytössä oli valaistuksen ohjausjärjestelmän järjestelmäkaavio, joka käyttöönottovaiheessa luovutettiin Helvarille ohjelmointia varten.

4.2 Haastattelu

Valaistuksen toiminnassa ilmenneiden epäkohtien selvittämiseksi tehtiin haastatteluita. Haastattelujen kohteeksi valittiin Tredun Sähkötalon henkilökunta. Haastattelu suoritettiin sähköpostiviestin välityksellä. Haastattelussa henkilökunnalta tiedusteltiin, millaisiin ongelmiin he ovat törmänneet kohteessa valaistuksen osalta. Lisäksi heiltä kysyttiin mielipiteitä, miten valaistuksen olisi heidän mielestään parempi toimia. Vain murto-osa haastateltavista vastasi viestiin. Tämän vuoksi haastattelun kohteeksi joutui suurimmaksi osaksi koulun sähköalan koulutuspäällikkö Vesa Helminen. Hän on ollut paljon tekemisissä muun henkilökunnan kanssa ja on näin ollen hyvin tietoinen valaistuksessa ilmenneistä ongelmista. Hänen kanssaan käytiin ongelmakohdat yksi kerrallaan läpi.

5 VALAISTUKSESSA JA VALAISTUKSEN OHJAUKSESSA HAVAITUT EPÄKOHDAT

Luvussa käsitellään valaistuksessa ja valaistuksen ohjauksessa havaittuja ongelmia ja käydään läpi, mitkä asiat vaikuttavat valaistuksen virheelliseen toimintaan ja miten järjestelmä saadaan muutettua toimivaksi. Lisäksi pyritään saamaan selville, mistä mahdolliset epäkohdat ovat saaneet alkunsa.

5.1 Katvealueet useissa eri tiloissa

Kahdessa tilassa oli ilmennyt ongelmia, jossa huoneen käyttäjä joutui kulkemaan kohtuuttoman pitkän matkan ennen valojen syttymistä. Työpajassa S1025 (Kuva 17) jouduttiin kävelemään huoneen perälle asti, ennen kuin mikroaaltosensori havaitsee liikkeen. Tilassa on tarvittava määrä liiketunnistimia valaistuksen tarpeenmukaiseen toimimiseen. Tiloihin jälkikäteen asennetut sähköasentajien käyttämät asennusseinät luovat tilaan katvealueen, jolloin tunnistimet eivät huomaa liikettä tilaan merkityllä kulkuväylällä. Tilan valaistuksen ohjausta suunniteltaessa suunnittelijat eivät ole olleet tietoisia tilaan tulevien asennusseiniä mallista. Pohjakuviin on piirretty asennusseiniä ääri viivat, mutta asennusseiniä päälle tuleva kattorakenne on jäänyt piirtämättä rakennuksen leikkauskuviin. Asennusseinät on kuitenkin jälkikäteen asennettu tilaajan toimesta, joten vastuu tarvittavista muutostöistä kuuluu tilaajalle. Ongelman olisi voinut välttää tiedottamalla arkkitehtia tilaan tulevista rakenteista ja niiden mitoista ja sijoitteluista.



KUVA 17. Yleisnäkymä työsali S1025

Valaistus saadaan tilassa toimimaan siirtämällä asennusseiniä niin, että tilassa olevien mikroaaltotunnistimien keilat havaitsevat liikkeen ajoissa. Tämä kuitenkin vaikuttaa työlläältä ja hankalalta toteuttaa, joten suositeltavaa on lisätä kulkuväylälle kaksi liiketunnistinta. Lisättäessä väylään uusia laitteita on varmistettava, ettei väylän virta tai laitelukumäärä nouse liikaa. Neljännen kerroksen työsalissa S4039 (Kuva 18) oli havaittu sama ongelma kuin ensimmäisen kerroksen S1025 tilassa. Tässä tilassa tunnistinta tulisi siirtää, tai ottaa pois kokonaan käytöstä, ettei se ala tekemään virrehavaintoja.



KUVA 18. Asennusseiniä yläpuoli. Työsali S4039

5.2 Valaistuksen tarpeeton syttyminen

Sähkötalon 1. kerroksessa sijaitsevilla muovi- ja kumiteollisuuden (S1019) ja metallityön (S1013) työsaleissa oli ilmennyt ongelmia, jossa valaistus syttyy itseksensä. Työsalien korkeudet ovat 5-6 metriä. Valaistus ohjautuu päälle ovilla sijaitsevissa painonapeista ja kattoon asennettujen korkean tilan liiketunnistimien avulla.

Ensimmäisenä epäilyn kohteena muovi- ja kumiteollisuuden työpajassa olivat liiketunnistimet, joista osa oli asennettu suunnitelmien mukaisesti ulkoseinän ikkunoiden viereen (Kuva 19). Yhtenä epäilyn kohteena oli ikkunan ulkopuolella tapahtuvasta liikkeestä syntyvät virhesytykset. Tästä ei kuitenkaan ollut kyse, koska infrapunailmaisilla ei tunnista

liikettä lasin läpi. Asennusteknisesti liiketunnistimien muutostyöt ovat jälkikäteen haastavia, koska tilat ovat täynnä suuria laitteita ja muuta opetuskalustoa. Tällöin tunnistimien siirtotyöhön vaadittaville rakennustelineille ei välttämättä löydy helposti tilaa pystytykseen. Liiketunnistimien herkkyyttä säädettiin pienemmälle, kuitenkin niin ettei se haitannut tilan käyttöä. Tämän jälkeen valaistuksen itsestään syttyminen loppui. Kummatkin isot työsalit vaativat runsaan ilmanvaihdon, joten todennäköisimmäksi syyksi jäi ilmanvaihto. Herkillä asetusarvoilla PIR-liiketunnistimet reagoivat ilmanvaihtoon.



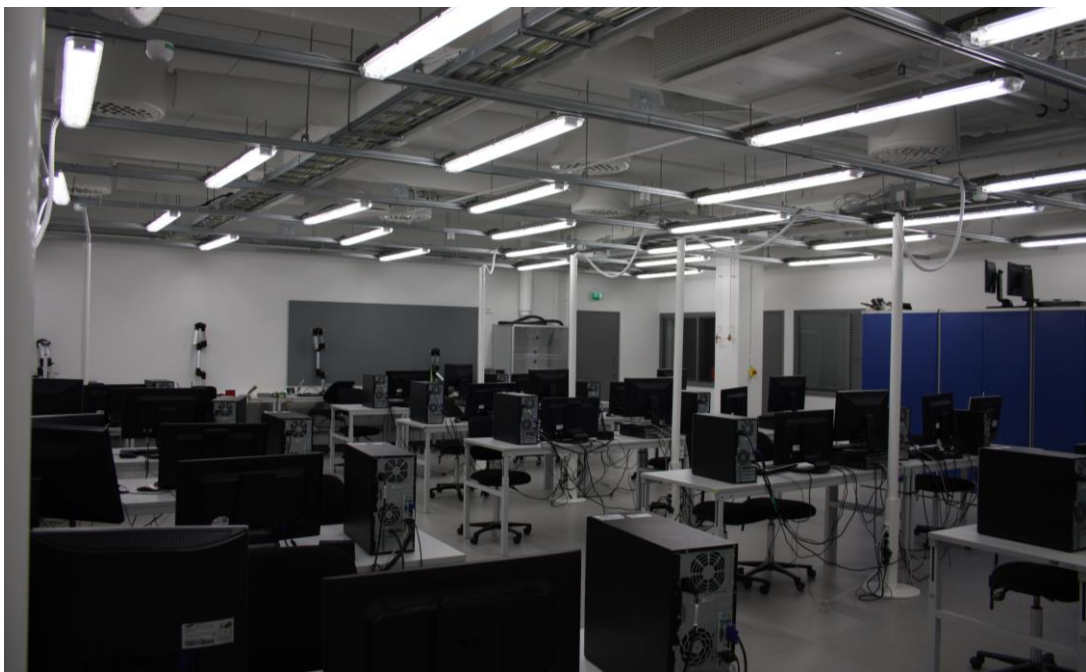
KUVA 19. Yleisnäkymä työsalin S1019

Haluttaessa pitää tunnistimien tunnistusherkyys ennallaan, olisi suunnitteluvaiheessa pitänyt ottaa ilmanvaihdon vaikutus huomioon. Korkeassa tilassa tunnistimien siirto voi kuitenkin olla hankalaa, joten jos herkkyyden vähentäminen ei aiheuta ongelmia normaaliin käyttöön, on se paras toimenpide ongelmaan. Ongelmalta olisi välttytty tekemällä valaistukselle toimivuustarkastelu, ennen käyttöönottoa, jonka jälkeen tunnistimet olisi sijoitettu uudelleen kauemmaksi ilmanvaihtokanavista. Tunnistimet on asennettu kuvan mukaisille paikoille, joten vastuu on suunnittelijan.

5.3 Valojen vilkkumien

Opinnäytetyön edetessä järjestelmässä havaittiin useita tiloja, joissa valaistus ei sammunut ollenkaan liikkeen loppuessa. Esimerkkinä näistä tiloista 4. kerroksen tietokonetekniikan työsalin S4012 (Kuva 20). Tilasta lähdettäessä järjestelmä havaitsi läsnäolon puuttuvan. Ennalta asetetun ajan jälkeen valaistus putosi himmeämmälle tasolle, mutta saman tien nousi täydelle valaistusvoimakkuudelle. Kyseisestä ongelmasta oltiin yhteydessä myös Helvarin Miikka Etelälahteen. Hän epäili ongelman olevan tietokannassa. Valoja vilkuttavien tilojen tietokannat tarkastettiin, mutta niistä ei löytynyt poikkeuksia verrattuna toimiviin tiloihin.

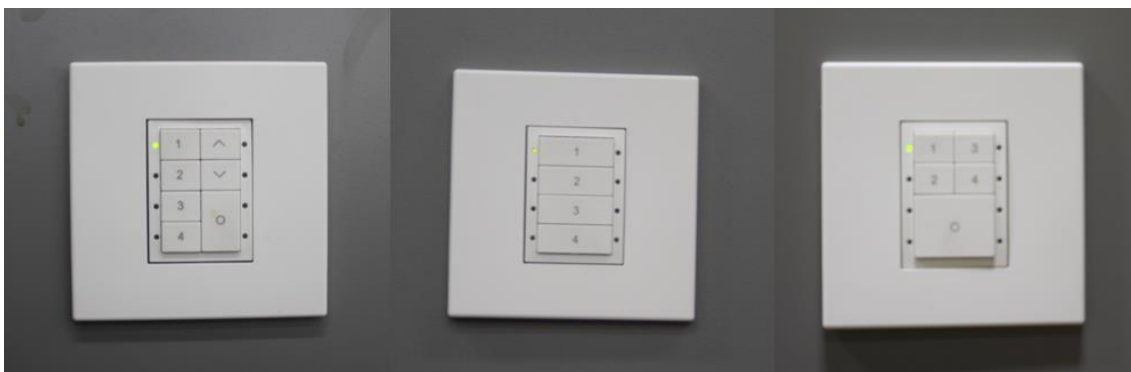
Ongelma saatiin ratkaistua testaamalla valaistuksen toiminta yksi mikroaaltotunnistin kerrallaan, poistamalla muut tunnistimet ohjattavasta ryhmästä. Tällöin havaittiin, että yksittäiset mikroaaltotunnistimet aiheuttivat valojen uudelleensyttymisen heti himmennysvaiheen jälkeen. Kyseisiin tunnistimiin ei näyttänyt vaikuttavan mitkään ulkopuoliset häiriötekijät. Tämän tyyppisiin ongelmiin haettiin ratkaisua vaihtamalla kyseinen tunnistin samanlaiseen uuteen. Tämän jälkeen järjestelmä alkoi toimia halutulla tavalla. Kyseinen vikatilanne oli syntynyt opinnäytetyön aikana, koska vika oli jatkuva, eikä sitä oltu havaittu ennen työn aloittamista. Kohteeseen ei ole tehty valaistuksen osalta kuitenkaan myöskään toimintatestauksia, joista olisi tehty kirjalliset dokumentit tilaajalle. Sähköura-koitsijan tulee vaihtaa viallinen tunnistin takuuajana uuteen.



KUVA 20. Yleisnäkymä työsalin S4012

5.4 Käytön opastus

Tilojen käyttäjillä on ollut myös ongelmia painikkeiden kanssa. Tiloihin asennetuissa painikkeissa (Kuva 21) ei ole minkäänlaista opastusta, eikä henkilökunta ole saanut käytönopastusta koskien järjestelmää. Lisäksi useammat eri painikemallit sekoittivat tilannetta entisestään. Vaikka tilojen varsinaiset käyttäjät oppisivatkin käyttämään yhdistelmiä, niin ulkopuolisilla luennoitsijoilla ja vieraililla tulee kuitenkin olemaan ongelmia valaistuksen säätämisessä.



KUVA 21. Helvarin DALI -painikkeita eri tiloissa ilman opastekilpiä

Valtaosa käyttäjistä saa ensikosketuksensa DALIin Sähkötalossa, joten käytönopastus on tärkeää. Suositeltavaa olisi myös suosia jotain tiettyä painonappimallia käytettävyyden helpottamiseksi. Hintatasoltaan erimalliset painonapit eivät juurikaan eroa toisistaan. Joka tapauksessa painonappien rinnalle tulee asentaa kilpi, joka kertoo napeista tapahtuvat toimenpiteet. Opastekilvissä tulee kertoa, minkälainen valaistustilanne kustakin napista syntyy.

DALI-järjestelmän järjestelmäkaaviossa (Liite 2) mainitaan (Kuva 22), että tällainen opastekilpi tulee olla jokaisessa painonappiyhdistelmässä. Lisäksi järjestelmäkaaviossa kerrotaan, että järjestelmälle tulee kolmen kuukauden kuluessa vastaanotosta tehdä toimivuuskatsastelu. Katsastelussa tulisi kysellä tilojen käyttäjien mielipiteitä valaistuksen toiminnasta ja tämän jälkeen säätää valaistuksen toimintaa toimivammaksi. Toimivuustarkastelua ei kuitenkaan ole vielä pidetty, vaikka vastaanotosta on kulunut jo yli vuosi. Opastekilpien asennus ja toimivuustarkastelun teettäminen on valaistuksen ohjausjärjes-

telmän järjestelmäkaavion mukaan kuulunut sähköurakoitsijalle. Valvoja on tehnyt virheen hyväksyessään puutteellisen työsuorituksen. Sähköurakoitsija on kuitenkin velvollinen korjaamaan puutteet takuuajana.

VALAISINPAINIKKEET VARUSTETAAN RUUVIKIINNITTEISELLÄ KIRKKAALLA MUOVIKILVELLÄ JONKA TAAKSE ASETETAAN LAMINOITUMERKINTÄKILPEEN. KILVENPOHJA VALKOINEN, TEKSTI MUSTA. KIRJAINKORKEUS YLEISTEKSTI 15,0mm(ESIM. VALAISTUKSEN OHJAUS) JA OHJATTAVAN VALAISINRYHMÄN KIRJAIN 3,5mm (ESIM. YLEISVALAISTUS). LAMINOITUUN MERKINTÄKILPEEN MERKITÄÄN PAINIKKEIDEN OHJAAMAN VALAISTUSTILANTEEN NIMI TAI HIMMENYSSÄÄTÖ NUOLELLA YLÖS JA ALAS. KIRKASMUOVIKILPI KIINNITETÄÄN LAMINOITUMERKINTÄKILVENPÄÄLLE. KIRKASMUOVIKILPI KIINNITETÄÄN RUUVUEILLA. KILPI ASENNETAAN VALAISTUSPAINONAPIN TAI PAINONAPPIRYHMÄN YLÄPUOLLE TAI VEIREEN. KILPI MALLI JA ESITYSTAPA HYVÄKSYTETTÄÄN TILAAJALLA, ENNEN KILPIEN TILAUSTA. PAINIKKEIDEN TILANNEOHJAUKSIEN NIMET HYVÄKSYTETÄÄN TILAAJALLA.

KUVA 22. Kuvakaappaus DALIn järjestelmäkaaviosta. (Valaistuksen ohjausjärjestelmä/Järjestelmäkaavio, 2013)

5.5 Hälytystila-DALI -integraatio

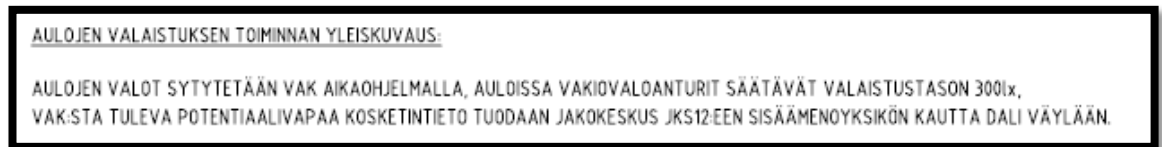
Tutkittaessa DALI-järjestelmän tietokantaa Designer-ohjelmistolla, huomattiin Routing entries -välilehdellä (Kuva 23) hälytyslinkityksiä. Linkityksille ei kuitenkaan löytynyt tietokannasta mitään niitä ohjaavaa laitetta/komentoa. Asiasta oltiin yhteydessä Helvarin Miikka Etelälahteen. Hänen mielestään valvonta-alakeskukselta pitäisi tulla hätätilanteessa ohjaus hälytyslinkeille, ja ohjauksen tullessa järjestelmä ohjaa suurimman osan valaistuksesta tietylle tasolle hälytyslinkityksien avulla.

Routing Entries					
Startup	Description +	Trigger	Action	Condition	State
	Linkki HÄLY => 501 1,5 krs	When Group 10000	Group Link to Group 501 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => 502 2,5 krs	When Group 10000	Group Link to Group 502 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => 503 Aulan riippuvalot	When Group 10000	Group Link to Group 503 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => 504 3,5krs	When Group 10000	Group Link to Group 504 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1002 TK	When Group 10000	Group Link to Group 102 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1003 Opisk Työ ja olesk.	When Group 10000	Group Link to Group 103 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1004 Sähkötekniikka	When Group 10000	Group Link to Group 104 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1005 Neuvottelu	When Group 10000	Group Link to Group 105 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1011 Kalustotila	When Group 10000	Group Link to Group 111 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1013 Metallityö	When Group 10000	Group Link to Group 113 after 00:00:00.50	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1017 Th.Opet	When Group 10000	Group Link to Group 117 after 00:00:01.00	Always	Inactive
	Linkki HÄLY => S1018 Luokka Tietotek.	When Group 10000	Group Link to Group 118 after 00:00:01.00	Always	Inactive

KUVA 23. Routing entries -välilehden hälytyslinkit.

Sähkötalon ensimmäisen kerroksen jakokeskukseen on asennettu DALI-sisäänmenoyksikkö, johon on kytketty kosketintieto valvonta-alakeskukselta. Yksikköä ei ole kuitenkaan kytketty DALI-väylään. Tutkittaessa keskuksen piirikaavioita tarkemmin selvisi, ettei sisäänmenoyksikön ja reititinjärjestelmän välistä johdotusta ole merkitty keskuksen

piirikaavioihin (Liite 1). Lisäksi piirikaavioon oli merkitty sisäänmenoyksikölle tulevan 230 V sähkösyöttö vaikka sitä ei tarvita, koska yksikkö saa tarvitsemansa 50 mA virran suoraan DALI-väylästä. Valaistuksen ohjausjärjestelmän järjestelmäkaaviossa (Kuva 24) mainitaan, että käytävien valaistus sytytetään valvonta-alakeskuksen kautta aikaohjelmalla. Alun perin kosketintiedon luultiin liittyvän hälytystila-DALI -integraatioon, mutta se olikin tarkoitettu aulavalauksen ohjaukseen.



KUVA 24. Valvonta-alakeskukselta tulevan kosketintiedon vaikutus valaistuksen toimintaan. (Valaistuksen ohjausjärjestelmä/Järjestelmäkaavio, 2013)

Tämä ohjaus on tehty tuomalla alakeskukselta potentiaalivapaa kosketintieto jakokeskus JKS12:ssa olevaan sisäänmenoyksikköön, jolloin reititinjärjestelmä saa tiedon ohjauksesta. Tämä ominaisuus on kuitenkin jätetty käyttämättä, koska valaistuksen ohjausjärjestelmään on pystytty itse määrittelemään ajastetut käytävävalaistuksen ohjaukset. Tämän takia kosketintieto on jätetty merkitsemättä piirikaavioon.

Hälytystilanne-ongelmasta ei haastatteluissa ollut puhetta, koska haastateltavat eivät olleet tietoisia tällaisesta ominaisuudesta. Jos tällainen hälytystilanneominaisuus päätetään käyttöönotto vaiheen jälkeen tehdä järjestelmään, on tärkeää, että valaistuksen ohjelmoija dokumentoi asia johonkin. Tämä tulisi liittää valaistuksen toiminnasta kertovaan raporttiin, ja siitä tulisi selvittää tilat, joita ohjaus koskee ja mitä fyysisiä ja ohjelmallisia muutoksia tämä vaatisi. Suunnittelijan tulee lisäksi päivittää järjestelmäkaavio paikkansa pitäväksi. Järjestelmämuutokset on haastava toteuttaa, jos kohteen dokumentit eivät ole ajan tasalla.

5.6 Pienempiä epäkohtia valaistuksenohjauksessa

Suurempien ongelmien lisäksi järjestelmästä löytyi pienempiä yksittäisiä ongelmia, joita käsitellään tässä luvussa.

5.6.1 Ohjelmointivirheet

Yhdessä toimistohuoneessa oli ilmennyt valojen päälle jäämisiä tilasta poistuttaessa, eivätkä ne pitemmäkään ajan päästä olleet sammuneet. Sammutus jouduttiin tekemään manuaalisesti painonappien avulla. Tilan liiketunnistimet kuitenkin reagoivat tilaan tultaessa ja sytyttivät valaistuksen. Tietokantaa tarkasteltaessa selvisi, ettei tilassa oleville liiketunnistimille oltu annettu tehtäväksi reagoida poissaoloon (Kuva 25). Valaistus saadaan tilassa sammumaan vain sammuttamalla ne manuaalisesti painonappiyhdistelmästä. DALI-järjestelmän käyttöönottovaiheessa on tapahtunut virhe, koska järjestelmäkaavion mukaan tilan valaistuksen pitää sammua asetetun ajan jälkeen liikkeen loppumisesta. Ongelma saatiin korjattua määrittämällä liikkeentunnistusasetukset Designerilla oikein. Tämä ongelma olisi vältetty ohjelmoinnin jälkeisellä toimivuustarkastelulla. Muutostyön jälkeen valaistus himmenee normaalisti 10 minuutin kuluttua liikkeen loppumisesta ja sammuu täysin 5 minuutin jälkeen. Muutostyö olisi kuitenkin kuulunut takuuaikana valaistuksen käyttöönottajalle.

Fade Times	
On Fade Time	2 secs
Transition Fade Time	2 secs
Off Fade Time	2 secs
Light Level Inhibits	
On Inhibit Level	200
Hold-on Inhibit Level	200
Presence And Absence Checking	
Presence Checking from OFF	Always
Absence Checking from ON	Always
Scene 1 Absence Checking	<input type="checkbox"/>
Scene 2 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 3 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 4 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 5 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 6 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 7 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 8 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 9 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 10 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 11 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 12 Absence Checking	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 15 Presence Checking from OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
Scene 16 Presence Checking from OFF	<input checked="" type="checkbox"/>

Kuva 25. Ryhmän liikkeentunnistusasetukset tilassa S2040

5.6.2 Tunnistinvalinnat

Useiden luokka- ja neuvottelutilojen kohdalla on ilmennyt ongelma, jossa tiloihin syttyvät valot ilman että tilaan mennään. Tämä johtuu siitä, että tilojen mikroaaltotunnistimet on asennettu liian lähelle kulkuovea. Useissa näitä ongelmia sisältävissä tiloissa käyntiovea ympäröi lasi-ikkunoita (Kuva 26), joiden läpi mikroaaltotunnistimet tunnistavat liikkeen. Tämä olisi mahdollista välttää sijoittamalla mikroaaltotunnistimet kauemmaksi ovesta tai vähentämällä tunnistimien herkkyyttä. Tilasta riippuen tulee myös pohtia mahdollisuutta, jossa mikroaaltotunnistimet korvattaisiin PIR-tunnistimilla.



KUVA 26. Ovea ympäröivät lasi-ikkunat tilassa S1004

Liiketunnistimet on asennettu tilaan suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi tilaan on ehdotettu käytettäväksi multisensori 313 -tunnistimia. Tällaisia tunnistimia ei kuitenkaan ole olemassa, koska multisensori tunnistimen tunnus on 312 ja mikroaaltotunnistimen 313. Urakoitsijan tulisi asennusvaiheessa todeta tunnistimien soveltuvuus kyseiseen tilaan, koska suunnitelmissa ei ole annettu tarkkoja tunnistinmalleja. Tällaisessa tilanteessa vastuu siirtyy sähköurakoitsijalle, koska hän on valinnut tilaan sinne sopimattoman tunnistimen. Ongelmalta olisi välttyttyä tiedostamalla tarkemmin tunnistimien soveltuvuus tiloihin ja

tekemällä tiloihin toimivuustarkastelu jälkikäteen. Takuuajan aikana urakoitsija on velvollinen vaihtamaan mikroaaltotunnistimen PIR-tunnistimeen, jolloin tällaista ongelmatilannetta ei synny.

Kuvassa 27 on esimerkkinä esitetty rakennuksen keskusvarasto, jossa liiketunnistimina on käytetty pelkkiä mikroaaltotunnistimia. Ongelmana tilassa oli lähes jatkuvasti päällä oleva valaistus. Keskusvaraston tyylisessä kohteessa olisi jälleen suotavaa käyttää PIR-tunnistimia. Mikroaaltotunnistimet reagoivat herkemmin liikkeeseen kuin PIR-tunnistimet. Henkilön tullessa varastohyllyille PIR-tunnistin havaitsee hänet yhtä tehokkaasti, ilman rakenteiden läpi aiheutuvia liikkeen tunnistuksia. Mikroaaltotunnistimien käyttökohteeksi soveltuisi paremmin tila, jossa tilan käyttäjät olisivat pitempiä aikoja paikallaan. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi tietokonehuoneet. Tällöinkin mikroaaltotunnistimien määrän kanssa tulisi olla tarkkana. Tällöin saadaan minimoitua muusta, kuin ihmisen liikkeestä aiheutuvat valaistuksen syttymiset. Keskusvaraston vian lähteenä havaittiin kuitenkin olevan vain viallinen mikroaaltotunnistin, joka aisti tilassa jatkuvasti liikettä vaikka siellä ei ollut ketään. Tunnistin poistettiin opinnäytetyön aikana ohjaavasta ryhmästä, jolloin valaistus alkoi toimia tarkoitetulla tavalla. Uutta tunnistinta ei vielä kuitenkaan asennettu paikalleen, koska laajan havainnointialueensa ansiosta viereiset mikroaaltotunnistimet havaitsivat vielä liikkeen rikkinäisen tunnistimen alapuolelta. Sähköurakoitsijan tulee vaihtaa viallinen tunnistin takuuajana uuteen.



KUVA 27. Keskusvarasto S2043

5.7 Yhteenveto

Suurin osa valaistuksen ohjauksen ongelmista ja epäkohdista ilmeni valaistuksen turhana päällä olona. Tällöin ei saavuteta tarpeenmukaista valaistusta, vaikka valaistuksen ohjausjärjestelmällä pyritään siihen. Myös haastateltavat henkilöt pitivät suurena ongelmana sitä, että valaistus paloi jatkuvasti. Valaistusjärjestelmän asennuksen ja käyttöönoton jälkeisellä toimivuustarkastelulla päästäisiin heti suoritetun työn jälkeen vaikuttamaan havaittuihin ongelmiin. Jälkikäteen selvitystyön tekeminen vie aikaa, koska käyttäjiä joudutaan haastattelemaan, jotta saadaan kattava käsitys valaistuksen toiminnasta ja puutteista. Lisäksi korjauksia joudutaan todennäköisesti tekemään osittain tilojen normaalina käyttöaikana, joten tiloihin tehtävistä muutostöistä tulee sopia sen hetkisen tilan käyttäjän kanssa.

Opinnäytetyön käsittelemistä ongelmista suurin osa saatiin korjattua jo opinnäytetyön aikana. Dokumenttien päivitykset, kuten sisäänmenoyksikön piirikaavio ja painonappien opastekilvet jäivät kuitenkin tekemättä. Vikalistaan (Liite 3) on kirjattu kaikki havaitut viat ja korjaus- ja toimenpide-ehdotukset, vaikka ne olisi jo korjattu opinnäytetyön aikana. Vaikka opastekilvet puuttuvat, ovat käyttäjät jo pääosin tottuneet painonappien käyttöön ja oppineet painonappien toiminnan.

6 POHDINTA

Työn aiheena oli Tredun Sähkötalon valaistusongelmien korjaus- ja toimenpide-ehdotukset. Ongelmakohtien listaukseen haastateltiin tilojen käyttäjiä. Työn aikana saatiin tehtyä lista (Liite 3), josta selviää viallisien tilojen lisäksi ongelmamuodot ja ehdotus jatkotoimenpiteistä. Valaistus on uudiskohteessa toiminut puutteellisesti, joten listauksen avulla saatiin todennettua kenen vastuulla viat ovat. Vastuussa olevat tahot on kirjattu opinnäytetyöhön.

Työn alussa ohjaavan opettajan kanssa sovittiin, ettei työ tulisi sisältämään muutostöitä, vaan keskittyisi vikojen analysointiin. Järjestelmään tehtiin kuitenkin opinnäytetyön aikana useita toimilaitte- ja ohjelmointimuutoksia. Tähän yksi syy on se, että joidenkin vikakohtien tutkiminen vaati muutoksien tekemistä ja tämän jälkeen toimivuuden uudelleen tarkastelua.

Työn lopputuloksena saatiin tehtyä taulukko tilakohtaisista ongelmista ja toimenpide-ehdotuksista. Taulukkoa voidaan käyttää hyväksi myös uusien kohteiden valaistussuunnittelussa, jos ongelmakuvaukset vaikuttavat samoilta. Lisäksi hankkeeseen osallistunutta henkilökuntaa tiedotettiin opinnäytetyön aikaisista havainnoista, jotka koskivat painikkeiden opastekylttejä ja vastaanoton jälkeistä pitämätöntä toimivuustarkastelua.

LÄHTEET

DALI -manual 2001. Luettu 2/2016.

http://www.dali-ag.org/fileadmin/user_upload/pdf/news-service/brochures/DALI_Manual_engl.pdf

DALI-repeater, Application Guide. Luettu 3/2016.

http://www.helvar.com/sites/default/files/product_datasheets/Application%20Guide%20-%20DALI%20Repeater_FINALv2.pdf

Helvar, Datalehti DIGIDIM multisensori 313. Luettu 1/2016.

http://www.helvar.com/sites/default/files/product_datasheets/313_MW_Detector_datasheet_iss05_FI.pdf

Helvar, Datalehti 942 Sisäänmenoyksikkö. Luettu 2/2016.

http://helvar.fi/sites/default/files/product_datasheets/942_datasheet_fi.pdf

Helvar, Datalehti 303 DIGIDIM Infrared Remote Control. Luettu 4/2015.

http://www.lightmoves.com.au/downloads/Documentation/Helvar/303_Remote%20control_datasheet_iss03.pdf

Helvar, Järjestelmäsensorit. Luettu 5/2016.

<http://www.helvar.fi/products/lighting-control-sensors>

Helvar, Reititinjärjestelmät. Luettu 3/2016.

http://www.helvar.com/sites/default/files/RouterSystems_web_FI.pdf

Jakokeskus JKS12, piirikaaviot. (Tredu/Sähkötalo). Luettu 2/2016.

Kallioharju, K. 2015. DALI-koulutus. Luettu 11/2015

Kankainen, J & Junnonen J-M. 2015. Rakennuttaminen. Rakennustieto. Luettu 2/2016.

Valaistuksen ohjausjärjestelmä, DALI väylä, järjestelmäkaavio (Tredu/Sähkötalo). Luettu 2/2016.

Sopimussuhteet. Luettu 2/2015.

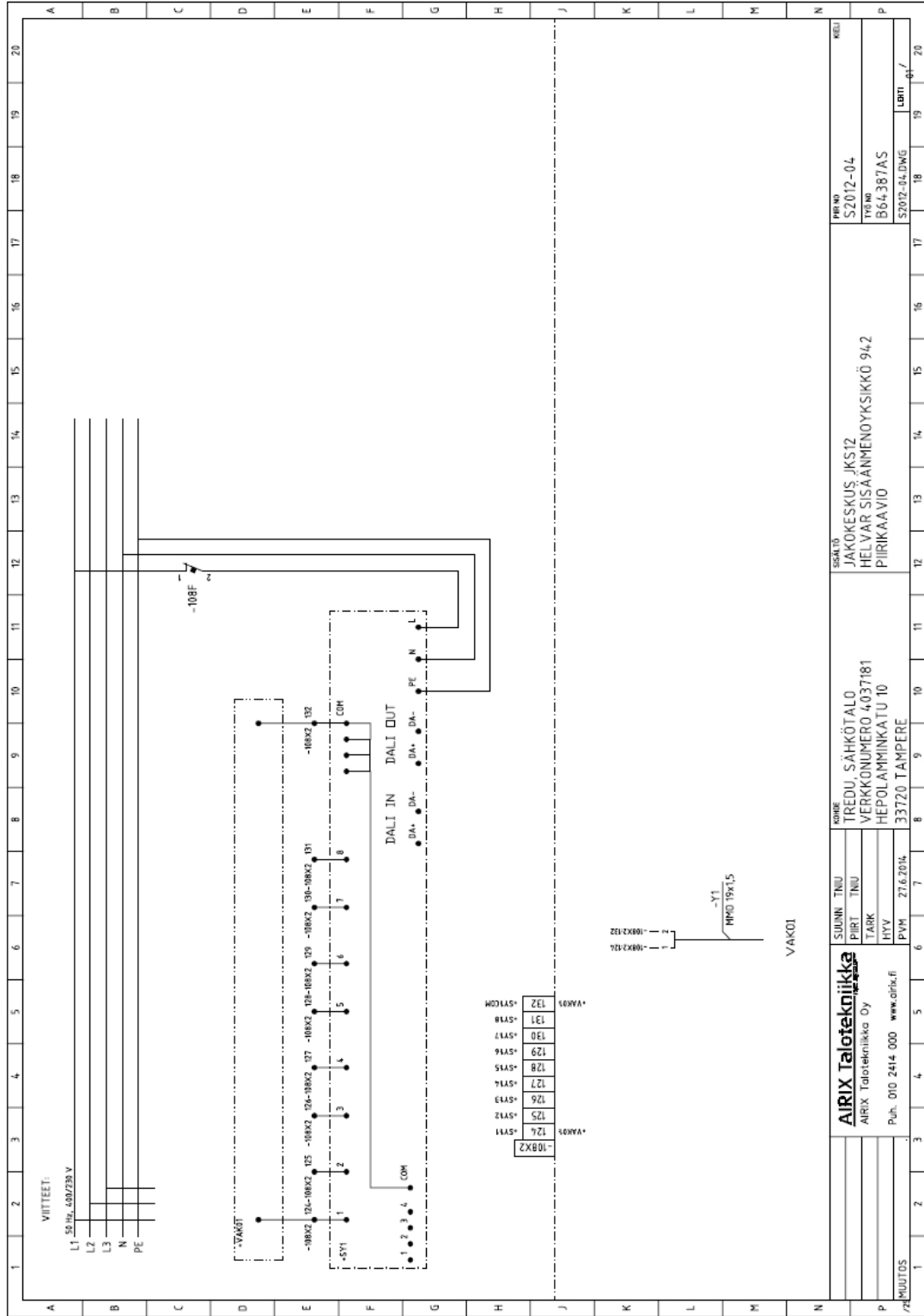
http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/Sopimussuhteet%20/

ST 41.06, Valaistussuunnittelun tehtäväluettelo VAL12. Luettu 5/2016

TAO Sähkötalo hankesuunnitelma. Luettu 1/2016.

LIITTEET

Liite 1. DALI piirikaavio, Sisäänmenoyksikkö 942



Liite 2. DALI-järjestelmäkaavio

<p><u>TREDU, SÄHKÖTALO VALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄ:</u></p> <p>RAKENNUKSESSA KÄYTETÄÄN VALAISTUKSEN OHJAUKSESSA DALI-VALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄÄ.</p> <p>YLESESTI LUOKKIEEN JA MONITOIMILUOKIEN VALAISTUSTA OHJATAAN TLAKOHTAISILLA PAINIKKEILLA JA LÄSNÄOLUUNNISTIMILLA. YLESESTIKÄYTTÄVIEN, YLEISENTILOIEN, AULOIEN VALAISTUSTA OHJATAAN AIRAOHJAUKSILLA RAKENNUSAUTOMAATIOSTA SEKA TLAKOHTAISILLA LÄSNÄOLUUNNISTIMILLA.</p> <p>HUONEILOIEN TLAKOHTAISIA TARKEMMAT OHJAUKSET ON ESITETTY KAUVIOSSA.</p> <p>HUONEILOIEN DALI-OHJAUSJÄRJESTELMÄÄN LIITETTÄVÄT VALAISIMET VARUSTETAAN DALI-LITÄNTÄLÄITTEILLÄ.</p> <p>DALI-LITÄNTÄLÄITTEET ON VARUSTETTAVA VALAISIMEN KORONAISTOHDARVOLLA, JOKA ON VOITAVA LUKEA DALI-JÄRJESTELMÄÄN VALAISIMEN DALI-LITÄNTÄLÄITTEENÄ KÄYTETTÄVÄN SAMAN VALMISTAJAN LITÄNTÄLÄITTEITÄ KUIN VALAISTUKSEN OHJAUKSESSA KÄYTETTÄVIEN OHJAUSLAITTEIDEN VALAISIMEN TYYPI JA LAITEMÄÄRITYKSET ON ESITETTY VALAISINLUETTELOSSA S4000.</p> <p>KAIKKIEN DALI-OHJAUSJÄRJESTELMÄÄN LIITETTÄVIEN TILOIEN VALAISTUKSEN HINNENYYSÄÄDÖT / PÄIVÄVALOSÄÄDÖT HINNOSÄÄDÖTÄÄN KÄYTTÖOHJAIMIENSA.</p> <p>SULLE KULUVAT JÄRJESTELMÄN KAIKKIEN KOMPONENTTIEEN HANKINTA, KAAPELOINTI, URAKKAAN SISÄLTYY KOKO JÄRJESTELMÄN TÖMITYS LAITTEINEEN, ASENUKSIINEEN, KAAPELOINTINEEN, KYTKENTÖINEEN, OHJELMOINTITÄLLUKKONEN OHJAUSMATERIALUKUNAKONA), KAAPELOINTITÄLLUKKONEN, KYTKENTÄTÄLLUKKONEN, LAITTEIDEN MERKINTÖINEEN JA OHJELMOINTINEEN VIIMEISTELTYÄ KÄYTTÖKUNTOON SAATETTUNA.</p> <p>SU LAATII HUONEILOISTA HUONEKOHTAISEN OHJELMOINTITÄLLUKON, JOSTA ILMENE:</p> <ul style="list-style-type: none"> -TILA, JOSSA TOIMILAITTE SIJAITSEE. -TOIMILAITTEEN TUNNUS -TOIMINTA, IL YHYT SAMALLINEN SELITYS TOIMINNASTA). -OHJAAVAT LAITTEET. <p>HUONEILAN DALI-VÄYLÄÄN LIITETTÄVÄT LAITTEET MERKITÄÄN PYSYVÄLLÄ MERKINTÄKILVÄLLÄ.</p> <p>JOSTA ILMENE TOIMILAITTEEN TUNNUS, VALAISIMEN TUNNUSKILPIN MERKITÄÄN LITÄNTÄLÄITTEIDEN TUNNUKSET.</p> <p>VALAISINPAINIKKEET VARUSTETAAN RUUVIKINNITTEISELLÄ KIRKKAALLA HUOKYKVELLÄ, JOKA TAAKSE ASETTETAAN LAMINOITUMERKINTÄKILPIEN KILVENPÖHJÄ VALKOISEN, TEKSTI MUSTA, KIRJAINKORKEUS YLEISTEKSTI 5,0mm/ESIM. VALAISTUKSEN OHJAUS) JA OHJAITTAVAN VALAISIN RYHMÄN KIRJAIN 3,5mm (ESIM. YLEISVALAISTUS). LAMINOITUIHUN MERKINTÄKILPIEN MERKITÄÄN PAINIKKEIDEN OHJAAVAN VALAISTUSILÄN NIMI TAI HINNENYYSÄÄTÖ NIMELLÄ YLÖS JA ALAS. KIRKASHUOKYKVELPI KINNITETÄÄN LAMINOITUMERKINTÄKILVENPÄÄLE. KIRKASHUOKYKVELPI KINNITETÄÄN RUUVIVÄLLE, KILPI ASENETAAN VALAISTUSPAINIKKOPIN TAI PAINONAPPIRYHMÄN YLÄPUOLELLE TAI VEREEN.</p> <p>KILPI MALLI JA ESITYSTAPA HYVÄKSYTTÄÄN TILAAJALLA, ENEN KILPEN TILASTA.</p> <p>PAINIKKEIDEN TILANOHJAUKSENNIET HYVÄKSYTTÄÄN TILAAJALLA.</p>	<p>URAKKAAN SEALLYTETÄÄN TILOIEN VALAISTUKSEN TOIMINNAI TARKENNETAAN JA UUDELEEN OHJELMOIDAAN KÄYTTÄVIEN KOMMENTIEN JA KÄYTTÖOHJEIKSIEN MIUKAAN KOLMEN KLUUKAIDEN PÄÄSTÄ KÄYTTÖOHJOTOISTA. URAKOITSIJAN ASETTAAN KÄYTTÄVIEN KOMMENTIEN JA KÄYTTÖOHJEIKSIEN KÄYTTÖSSÄ ESILLE TULLEET TOIMINTOJEN JA ASETELUSÄÄTÖJEN MUUTOKSET SEKA OHJELMOI HUONEILOIEN SAADOT OHJEISTUKSEN MIUKAISESTI.</p>	<p>DALI-VÄYLÄ VIEDÄÄN VALAISIMILLE MMJ-KAAPELILLA MMJ 2x15N. KENTTÄLAITTEET (OHJAUSPAINIKKEET) KAAPELOIDAAN MMJ 2x15N -KAAPELILLA. DALI-VÄYLÄN HAARJOIEN YHTEENASKETTU MAX. YHTEISPITUUS 300 m.</p> <p>KENTTÄLAITTEIDEN JA VALAISIMEN SIJAINNIT JA MÄÄRÄT ON ESITETTY TASOKUVAUSSA.</p>	<p>KUVIUS ON ESITETTY LAITTEIDEN ESIMERKKITYYPPI TOIMINNALLISEN OHJAUSKOKSIEN MÄÄRITÄMISEKSI. MUIDEN VALMISTAJIEN TOIMINNALLISILTA OHJAUSKOKSILTAAN VASTAAVAT TUOTTEET HYVÄKSYTÄÄN ENNEN LAITTEIDEN HANKINTAA URAKOITSIA VARMISTAA JÄRJESTELMÄÄ KAIKKIEN LAITTEIDEN YHTEENSOPIVUUDEN.</p>	<p>VALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄ DALI VÄYLÄ JÄRJESTELMÄKAAVIO</p>	<p>OSALIS</p> <p>VALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄ DALI VÄYLÄ JÄRJESTELMÄKAAVIO</p>	<p>MODE</p> <p>TREDU SÄHKÖTALO VERKKONUMERO 4037181 HEPOLAMMINKATU 10 33720 TAMPERE</p>	<p>NUMERO</p> <p>UPPURIIRUSTUS</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>	<p>SIUNNITTELU</p> <p>PIVI</p>
--	---	---	---	--	--	---	------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

LOPPUPIIRUSTUS 19.12.2014



Peikko Oy
 Puh. 010 241000 www.pekko.fi
 33500 Tampere
 Fax 03-356 2508

AIRIX Talotekniikka
 AIRIX Talotekniikka Oy
 Puh. 010 241000 www.airix.fi

TOMISTOJUONE VALAISTUSOHJAUKSEN PERIAATE- JA ESIMERKKAAPPELOINTI:

ESIMERKKAAPPELOINTI:

- SU-1: SU-1 (VALAISTUSOHJAIN)
- M1: M1 (OHJAUSSÄÄTTÖ)
- M2: M2 (OHJAUSSÄÄTTÖ)
- M3: M3 (OHJAUSSÄÄTTÖ)

OHJAUSSÄÄTTÖ

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

VALAISTUSOHJAIN

- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN

OHJAUSSÄÄTTÖ

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

OHJAUSSÄÄTTÖ

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP		SAHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	VALIUTTO PVM 16.3.2013 TRUP
SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP		SAHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	VALIUTTO PVM 16.3.2013 TRUP
SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP		SAHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	VALIUTTO PVM 16.3.2013 TRUP
SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP		SAHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	VALIUTTO PVM 16.3.2013 TRUP
SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP		SAHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	VALIUTTO PVM 16.3.2013 TRUP
SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP		SAHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	SÄHKÖ PVM 16.3.2013 TRUP	VALIUTTO PVM 16.3.2013 TRUP

AIRIX Talotekniikka
AIRIX Tekniikka Oy
Puh. 010-214020 www.airix.fi

PAINIKE 1
ON

PAINIKE 2
OFF

PAINIKE 3
<

PAINIKE 4
>

OHJAUSSÄÄTTÖN TAI KALUSTEEN PÄTELYKÄSEN VIEREEN MERKITÄÄ OHJEISET TUUNNUKSET

TUUNNUS: VALAISTUSOHJAUKSEN PERIAATE- JA ESIMERKKAAPPELOINTI

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

VALAISTUSOHJAIN:

- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

VALAISTUSOHJAIN:

- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN
- VALAISTUSOHJAIN

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

OHJAUSSÄÄTTÖ:

- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ
- OHJAUSSÄÄTTÖ

Liite 3. Listaus vikakohteista, sekä niiden toimenpide-ehdotuksista

Kohde	Ongelma	Toimenpide-ehdotus
S1019	Valaistus palaa ilman läsnäoloa	Herkkyyttä pienentämällä saadaan minimoitua valaistuksen tahaton syttyminen.
S1013	Valaistus palaa ilman läsnäoloa	Herkkyyttä pienentämällä saadaan minimoitua valaistuksen tahaton syttyminen.
S1025	Tunnistimet eivät reagoi liikkeeseen	Varmistetaan, että tunnistimet pystyvät havaitsemaan liikkeen halutuilta alueilta. Tarvittaessa tunnistimia tulee siirtää/lisätä.
S4039	Tunnistimet eivät reagoi liikkeeseen	Varmistetaan, että tunnistimet pystyvät havaitsemaan liikkeen halutuilta alueilta. Tarvittaessa tunnistimia tulee siirtää/lisätä.
S1004	Valaistu syttyy ilman läsnäoloa	Vaihdetaan tilassa olevien tunnistimien tyyppiä PIR-tunnistimiin, jolloin mahdolliset seinien läpi tapahtuvat virheliikehavainnot loppuvat.
S2040	Valaistus syttyy tilaan mennessä, mutta jää kuitenkin palamaan lähdetäessä.	Valaistusryhmän ohjausparametreja tulee muuttaa
Koko järjestelmä	Käyttäjillä ei ole varmuutta painonappien toiminnasta	Painonapeille tulee asentaa järjestelmäkaaviossa kuvatut opastekilvet josta selviää eri nappien toiminnot.
S2043	Valaistus syttyy ilman läsnäoloa	Varmistetaan mikroaaltotunnistimien soveltuvuus tilaan (etteivät ne ota turhia liikehavaintoja seinien läpi). Vaihdetaan viallinen mikroaaltotunnistin uuteen.