



DALI-OPETUSYMPÄRISTÖ

Jarno Nurmio

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2011
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto

NURMIO, JARNO: DALI-opetusympäristö

Opinnäytetyö 64 s., liitteet 28 s.
Huhtikuu 2011

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Tampereen ammattikorkeakoululle DALI-opetusympäristö. Valmiille opetusympäristölle tehtiin myös käyttöohje. DALI-opetusympäristön avulla opiskelijat voivat harjoitella DALI-valaistuksenohjausjärjestelmän käyttöönottoa ja ohjelmointia.

Työssä käytiin läpi DALI-järjestelmää yleisesti, sähköturvallisuutta ja opetusympäristön suunnittelua. Sähköturvallisuuden osalta otettiin kantaa siihen, mikä on erityisen tärkeää tämän kaltaisia laitteita suunniteltaessa ja rakennettaessa. Opetusympäristön suunnittelusta kerrottaessa pyrittiin antamaan hyvä kokonaiskuva siitä, mitä kaikkea suunniteltaessa oli tehty. Opetusympäristön käyttöohje on tämän työn liitteenä.

Lopputuloksena saatiin toimiva ja selkeän näköinen laitteisto, jota tullaan varmasti hyödyntämään DALI:n opetuksessa. Jatkossa kun opetusympäristöä aletaan käyttää opetuksessa, olisi hyvä, että siinä olisi useampien valmistajien DALI-komponentteja. Eri valmistajien komponenttien käyttäminen voi aiheuttaa esimerkiksi yhteistoiminnallisuusongelmia, joiden ratkomista opiskelijoiden olisi hyvä harjoitella.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Building Services

NURMIO, JARNO: DALI-teaching environment

Bachelor's thesis 64 pages, appendices 28 pages
April 2011

The first purpose of this thesis was to design a DALI-teaching environment to Tampere University of Applied Sciences. Another purpose of the thesis was to create a manual to the teaching environment. With the DALI-teaching environment students are allowed to practice introduction and programming DALI-lighting interface.

This thesis handles DALI system in common, electrical safety and designing of the teaching environment. Electrical safety part handles things that are important while designing and building this kind of devices. Designing of teaching environment part describes things that were thought while designing it. The manual of DALI-teaching environment is an appendix in the end of this thesis.

An outcome was an functional apparatus which will be used in teaching of DALI. In future, it would be useful to have DALI-components from several manufacturers in the teaching environment. This would cause problems and challenges that would be good for students to practice.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 DALI	6
2.1 DALI:n hyödyt	6
2.2 DALI:n rajoitukset	6
2.3 DALI:n ominaisuudet	7
3 SÄHKÖTURVALLISUUS	10
3.1 Kotelointi	10
3.2 Ylivirtasuojaus	11
3.3 Maadoittaminen.....	11
3.4 Merkinnät ja ohjeet	12
4 OPETUSYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU	13
4.1 Opetusympäristön DALI-komponentit	15
4.1.1 Teholähde	15
4.1.2 Releyksikkö.....	16
4.1.3 1000 W yleissäädin	17
4.1.4 Sisäänmenoyksikkö.....	18
4.1.5 Minisisäänmenoyksikkö.....	19
4.1.6 Multisensori	20
4.1.7 Kaksoisliukusäädin	22
4.1.8 7-painike.....	22
4.1.9 Ohjelmointiliityntäpiste	22
4.1.10 Reititin.....	24
4.1.11 Verhomoottorihjain	25
4.1.12 Kosketusnäyttö.....	26
4.2 Opetusympäristön muut komponentit	27
4.3 Toolbox-ohjelma.....	28
4.4 Kustannuslaskelmat.....	29
5 KÄYTTÖOHJE	34
6 POHDINTA	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	37

1 JOHDANTO

Valaistus on olennainen osa elämäämme. Varsinkin Suomessa talviaikaan elämämme olisi hyvin toisenlaista, mikäli meillä ei olisi nykyisen kaltaista keinovalaistusta käytössämme. Valaistuksen avulla luodaan tunnelmaa ja turvallisuutta, mutta ennen kaikkea tarvitsemme sitä työskenneläksemme sellaiseen aikaan ja sellaisissa paikoissa, joissa auringonvaloa ei ole riittävästi saatavilla. Myös energiankulutus on ollut jo vuosia puheenaiheena yhteiskunnassamme, joten ei ole samantekevää kuinka järjestämme valaistuksemme, joka kuitenkin kuluttaa merkittävän osan koko kuluttamastamme energiasta. Tämän takia on tärkeätä, että pystymme ohjaamaan valaistusta energiatehokkaasti siten, että sitä on aina tarvittaessa saatavilla sopivasti.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli DALI-opetusympäristön suunnitteleminen Tampereen ammattikorkeakoululle sekä käyttöohjeen tekeminen siihen. Opetusympäristön avulla voidaan järjestää käytännön opetusta DALI:in liittyen. Varsinaisen laitteiston suunnittelu tehtiin yhteistyössä Miikka Etelälahden kanssa. Hän teki myös opinnäytetyön tähän aiheeseen liittyen. Opinnäytetyössä käsitellään DALI-valaistuksenohjausjärjestelmän toiminnan ja tekniikan lisäksi myös sähköturvallisuusasioita, jotka täytyy huomioida sähkölaitteita rakennettaessa.

2 DALI

Lyhenne DALI tulee englanninkielisistä sanoista Digital Addressable Lighting Interface, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa digitaalista ja osoitteellista valaistusrajapintaa. DALI on valaistuksen ohjaukseen tarkoitettu väylä, ja se on alun perin kehitetty korvaamaan 1–10 V järjestelmä. 1-10 V järjestelmä on analoginen valaistuksenohjaukseen käytetty järjestelmä, jolla voidaan ohjata elektronisia liitäntälaitteita. DALI-protokolla on kuvattu standardissa IEC 60929, liitteessä E. (DALI manual 2001, 10.)

2.1 DALI:n hyödyt

DALI:sta on pyritty tekemään mahdollisimman yksinkertainen väylä. Kaapeloinnille ei ole asetettu minkäänlaisia erikoisvaatimuksia. Kaapelointia ei tarvitse päättää mistään kohdasta, ja se on polariteettiriippumaton, mikä vähentää asennusvirheiden määrää. Polariteettiriippumattomuus on selitetty liitteenä 1 olevassa Lyhenteet ja termit -osiossa. Kaapeloinnin fyysinen topologia on täysin vapaa, ja DALI:ssa voidaan käyttää joko yksittäisiä osoitteita, ryhmiä tai yleislähetystä, jossa tieto lähetetään kaikille väylän laitteille. Koska tiedonsiirto on kaksisuuntaista, saadaan laitteilta myös tietoa järjestelmään päin niiden tilasta tai vaikka huollon tarpeesta. (DALI manual 2001, 10–11, 19, 23.)

DALI:ssa voidaan käyttää logaritmista himmennystä, jolloin säätö näyttää ihmissilmälle tasaiselta. DALI:n edut 1–10 V -järjestelmään nähden ovat muutosjoustavuus, asennuksen yksinkertaisuus sekä se, että sillä voidaan tehdä monenlaisia sovelluksia, johon analoginen ja osoitteeton 1–10 V -järjestelmä ei kykene. DALI-standardi myös takaa elektronisten liitäntälaitteiden vaihdettavuuden valmistajasta toiseen. (DALI manual 2001, 11-12, 23.)

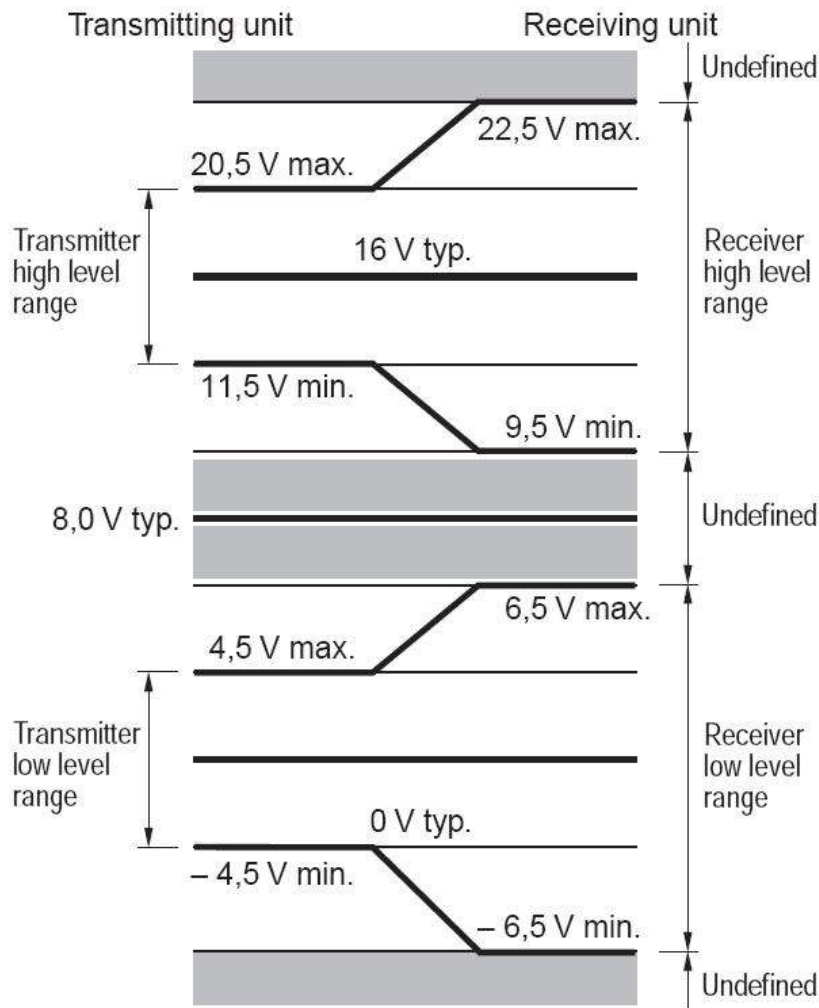
2.2 DALI:n rajoitukset

DALI-väylässä voi olla käytössä laitteille korkeintaan 64 osoitetta, 16 ryhmää ja 16 tilanneohjausta. Väylän suurin sallittu virta on 250 mA. (DALI manual 2001, 12,22.)

Kaikki nämä rajoitukset voidaan kuitenkin kiertää liittämällä useampia DALI-väyliä yhteen reitittimen tai jonkin rakennusautomaatioväylän välityksellä (Helvar. Valokoulu 2005 DALI materiaali, 17).

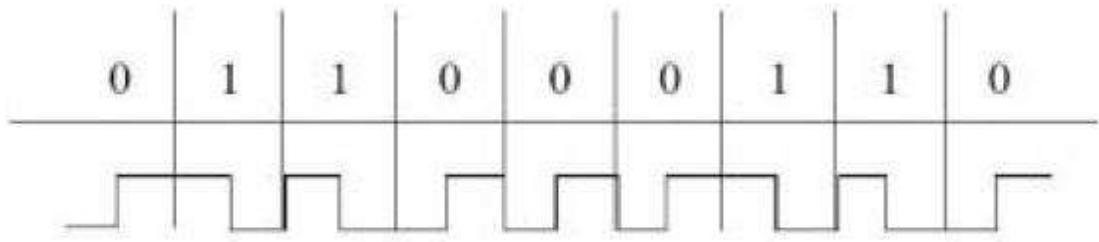
2.3 DALI:n ominaisuudet

DALI:n ominaisuudet on määritelty standardin IEC 60929 liitteessä E. Tämä mahdollistaa sen, että kaikki halukkaat laitevalmistajat pystyvät tekemään DALI:in soveltuvia komponentteja. Väylän tehollinen tiedonsiirtonopeus on 1200 bittiä sekunnissa. Kuten kuvioista 1 näkyy, bitin matala taso on 0 voltia ja sallittu vaihteluväli on -4,5 voltista 4,5 volttiin lähettäjän päässä. Bitin korkea taso on 16 voltia, ja jännitteen sallittu vaihteluväli on 11,5 voltista 20,5 volttiin lähettäjän päässä. Suurin sallittu jännitteenalenema lähettäjän ja vastaanottajan välillä on kaksi voltia. Luotettavuuden lisäämiseksi näiden kahden tason välillä on niin kutsuttu harmaa alue, jolla signaalia ei tulkita kummallekaan näistä tasoista. (DALI manual 2001, 17–18.)



KUVIO 1. Väylän sallitut jännitetasot (DALI manual 2001, 18)

DALI-väylän tiedonsiirrossa käytetään Manchester-koodausta, jolla on varsin hyvä häiriönsietokyky. Manchester-koodauksen avulla on mahdollista havaita tiedonsiirrossa tapahtuneet virheet. (DALI manual 2001, 18.) Kuten kuviossa 2 on esitetty, Manchester-koodauksessa jokaisen bitin kohdalla tapahtuu muutos, vaikka datassa olisikin useampi sama bitti peräkkäin. Datan tahdistaminen edesauttaa lähettäjän ja vastaanottajan pysymistä samalla kelloaajuudella etenkin, kun lähetetään useampi sama bitti peräkkäin. Manchester-koodauksessa bitti 1 on esitetty pulssin laskevana reunana ja bitti 0 pulssin nousevana reunana. (Piikkilä & Sahlstén 2006, 122.)



KUVIO 2. Manchester-koodauksen periaate (Piikkilä & Sahlstén 2006, 122)

DALI-väylän tiedonsiirtoon käytetään kahta johdinta, joiden eristysten tulee olla riittävät käytettävälle jännitteelle. Mikäli tiedonsiirrossa ilmenee häiriöitä, voidaan käyttää myös suojajohdinta. Fyysinen topologia on vapaa, tosin rengasmuotoa tulisi välttää. Huomioitavaa on myös, että suurin sallittu etäisyys kahden laitteen välillä on 300 metriä. Johtimen poikkipinta-alaksi riittää $1,5 \text{ mm}^2$. (DALI manual 2001, 19, 21; Helvar. Digidim short form, 16.)

DALI-järjestelmän ohjelmointiin voi käyttää esimerkiksi Helvarin Toolbox-ohjelmaa, josta on kerrottu enemmän luvussa 4.3. Ohjelmoinnin avulla loogista kytkentää voidaan muuttaa puuttumatta lainkaan kaapelointiin, kun halutaan vaihtaa kytkinten ohjaamia valaisimia tai valaisinryhmiä. Valaisinryhmät ovat uudelleen ohjelmoitavissa sekä valaisimien himmennysnopeus on mahdollista muuttaa ohjelmoinnin avulla. DALI-väylän jännitteen tuottaa järjestelmän tehonsyöttöyksikkö. Laitteet kuluttavat eri määrän virtaa, mutta tyypillinen vaihteluväli on kahdesta 15 milliampeeriin. Isompia järjestelmiä voidaan kuitenkin rakentaa liittämällä useampia väyliä yhteen reitittimien tai esimerkiksi jonkin rakennusautomaatioväylän välityksellä. (DALI manual 2001, 12, 18–20; Helvar. Digidim short form, 49.)

DALI-järjestelmässä valaisimien liitäntälaitteilla on aina käyttöjännite, joka on normaalisti Suomessa 230 volttia vaihtojännitettä. Valaisinta ei saa jännitteettömäksi DALI-väylän avulla eikä katkaisemalla jännitettä väylältä; tätä varten on irrotettava valaisimia syöttävä sulake keskukselta. Liitäntälaitte ohjaa valaisimen päälle silloin, kun se saa väylältä käskyn tehdä näin. Tämä on oleellista huomata etenkin valaisimia huollettaessa vahinkojen välttämiseksi. (DALI manual 2001, 30–32.)

3 SÄHKÖTURVALLISUUS

Standardi SFS 60335 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus määrittelee sähkölaitteiden yleisen turvallisuuden seuraavalla tavalla: ”Laitteet on rakennettava niin, että ne toimivat normaalikäytössä turvallisesti eivätkä aiheuta vaaraa käyttäjilleen eivätkä ympäristölleen, ei edes sellaisessa huolimattomassa käytössä, joka voi esiintyä normaalikäytössä.” (SFS 60335 2003, 21.) Tässä luvussa käsitellään tärkeimpiä asioita, jotka on otettava huomioon opetusympäristön kaltaista sähkölaitetta suunniteltaessa ja rakennettaessa.

3.1 Kotelointi

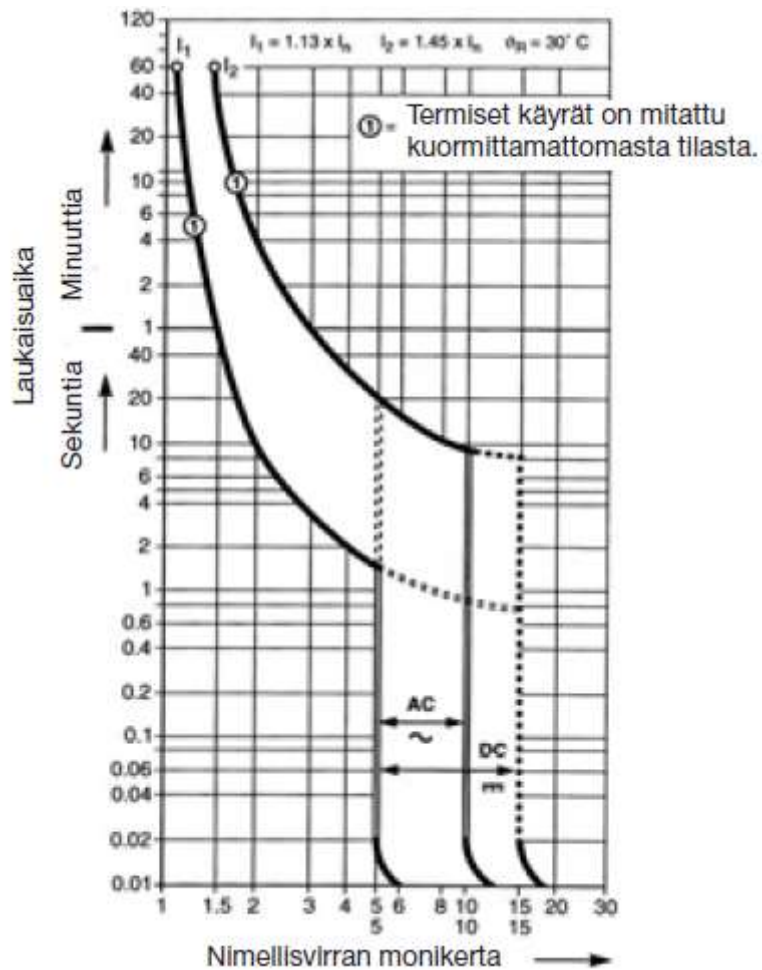
Koteloinnin avulla estetään koskeminen jännitteisiin osiin sekä haitallisen kosteuden tunkeutuminen kotelon sisälle (SFS 60335 2003, 29, 39). Kotelointiluokka ilmoitetaan muodossa IPXX, jossa X-kirjainten kohdalla olevat numerot ilmaisevat laitteen tiivyyttä. Ensimmäinen numeroista ilmaisee laitteen suojauksen vieraiden esineiden ja pölyn sisääntunkeutumisen osalta. Jälkimmäinen numero ilmaisee laitteen suojauksen haitallisen veden sisääntunkeutumisen osalta. Numeroiden selitykset on kerrottu taulukossa 1. (Sähköturvallisuuden edistämiskeskus 2009.)

TAULUKKO 1. Kotelointiluokan numerotunnusten selitykset (STEK, 2009)

1. numero	suojaus	2. numero	suojaus
0	suojaamaton	0	suojaamaton
1	kun esineen halkaisija on yli 50 mm	1	pystysuoraan tippuvalta vedeltä
2	kun esineen halkaisija on yli 12,5 mm	2	±15° kulmassa tippuvalta vedeltä
3	kun esineen halkaisija on yli 2,5 mm	3	±60° kulmassa satavalta vedeltä
4	kun esineen halkaisija on yli 1 mm	4	roiskuvalta vedeltä
5	pölysuojattu	5	vesisuihkulta joka suunnasta
6	pölytiivis	6	voimakkaalta vesisuihkulta
		7	lyhytaikaisesti upotettuna
		8	jatkuvasti upotettuna

3.2 Ylivirtasuojaus

Ylivirtasuojaukseen käytetään ylikuormitus- tai vikatilanteissa virtapiirin katkaisemiseen. Virtapiirin katkaisu edellä mainituissa tilanteissa on tehtävä ennen kuin liian suuri virta vahingoittaa ihmisiä, eläimiä, johtimia, eristeitä, liitoksia, päätteitä tai johtimien ympäristöä. (SFS 6000 2007, 62, 159.) DALI-opetusympäristössä ylivirtasuojaukseen käytetään johdonsuojakatkaisijoita, joiden laukaisukäyrä näkyy kuviossa 3.



KUVIO 3. Johdonsuojakatkaisijoiden periaatteellinen laukaisukäyrä (Sähkämiehen taskukirja 2006, 130)

3.3 Maadoittaminen

Suojaluokan 01 ja 1 laitteiden kosketeltavissa olevat johtavat osat on maadoitettava, mikäli on mahdollista että vikatilanteessa ne tulevat jännitteisiksi. Suojaluokkien 01

ja 1 laitteiden suojauksessa luotetaan peruseristykseen ja niissä on joko maadoitusliitin tai laite on suojavaadoitettu. Maadoitus on tehtävä siten, että liitosten resistanssi on pieni, ja niiden on kestävä normaalikäytössä aiheutuvat mekaaniset rasitukset. (SFS 60335 2003, 16, 71-72.)

3.4 Merkinnät ja ohjeet

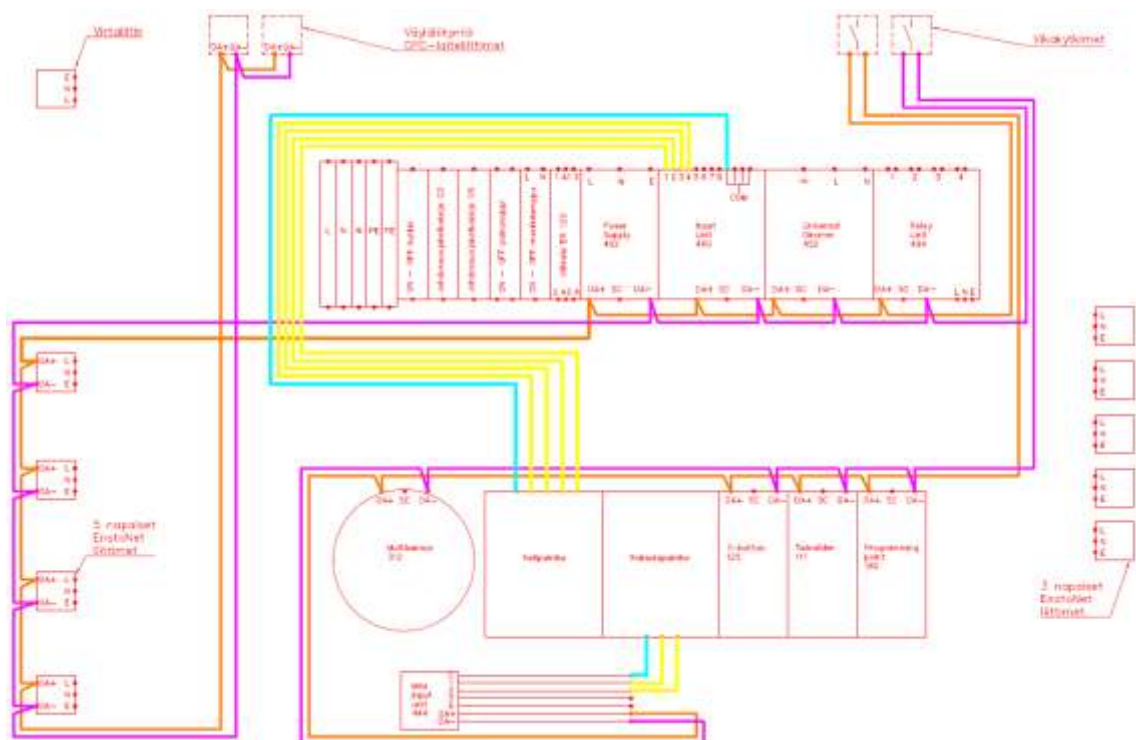
Laitteissa on oltava merkittynä mitoitusjännite tai mitoitusjännitealue, virtalajin tunnus ellei taajuutta merkitä, mitoitus-teho tai mitoitusvirta, valmistajan tai edustajan nimi, tavara- tai tunnusmerkki sekä malli- tai tyyppimerkki. Lisäksi suojausluokan II laitteessa on oltava näkyvillä myös suojausluokan II rakenteen tunnus, joka ilmaisee, että laitteessa on kaksoiseristys tai vahvistettu eristys. Mikäli IP-tunnus on muu kuin IPX0, se on oltava merkittynä laitteeseen. (SFS 60335 2003, 16,24.) Kuviossa 4 on yksi esimerkki sähkölaitteen merkinnöistä.



KUVIO 4. Esimerkkikuva sähkölaitteen merkinnöistä (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

4 OPETUSYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

DALI-opetusympäristön suunnittelu tehtiin yhdessä Miikka Etelälahden kanssa, sillä hän teki samaan opetusympäristöön harjoitusmateriaaleja. Suunnittelun lähtökohtana oli tieto komponenteista, jotka pitäisi sisällyttää opetusympäristöön ja esimerkkinä koululla olevat hieman samankaltaiset LON- ja KNX-opetusympäristöt. Myös Teemu Salon vuonna 2006 opinnäytetyönä tekemää DALI-oppimisympäristöä käytettiin esimerkkinä suunnittelussa. Tekemämme opetusympäristö eroaa Salon työstä siinä, että niitä tehdään 10 kappaletta, kun Salon tekemiä oppimisympäristöjä on vain yksi. Näin ollen niitä pystytään paremmin käyttämään opetukseen, kun jokainen opiskelija pääsee itse tekemään DALI:n käyttöönottoharjoituksia. DALI-järjestelmän kytkentäkaavio on esitetty kuviossa 5 ja suurempana liitteessä 7.



KUVIO 5. DALI-järjestelmän kytkentäkaavio

Alun perin oli tarkoitus sijoittaa komponentit salkkuun, johon ne olisi koteloitu pleksikannen avulla. Salkkuvaihtoehto olisi ollut ulkoiselta ilmeeltään yhtenäisempi koululla olevien aikaisempien, muiden väylien opetusympäristöjen kanssa. Salkkua olisi ollut helppo siirrellä ja komponentit olisivat olleet siellä hyvin turvassa kolhuilta. Komponentit päätettiin kuitenkin sijoittaa salkun sijasta koteloon, sillä rakentaminen kote-

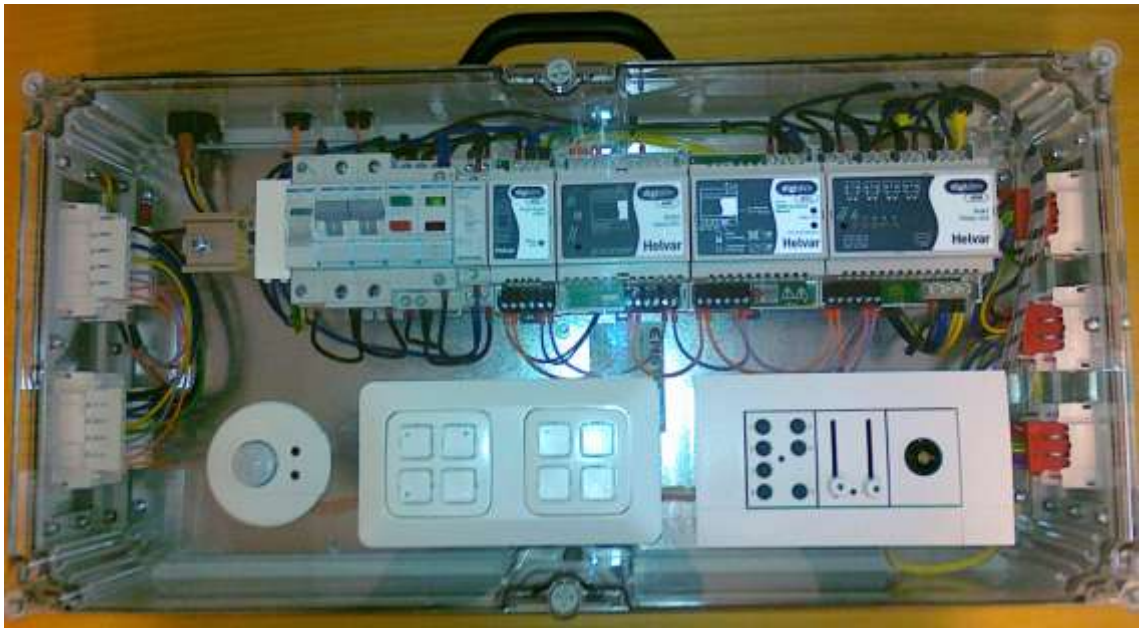
loon oli huomattavasti helpompaa. Koteloon rakentaminen oli mahdollista tehdä lähes kokonaan koululla, mutta salkkuun olisi täytynyt teettää esimerkiksi pleksikansi. Tästä vaihtoehdosta on liitteessä 2 komponenttien sijoittelukaavio.

Opetusympäristö päätettiin rakentaa koteloihin paitsi rakentamista helpottamaan myös siksi, että niille olisi helpompi saada CE-merkintä. Koteloksi valittiin Enston Cubo-sarjaa, sillä siinä oli sopivia kokovaihtoehtoja ja niiden työstäminen tiedettiin suhteellisen helpoksi. Opetusympäristön rakentamiseen liittyvissä asioissa keskustelimme paljon Hannu Valkaman kanssa, joka toimii Tampereen ammattikorkeakoululla laboratorio-mestarina. Hän myös teki varsinaisen koteloiden rakentamisen ja kokoamisen.

Ensimmäisessä koteloon tehdyssä vaihtoehdossa jätimme tilan siirrettävälle kosketusnäytölle, mistä on komponenttien sijoittelukaavio liitteessä 3. Tästä vaihtoehdosta kuitenkin luovuttiin, sillä näyttö haluttiin sijoittaa kokonaan kotelon ulkopuolelle rakentamisen helpottamiseksi. Tämä kotelo olisi myös osoittautunut liian pieneksi, sillä ulkoisten liityntöjen vaatiman tilan määrä selvisi vasta työn edetessä.

Liitteenä 4 on suunnitelma, jossa komponentit on sijoitettu 300 mm kertaa 400 mm kokoiseen koteloon. Kosketusnäyttö oli tässä vaihtoehdossa sijoitettu omaan erilliseen koteloonsa. Tästä vaihtoehdosta kuitenkin luovuttiin, sillä kotelo osoittautui liian pieneksi. Muut komponentit olisivat mahtuneet koteloon, mutta EnstoNet-liittimet, joita päätimme käyttää ulkoisten liityntöjen liittiminä, osoittautuivat erittäin tilaa vieviksi. Myös ulkoisten liityntöjen lukumäärää haluttiin kasvattaa vielä tässä vaiheessa, kun opetusympäristön käyttötapakin hiljalleen alkoi selkeytyä työn edetessä.

Liitteessä 5 on lopullinen suunnitelma, jossa komponentit on sijoitettu Enston Cubo O – koteloon, jonka koko on 300 kertaa 600 mm. Kuvassa 1 on valmis kotelo, johon on sijoitettu myös komponentit. Tässä vaihtoehdossa siirrettävä kosketusnäyttö ei tule kotelon sisälle, vaan sille on ainoastaan väyläliityntä kotelossa. Ulkoisia väylälähtöjä, joissa kulkee mukana myös verkkojännite, on yhteensä neljä kappaletta. Niistä on tarkoitus liittyä kosketusnäytölle, reitittimelle, verhomoottoriohjaimelle ja valaisimille. Näiden lisäksi kotelon kannessa on kaksi kappaletta pelkkiä väyläliityntöjä ns. sokeripalalla.



KUVA 1. Valmis kotelo (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

Piirikaavio verkkojännitteen kytkemisestä on liitteenä 6. Liitteestä 6 ilmenee vaiheen, nollan ja suojamaan kytkentöjen lisäksi myös releyksikön ja 1000 W yleissäätimen lähtöjen kytkennät. DALI-väylän piirikaavio on liitteenä 7. Siitä selviää kuinka DALI-väylä kytketään kotelossa komponentilta toiselle.

4.1 Opetusympäristön DALI-komponentit

Kaikki opetusympäristön DALI-komponentit ovat Helvarin valmistamia. Komponentit, lukuun ottamatta reitittimiä, verhomoottoriohjaimia ja kosketusnäyttöä, on sijoitettu koteloihin, joita on yhteensä 10 kappaletta. Kotelot ovat kalustukseltaan kaikki samantyyppisiä. Reitittimillä, verhomoottoriohjaimilla ja kosketusnäytöllä on jokaisella oma kotelonsa.

4.1.1 Teholähde

Teholähde 402 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperheen DIN-kiskoasenteinen 250 milliampeerin DALI-teholähde, joka on kuvassa 2. Sen tehtävänä on tuottaa virta, jonka väylän komponentit tarvitsevat, kuitenkin korkeintaan 250 mA. Yhdessä väylässä voi olla kor-

keintaan yksi teholähde, muuten väylän maksimivirta ylittyy. Teholähde on oikosulku- ja ylikuumenemissuojattu, ja sen verkkosyöttö tulee olla suojattu. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on kahden ampeerin johdonsuojakatkaisija. Teholähteen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. (Lighting System Components 2009, 46.)



KUVA 2. Teholähde (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.2 Releyksikkö

Kuvassa 3 on releyksikkö 494, joka on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on neljä toisistaan eristettyä ohjelmoitavaa relelähtöä, jotka voivat kytkeä maksimissaan 10 ampeeria resistiivistä kuormaa. Releet ovat keskenään eristettyjä, mikä mahdollistaa eri-vaiheiset jännitteet. Releet ovat tavallisesti auki-tilassa. Releyksikössä olevat LEDit palavat kyseisen releen ollessa kytkettynä. Verkkosyötön tulee olla sulakesuojattu, mihin valmistaja suosittelee kuuden ampeerin johdonsuojakatkaisijaa, ja kaikkien kaapelointien on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. Releyksikön DALI-virrankulutus on kaksi milliampeeria. Releyksikön IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Releyksikkö asennetaan DIN-kiskolle. (Lighting System Components 2009, 25.)



KUVA 3. Releysesikkö, jossa lähdöt yläreunassa ja DALI-väylä ja verkkojännite alareunassa (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.3 1000 W yleissäädin

Kuvassa 4 on 1000 W yleissäädin 452, joka on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla voidaan ohjata hehku- ja halogeenilamppuja, joiden yhteenlaskettu teho on korkeintaan 1000 VA. Vaiheohjaus on mahdollista valita joko nousevasta tai laskevasta aallosta laitteessa olevalla kytkimellä. Säädin on oikosulku- ja ylikuumenemissuojattu, ja sen verkkosyöttö tulee olla suojattu. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on kuuden ampeerin johdonsuojakatkaisija. Kaikkien säätimen kaapelointien on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. 1000 W yleissäätimen DALI-virrankulutus on kaksi milliampeeria. Säätimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 5 kV. Säädin asennetaan DIN-kiskolle. (Lighting System Components 2009, 20.)

Säätimeen on mahdollista ohjelmoida maksimi- ja minimitasot, nousuajat sekä valaistustilanteet ja -ryhmät. Myös säätimen tilannetiedot ovat ohjelmoitavissa. Sähkökatkon jälkeisen tilanteen voi määrittellä ennalta tai käyttää sähkökatkoa edeltänyttä tilaa. Mikä-

li käytössä on pieni järjestelmä, voidaan säätimen osoite valita suoraan laitteessa olevalla osoitevalitsin kytkimellä, mikä helpottaa ja nopeuttaa ohjelmointia. (Lighting System Components 2009, 20.)

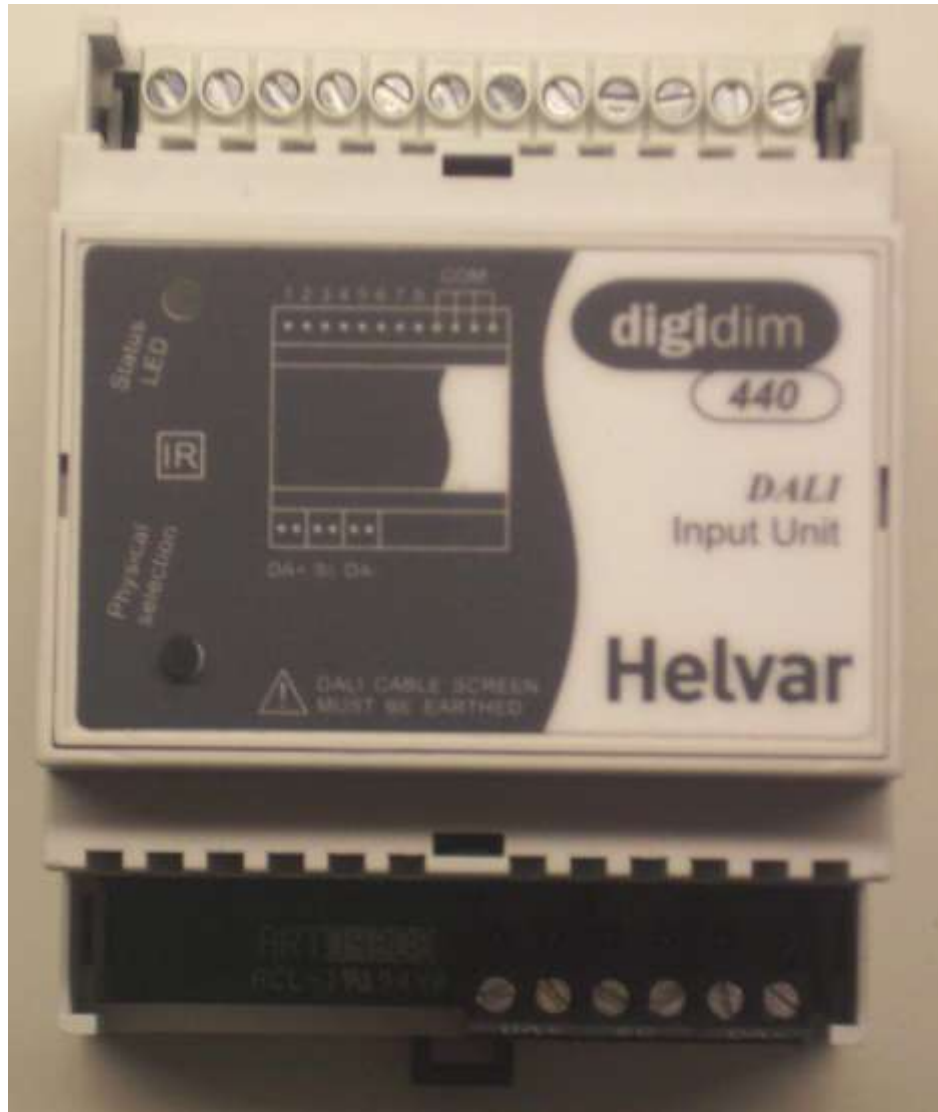


KUVA 4. Yleissäädin, jossa säädettävän lähdön liittimet ylhäällä ja DALI-väylän liittimet alhaalla (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.4 Sisäänmenoyksikkö

Sisäänmenoyksikkö 440, joka on kuvassa 5, on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla DALI-järjestelmään saadaan lisättyä kahdeksan kappaletta tavallisia painonappeja, kytkimiä, sensoreita yms. laitteita. Toimilaitteen ja sisäänmenoyksikön välisen kaapelin suurin sallittu pituus on 50 m. Sisäänmenoyksikön sisääntuloliittimien jännite on 5

voltia kun sisääntulo on auki, muulloin jännite on alle 2 V. Sisäänmenoyksikön DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan DIN-kiskolle. Sisäänmenoyksikön IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Ylijännitesuoja on ± 35 V ja oikosulkuvirta on korkeintaan 0,5 mA. Sisäänmenoyksikön SC-liittimen on oltava maadoitettu. (Lighting System Components 2009, 47.)



KUVA 5. Sisäänmenoyksikkö, jonka tulojen liittimet ovat ylhäällä ja DALI-väylän liittimet alhaalla (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.5 Minisisäänmenoyksikkö

Kuvassa 6 oleva minisisäänmenoyksikkö 444 kuuluu Helvarin DIGIDIM-tuoteperheeseen. Sen avulla DALI-järjestelmään saadaan lisättyä neljä kappaletta taval-

lisiä painonappeja, kytkimiä, sensoreita, ajastimia tms. laitteita. Häiriöiden välttämiseksi laitteen ja minisisäänmenoyksikön välisiä johtimia ei saa jatkaa. Minisisäänmenoyksikön sisääntuloliittimien jännite on 5 voltia, kun sisääntulo on auki, muulloin jännite on alle 0,3 V. Minisisäänmenoyksikön DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan kojeen taakse. Minisisäänmenoyksikön IP-luokka on IP20, ja sen jännite-eristys on 1,5 kV. Ylijännitesuoja on ± 7 V ja oikosulkuvirta on korkeintaan 0,5 mA. Käytettävien kytkinten ja johtojen on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. (Lighting System Components 2009, 48.)



KUVA 6. Minisisäänmenoyksikkö (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.6 Multisensori

Multisensori 312, joka on kuvissa 7 ja 8, on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Se sisältää valontunnistimen, liikkeentunnistimen ja kauko-ohjaimen infrapunavastaanottimen. Multisensorin avulla on mahdollista toteuttaa vakiovalo-ohjaus, jolloin keinovalon määrää vähennetään automaattisesti, kun huoneeseen tulee paljon luonnonvaloa. Multisensorin asetukset voidaan määrittää joko sen takana sijaitsevilla DIL-kytkimillä, kauko-ohjaimella tai Toolbox-ohjelmalla. Vain Toolbox-ohjelman avulla on mahdollista säätää kaikkia laitteen asetuksia vapaasti. Multisensorin DALI-virrankulutus on 15 mA, ja sen IP-luokka on IP30. Käytettävien johdinten on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. (Lighting System Components 2009, 44.)



KUVA 7. Multisensori etupuolelta kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)



KUVA 8. Multisensori takapuolelta kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.7 Kaksoisliukusäädin

Kuvissa 9 ja 10 näkyvä kaksoisliukusäädin 111 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on kaksi liukusäädintä, joiden avulla voidaan sytyttää ja sammuttaa valaisimia tai valaisinryhmiä sekä säätää valaisimien lamppujen kirkkautta. Kaksoisliukusäätimen DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan. Säätimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaapeloinnin täytyy olla hyväksytty verkkojännitteelle. (Lighting System Components 2009, 42.)

4.1.8 7-painike

Kuvissa 9 ja 10 näkyvä 7-painike 125 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on neljä tilannekutsupainiketta, ylös- ja alas -painikkeet sekä pois päältä -painike. 7-painikkeen DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan. Painikkeen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaapeloinnin täytyy olla hyväksytty verkkojännitteelle. (Lighting System Components 2009, 42.)

4.1.9 Ohjelmointiliityntäpiste

Kuvissa 9 ja 10 näkyvä ohjelmointiliityntäpiste 180 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla saadaan liitettyä tietokone DALI-väylään järjestelmän ohjelmointiseksi esimerkiksi Toolbox-ohjelmalla. Ohjelmointiliityntäpisteen DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan. Sen IP-luokka on IP30 ja jännite-eristys 4 kV. Kaapeloinnin täytyy olla hyväksytty verkkojännitteelle. (Lighting System Components 2009, 42.)



KUVA 9. Vasemmalta lueteltuna ohjelmointiliityntäpiste, 7-painike ja kaksoisliukusäänin peitelevyn alle asennettuna edestäpäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)



KUVA 10. Vasemmalta lueteltuna kaksoisliukusäänin, 7-painike ja ohjelmointiliityntäpiste peitelevyn alle asennettuna takaapäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.10 Reititin

Reititin 910, joka on kuvassa 11, on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla saadaan liitettyä useampia DALI-väyliä yhteen. Yhteen reitittimeen on mahdollista kytkeä kaksi DALI-väylää, eli yhteensä 128 DALI-laitetta. Kytkemällä useampia reitittimiä yhteen 10/100 Mbps ethernet-kytkimien avulla, voidaan rakentaa jopa 12 800 DALI-laitteen kokonaisuuksia. Reititin sisältää teholähteet molemmille siihen liitettävistä DALI-väylistä, joten on tärkeätä, että reitittimeen kytkettävässä väylässä ei ole erillistä teholähdettä. Reitittimeen voidaan kytkeä myös tietokone, jolloin järjestelmästä voidaan saada tietoja tai ohjelmointi voi tapahtua reitittimen kautta. Reitittimestä on myös liitynytä OPC-serveriin tai rakennusautomaatiojärjestelmiin sekä sisäänrakennettu kello. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on neljän ampeerin johdonsuojakatkaisija. Reitittimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaikkien reitittimeen liitettävien DALI-kaapeleiden on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. (Lighting System Components 2009, 10.)



KUVA 11. Reititin (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

Reitittimiä on opetusympäristössä yhteensä kaksi kappaletta. Kumpikin niistä on sijoitettu omaan 250 mm kertaa 125 mm kokoiseen Enston Cubo S -koteloonsa. Kotelossa on liityntä EnstoNet-liittimellä, jonka kautta reitittimelle tuodaan verkkojännite ja DALI-väylä. EnstoNet-liitin näkyy kuvassa 12.



KUVA 12. EnstoNet-liitin (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

4.1.11 Verhomoottoriorhjain

Kuvassa 13 oleva verhomoottoriorhjain 490 on osa Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla voidaan ohjata esimerkiksi valkokankaita ja pimennysverhoja DALI-väylän kautta. Verhomoottoriorhjaimessa on kaksi kanavaa, eli sillä voidaan ohjata kahta moottoria ylös- tai alaspäin. Virheellinen ohjaus suuntaa vaihdettaessa on estetty. Kanavat ovat keskenään eristetyt, mikä mahdollistaa erivaiheiset jännitteet. Yhden releen maksimikuorma on 550 wattia. Releen ollessa kytkettynä palaa kyseisen releen LED-merkkivalo. Verhomoottoriorhjain asennetaan DIN-kiskolle ja sen DALI-virrankulutus on 2 mA. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on kuuden ampeerin johdonsuojakatkaisija. Verhomoottoriorhjaimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaapeloinnin on oltava verkkojännitteelle hyväksytty. (Lighting System Components 2009, 23.)

Verhomoottoriorhjaimia on opetusympäristössä yhteensä kaksi kappaletta. Kumpikin niistä on sijoitettu omaan 300 mm kertaa 200 mm kokoiseen Enston Cubo O -

koteloonsa. Kotelossa on liityntä EnstoNet-liittimellä, jonka kautta reitittimelle tuodaan verkkojännite ja DALI-väylä.



KUVA 13. Verhomoottorionjain (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.1.12 Kosketusnäyttö

Kuvissa 14 ja 15 näkyvä kosketusnäyttö 924 on osa Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on 3,5 tuuman ja 65 000 värin LCD-kosketusnäyttö, jonka avulla voidaan ohjelmoida ja hallita DALI-järjestelmää sekä saada tietoa järjestelmän toiminnasta ja tilasta. Sen avulla voidaan kutsua ennalta asetettuja valaistustilanteita tai syyttää, sammuttaa ja säätää yksittäisiä valaisimia. Kosketusnäyttö tarvitsee oman DALI-teholähteen. Kosketusnäytön IP-luokka on IP30, ja se asennetaan kaksoiskojerasiaan. (Lighting System Components 2009, 54–55.)

Opetusympäristössä on yksi kosketusnäyttö, joka on sijoitettu teholähteesä kanssa 125 mm kertaan 250 mm kokoiseen Enston Cubo S –koteloon. Kotelossa on yksi EnstoNet-liitin, jonka kautta koteloon tuodaan DALI-väylä ja verkkojännite.



KUVA 14. Kosketusnäyttö edestäpäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)



KUVA 15. Kosketusnäyttö takaapäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

4.2 Opetusympäristön muut komponentit

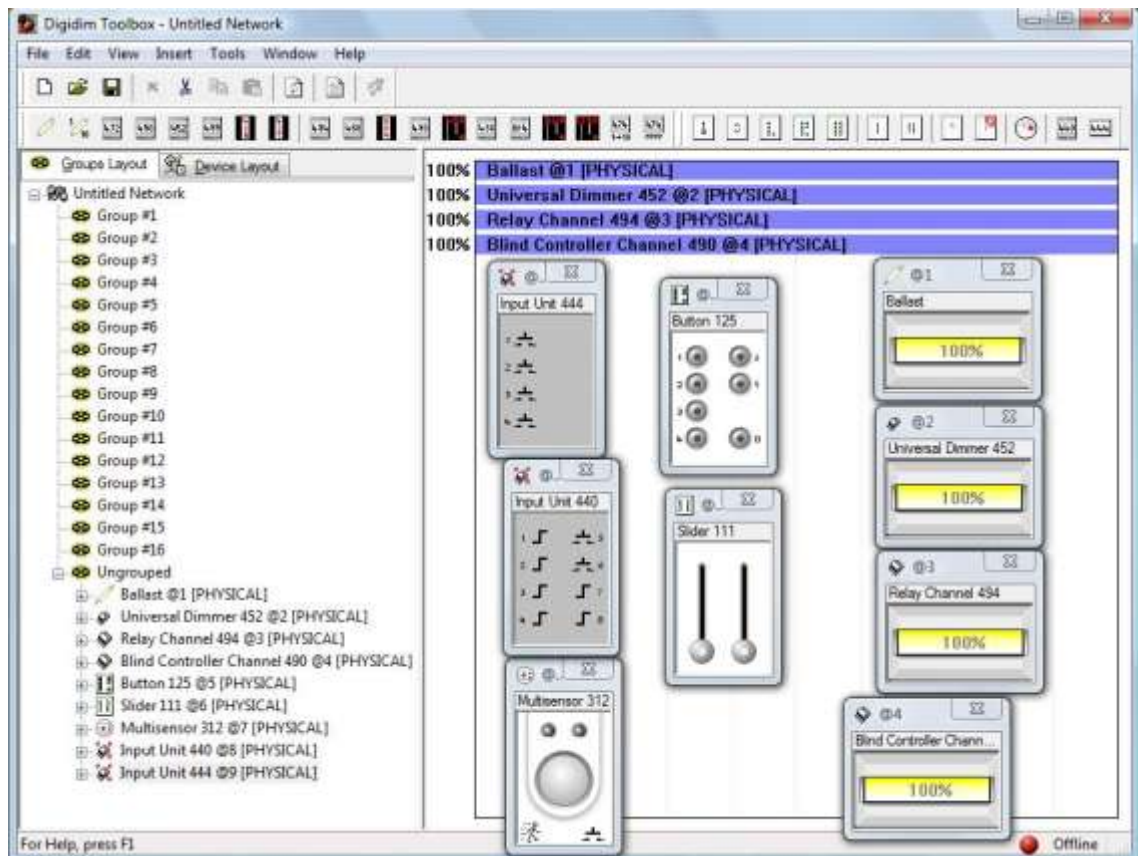
Kotelossa olevat nelipainike ja kaksoispainike ovat Enston Jussi-sarjan painikkeita. Nelipainike on kytketty sisäänmenoyksikön tuloihin ja kaksoispainike minisisäänmenoyk-

sikön tuloihin. Alun perin myös kaksoispainikkeen tilalla piti olla nelipainike. Nelipainike jouduttiin kuitenkin vaihtamaan kaksoispainikkeeksi, sillä Enston Jussi-sarjan nelipainiketta ei ole hyväksytty verkkojännitteelle kuten minisisäänmenoyksikön vaatimuksissa on määritelty.

Koteloissa käytetyt johdonsuojakatkaisijat ovat Hagerin C-käyrällisiä johdonsuojakatkaisijoita. Myös päälle pois -kytkin on Hagerin valmistama. Ulkoiset väyläliitynnät on toteutettu EnstoNet-liittimillä ja CPC-laiteliittimillä, joiden kiinnittäminen ja irrottaminen on helppoa, turvallista ja nopeaa. Vikojen simuloimiseen käytetyt kytkimet ovat päälle pois -tyyppisiä keinukytkimiä.

4.3 Toolbox-ohjelma

Toolbox-ohjelmaa käytetään DALI-järjestelmän ohjelmoimiseen silloin, kun liitytään tietokoneella kotelossa olevaan ohjelmointiliityntäpisteeseen. Ohjelmassa on graafinen käyttöliittymä, jonka avulla komponenttien ominaisuuksia on mahdollista muuttaa ja tehdä loogisia kytkentöjä sekä valaistusryhmiä ja -tilanteita. Ohjelmassa on mahdollista simuloida tekemiään kytkentöjä ennen niiden lataamista DALI-järjestelmään. Kuviona 6 on kuvakaappaus ohjelman käyttöliittymästä.



KUVIO 6. Kuvakaappaus Toolbox-ohjelmasta (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

4.4 Kustannuslaskelmat

Opetusympäristön kustannukset on laskettu komponenttien todellisten hintojen tai valmistajan suositushintojen perusteella, riippuen siitä kumpi hinnoista on ollut tiedossa. Osa komponenteista on saatu lahjoituksena ja osa on ostettu. Pääkotelon kustannuslaskelma on taulukossa 2. Kosketusnäytön kotelon kustannukset ovat taulukossa 3 ja verhomoottoriohjaimen kotelon kustannukset taulukossa 4. Reitittimen kotelon kustannukset ovat taulukossa 5. Taulukossa 6 on laskettu kaikkien koteloiden yhteishinta.

TAULUKKO 2. Pääkotelon komponenttien kustannukset

komponentin nimi	määrä	yksikköhinta	yht. € (alv 0 %)	yht. € (alv 23 %)
Ensto Cubo O kotelo 300x600x132 mm *	1 kpl	151,25 €	151,25	186,04
Ensto Cubo O asennuslevy 260x560 mm *	1 kpl	25,75 €	25,75	31,67
DIN-kisko 35X7,5	0,5 m	1,04 €/m	0,52	0,64
polyasetaalitanko 20 mm	0,3 m	5,82 €/m	1,75	2,15
DALI-kaapeli Radox 155/0,5 mm	12 m	0,48 €/m	5,76	7,08
MKEM-kaapeli 1,5 mm ²	13 m	0,25 €/m	3,25	4,00
1,5 mm ² pätehyly	66 kpl	0,01 €	0,66	0,81
1,5 mm ² pätehyly 2-os	17 kpl	0,06 €	1,02	1,25
0,5 mm ² pätehyly	53 kpl	0,01 €	0,53	0,65
abiko rengas 1,5x4	5 kpl	0,10 €	0,50	0,62
kiinnitystarvikkeet	16 kpl	5 €/kg	1,00	1,23
muoviruuvit	10 kpl	0,16 €	1,60	1,97
muovimutterit ja aluslevyt	10 kpl	0,16 €	1,60	1,97
nippusiteet	10 kpl	0,06 €	0,60	0,74
metallilevy ja vesileikkaus	2 kpl	12,83 €	25,66	31,56
pintakehys Jussi 2-os	2 kpl	4,00 €	8,00	9,84
EnstoNet naarasjousiliitin 3-os *	5 kpl	4,61 €	23,05	28,35
EnstoNet naarasjousiliitin 5-os *	4 kpl	7,56 €	30,24	37,20
EnstoNet-laippakiinnike 3-os *	5 kpl	2,07 €	10,35	12,73
EnstoNet-laippakiinnike 5-os *	4 kpl	1,65 €	6,60	8,12
3-napainen sokea laippakiinnityssovite *	1 kpl	1,45 €	1,45	1,78
kahva	1 kpl	2,85 €	2,85	3,51
kumitassu	4 kpl	1,22 €	4,88	6,00
päätykulma EW 35 "riviliittimen pääty"	2 kpl	2,12 €	4,24	5,22
suojojohdinliitin WPE 2.5N "riviliitin"	2 kpl	2,64 €	5,28	6,49
nollajohdinliitin WDU 2.5N "riviliitin"	2 kpl	1,01 €	2,02	2,48
riviliitintarvike päätylevy WAP-WDU 2.5N sininen	1 kpl	0,83 €	0,83	1,02
riviliitintarvike päätylevy WAP-WDU 2.5N beige	1 kpl	0,53 €	0,53	0,65
riviliitintarvike silta 2-nap. WQV 2.5-2	1 kpl	0,75 €	0,75	0,92
sulake 5x20 mm 10 A, MT	1 kpl	0,67 €	0,67	0,82
6,3 mm lattapistoke	3 kpl	0,52 €	1,56	1,92
4,8 mm kaapelikenkä	4 kpl	0,14 €	0,56	0,69
keinukytkin musta 0-1	2 kpl	1,14 €	2,28	2,80
laitepistoke C14+sulakerasiapaneli	1 kpl	2,32 €	2,32	2,85
DALI-väylä laiteliitin CPC 4-nap.	2 kpl	6,77 €	13,54	16,65
4-painike Jussi	1 kpl	54,97 €	54,97	67,61
2-painike Jussi *	1 kpl	21,88 €	21,88	26,91
yhdistelmälevy Jussi 2-aukkoinen	1 kpl	1,95 €	1,95	2,40
ON-OFF kytkin SB 125	1 kpl	4,29 €	4,29	5,28
johdonsuojakatkaisija MCN 102 C2	1 kpl	10,31 €	10,31	12,68
johdonsuojakatkaisija MCN 106E C6	1 kpl	4,82 €	4,82	5,93
kaksoispainike SVN 391	1 kpl	10,65 €	10,65	13,10
merkkivalo SVN 126	1 kpl	13,27 €	13,27	16,32

välirele ER 120	1 kpl	8,89 €	8,89	10,93
kaapelinauha 5-50 mm	1 m	0,72 €/m	0,72	0,89
Helvarin DALI 3-moduulikehys, valkoinen *	1 kpl	30 €	30,00	36,90
Helvarin DALI 2-osainen liukuohjain 111*	1 kpl	141 €	141,00	173,43
Helvarin DALI 7-painikkeisto 125 *	1 kpl	141 €	141,00	173,43
Helvarin DALI ohjelmointiliityntäpiste 180 *	1 kpl	141 €	141,00	173,43
Helvarin DALI multisensori 312 *	1 kpl	109 €	109,00	134,07
Helvarin DALI teholähde 402 *	1 kpl	62 €	62,00	76,26
Helvarin DALI sisäänmenoyksikkö 440 *	1 kpl	223 €	223,00	274,29
Helvarin DALI mini-sisäänmenoyksikkö 444 *	1 kpl	74 €	74,00	91,02
Helvarin DALI 1000 W yleissäädin 452 *	1 kpl	272 €	272,00	334,56
Helvarin DALI releyksikkö, 4 kanavaa 494 *	1 kpl	248 €	248,00	305,04
Helvarin DALI Toolbox ohjelmointipaketti 502 *	1 kpl	496 €	496,00	610,08
Helvarin DALI/RS232 muunninkaapeli 505 *	1 kpl	317 €	317,00	389,91
		yhteensä	2729,20	3356,91

* merkityt ovat ns. listahintoja, muut hinnat todellisia

TAULUKKO 3. Kosketusnäytön kotelon komponenttien kustannukset

komponentin nimi	määrä	yksikköhinta	yhteensä € (alv 0 %)	yhteensä € (alv 23 %)
Ensto Cubo S kotelo 250x125x125 mm *	1 kpl	39,88 €	39,88	49,05
Ensto Cubo S asennuslevy 98x223 mm *	1 kpl	8,00 €	8,00	9,84
DIN-kisko 35X7,5	0,2 m	1,04 €/m	0,21	0,26
suojaohdinliitin WPE 2.5N "riviliitin"	2 kpl	2,64 €	5,28	6,49
vaiheohdinliitin WDU 2.5N "riviliitin"	2 kpl	1,01 €	2,02	2,48
riviliitintarvike päätylevy WAP-WDU 2.5N beige	1 kpl	0,53 €	0,53	0,65
päätykulma EW 35 "riviliittimen pääty"	2 kpl	2,12 €	4,24	5,22
Sulaketerminaali WSI6	1 kpl	3,65 €	3,65	4,49
päätylevy WAP 2.5-10	1 kpl	0,73 €	0,73	0,90
sulake 5x20 mm 10 A, MT	1 kpl	0,68 €	0,68	0,84
DALI-kaapeli Radox 155/0,5 mm	1 m	0,48 €/m	0,48	0,59
MKEM-kaapeli 1,5 mm ²	1,5 m	0,25 €/m	0,38	0,46
1,5 mm ² pätehyly	8 kpl	0,01 €	0,08	0,10
0,5 mm ² pätehyly	10 kpl	0,01 €	0,10	0,12
nippusiteet	2 kpl	0,06 €	0,12	0,15
kaapelinauha 5-50 mm	0,2 m	0,72 €/m	0,14	0,18
Helvarin DALI teholähde 402 *	1 kpl	62 €	62,00	76,26
Helvarin DALI kosketuspaneli, valkoinen 924 *	1 kpl	1 186 €	1186	1458,78
		yhteensä	1314,52	1616,86

* merkityt ovat ns. listahintoja, muut hinnat todellisia

TAULUKKO 4. Verho-oottoriohjaimen kotelon komponenttien kustannukset

komponentin nimi	määrä	yksikköhinta	yhteensä € (alv 0 %)	yhteensä € (alv 23 %)
Ensto Cubo O kotelo 300x200x132 mm *	1 kpl	63,75 €	63,75	78,41
Ensto Cubo O asennuslevy 160x260 mm *	1 kpl	11,06 €	11,06	13,60
EnstoNet naarasjousiliitin 5-os *	1 kpl	7,56 €	7,56	9,30
EnstoNet-laippakiinnike 5-os *	1 kpl	1,65 €	1,65	2,03
metallilevy ja vesileikkaus	2 kpl	12,83 €	25,66	31,56
johdonsuojakatkaisija MCN 106E C6	1 kpl	4,82 €	4,82	5,93
DIN-kisko 35X7,5	0,3 m	1,04 €/m	0,31	0,38
kiinnitystarvikkeet	16 kpl	5 €/kg	1,00	1,23
DALI-kaapeli Radox 155/0,5 mm	0,6 m	0,48 €/m	0,29	0,35
MKEM-kaapeli 1,5 mm ²	2 m	0,25 €/m	0,50	0,62
1,5 mm ² pätehyly	12 kpl	0,01 €	0,12	0,15
1,5 mm ² pätehyly 2-os	4 kpl	0,06 €	0,24	0,30
0,5 mm ² pätehyly	4 kpl	0,01 €	0,04	0,05
abiko rengas 1,5x4	5 kpl	0,10 €	0,50	0,62
päätykulma EW 35 "riviliittimen pääty"	2 kpl	2,12 €	4,24	5,22
suojaohdinliitin WPE 2.5N "riviliitin"	2 kpl	2,64 €	5,28	6,49
nippusiteet	2 kpl	0,06 €	0,12	0,15
polyasetaalitanko 20 mm	0,3 m	5,82 €/m	1,75	2,15
Helvarin DALI verho-ohjain 490 *	1 kpl	248 €	248,00	305,04
		yhteensä	376,89	463,57

* merkityt ovat ns. listahintoja, muut hinnat todellisia

TAULUKKO 5. Reitittimen kotelon komponenttien kustannukset

komponentin nimi	määrä	yksikköhinta	yhteensä € (alv 0 %)	yhteensä € (alv 23 %)
Ensto Cubo S kotelo 250x125x125 mm *	1 kpl	39,88 €	39,88	49,05
Ensto Cubo S asennuslevy 98x223 mm *	1 kpl	8,00 €	8,00	9,84
Sulaketerminaali WSI6	1 kpl	3,65 €	3,65	4,49
päätylevy WAP 2.5-10	1 kpl	0,73 €	0,73	0,90
sulake 5x20 mm 10 A, MT	1 kpl	0,68 €	0,68	0,84
laitepistoke C14+sulakerasiapaneli	1 kpl	2,32 €	2,32	2,85
päätykulma EW 35 "riviliittimen pääty"	2 kpl	2,12 €	4,24	5,22
suojaohdinliitin WPE 2.5N "riviliitin"	1 kpl	2,64 €	2,64	3,25
DIN-kisko 35X7,5	0,2 m	1,04 €/m	0,21	0,26
kiinnitystarvikkeet	8 kpl	5 €/kg	0,50	0,62
DALI-väylä laiteliitin CPC 4-nap.	2 kpl	6,77 €	13,54	16,65
DALI-kaapeli Radox 155/0,5 mm	1 m	0,48 €/m	0,48	0,59
MKEM-kaapeli 1,5 mm ²	1,5 m	0,25 €/m	0,38	0,46
1,5 mm ² päätehylsy	5 kpl	0,01 €	0,05	0,06
0,5 mm ² päätehylsy	4 kpl	0,01 €	0,04	0,05
6,3 mm lattapistoke	3 kpl	0,52 €	1,56	1,92
Helvarin DALI Digidim reititin 910 *	1 kpl	955 €	955,00	1174,65
* merkityt ovat ns. listahintoja, muut hinnat todellisia			yhteensä	1033,89
				1271,69

TAULUKKO 6. Kaikkien koteloiden yhteiskustannukset

kotelon nimi	€ (alv 0 %)/kpl	määrä	yht. € (alv 0 %)	yht. € (alv 23 %)
Pääkotelo	2729,20	10 kpl	27291,96	33569,11
Näytön kotelo	1314,52	1 kpl	1314,52	1616,86
Verhomoottoriohjaimen kotelo	376,89	2 kpl	753,772	927,14
Reitittimen kotelo	1033,89	2 kpl	2067,786	2543,38
kaikki yhteensä			31428,04	38656,49

5 KÄYTTÖOHJE

Käyttöohje on liitteenä 8, sillä se on täysin itsenäinen ja erillinen dokumentti. Ohjeessa on kerrottu huomioitavia asioita opetusympäristöstä sekä sen käyttöön liittyvistä asioista. Liitteenä 9 on lyhennetty käyttöohje, joka on tarkoitus kiinnittää jokaiseen koteloon.

Käyttöohje luovutettiin opinnäytetyön valvovalle opettajalle sähköisessä muodossa, jotta siihen on mahdollista tehdä muutoksia, mikäli laitteistoon tehdään muutoksia. Tehdessä muutoksia opetusympäristöön tai lisättäessä siihen ulkoisia laitteita on nekin mahdollista päivittää ohjeeseen, jolloin ohjeesta on hyötyä mahdollisimman paljon.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella DALI-opetusympäristö ja tehdä käyttöohje siihen. Suunnittelun lähtökohtana oli tieto DALI-komponenteista, jotka opetusympäristöön tulisi sisällyttää. Pääkoteloita oli tarkoitus tehdä 10 kappaletta ja yksittäisille komponenteille tulisi kullekin oma kotelonsa. DALI-opetusympäristön suunnittelu onnistui hyvin ja lopputuloksena saatiin siistin ja selkeän näköinen laitteisto. Suunnittelu eteni alusta alkaen hyvin, mutta jatkuvat muutokset siihen, mitä opetusympäristöltä haluttiin, aiheuttivat sen, että pääkotelon osalta tehtiin monta komponenttien sijoittelukaaviota ennen lopullista versiota.

Käyttöohjeesta tuli varsin tiivis sisällöltään, sillä opetusympäristön käytön aloittaminen on hyvin helppoa. Verrattaessa DALI:n ja muiden kiinteistöissä yleisesti käytettyjen väylien käyttöönottoa, on DALI niistä selvästi helpoimpia. Tähän vaikuttaa myös Helvarin Toolbox-ohjelman helppokäyttöisyys ja selkeys.

Opetusympäristön suunnitteluun saatiin rahallista avustusta Sähköturvallisuuden edistämiskeskukselta, STEK ry:ltä. Tampereen ammattikorkeakoulu sai lahjoituksena opetusympäristöön komponentteja Enstolta. Myös Helvar tuki Tampereen ammattikorkeakoulua rahallisesti DALI-komponenttien hankinnassa. Johtuen Enston ja Helvarin avustuksista opetusympäristössä on käytetty paljon kyseisten valmistajien komponentteja.

Jotta opetusympäristöstä saatu hyöty opetustilanteissa olisi mahdollisimman suuri, olisi ollut hyvä, että siinä olisi käytetty myös muiden kuin Helvarin DALI-komponentteja, sillä usein todellisissa kohteissa ja työmailla on muitakin kuin vain yhden valmistajan komponentteja. Jatkossa tämä epäkohta kuitenkin hieman korjaantunee, kun opetusympäristöön hankitaan valaisimia.

Opetusympäristön lopullinen hyödyllisyys tulee selviämään vasta, kun sitä aletaan käyttää opetuksessa. Tätä kirjoitettaessa Tampereen ammattikorkeakoululla on suunnitelmana aloittaa DALI-opetusympäristön käyttö opetuksessa syksyllä 2011.

LÄHTEET

ABB. 2006. Sähkömiehen taskukirja. Vaasa: Citec Information Oy Ab

DALI manual. 2001. Richard Pflaum Verlag, München

Helvar. Digidim short form. Esitysaineisto.

Helvar. 2009. Lighting System Components.

Helvar. Valokoulu 2005 DALI materiaali. Esitysaineisto.

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. 2009. IP-numeroiden merkitys. Luettu 10.12.2010.

http://www.sahkoturva.info/sahkon_kaytto_kotona/sahkolaitteiden_ip_luokitus/fi_FI/ip_numeroiden_merkitys/

Piikkilä, V. & Sahlstén, T. 2006. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. ST-Käsikirja 21. Espoo: Sähköinfo Oy.

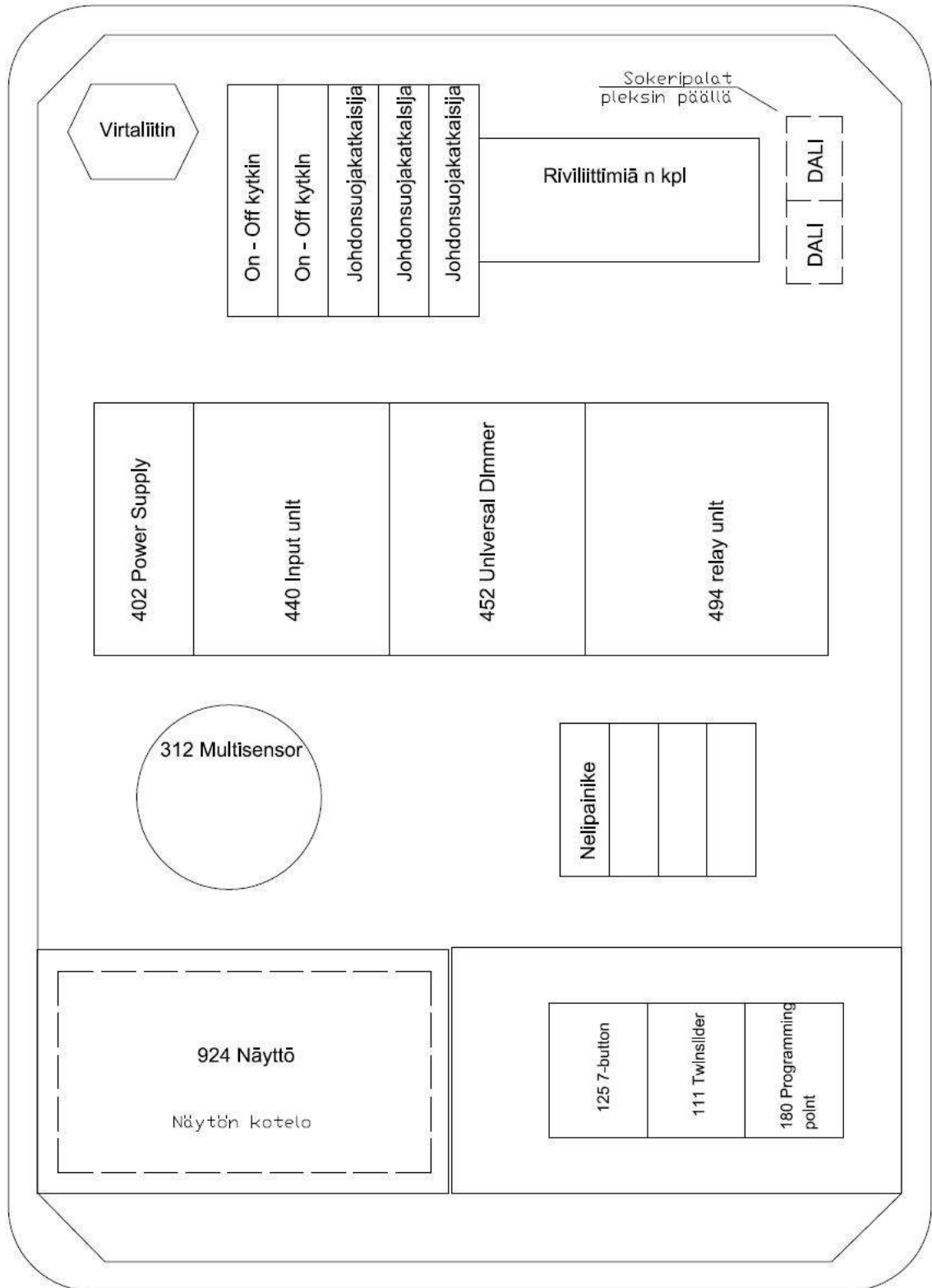
SFS 6000. Pienjännitesähköasennukset. 2007. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS 60335. Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus. 2003. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

DALI	Digital Addressable Lighting Interface, digitaalinen osoitteellinen valaistus liityntärajapinta
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähköalan standardointijärjestö
LON	Local Operating Network, rakennusautomaatioväylä
KNX	Konnex Networks, rakennusautomaatioväylä
CE-merkki	valmistajan vakuutus, että tuote täyttää Euroopan unionin vaatimukset
polariteettiriippumattomuus	plus- ja miinusjohdin voidaan kytkeä ristiin ilman haittaa
IP-luokka	sähkölaitteen tiiviyden ilmaiseva luokitus
DIL-kytkin	Dual In Line, piirikortille juotettava pieni kytkin, jossa useampia kytkimiä vierekkäin

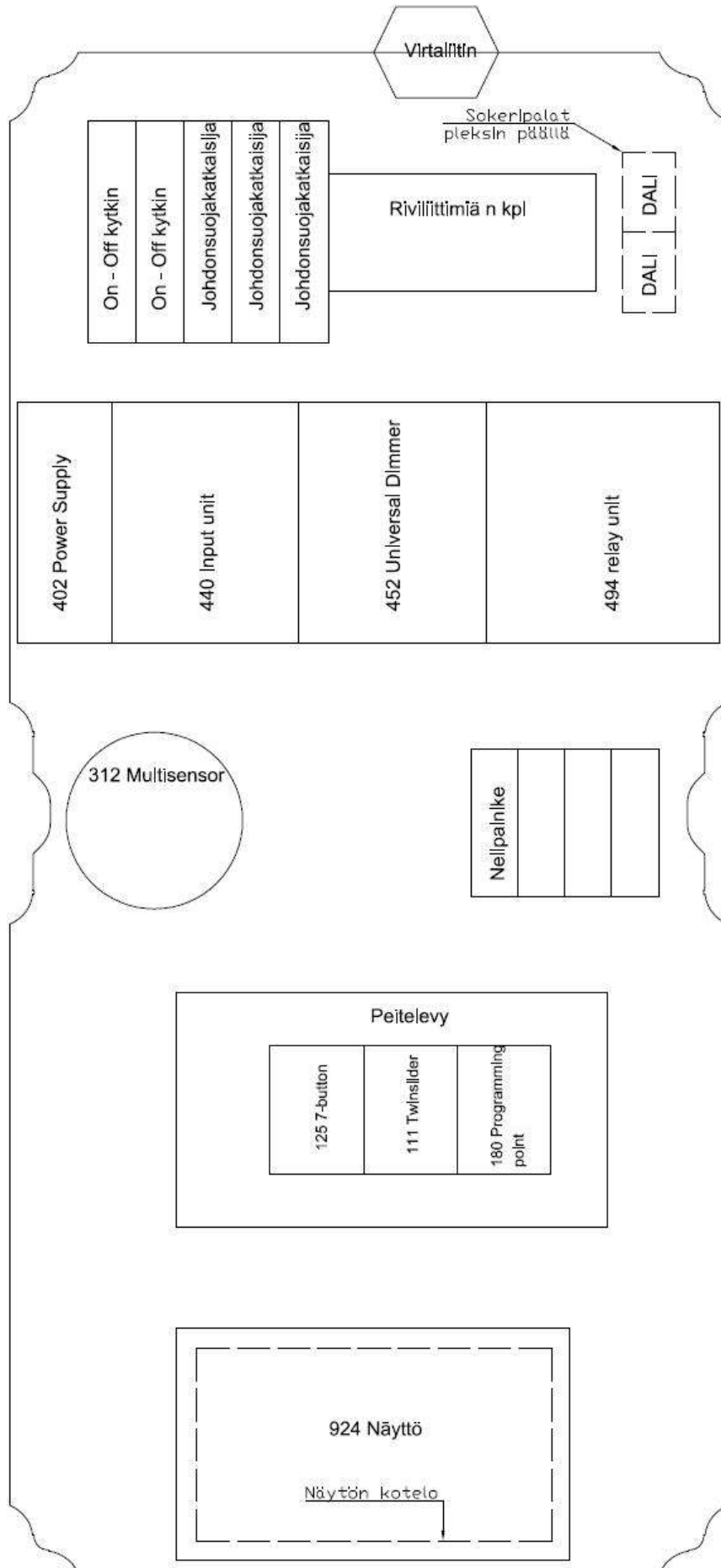
KOMONENTTIEN SIOITTELUKAAVIO, 1. VAIHTOEHTO

LIITE 2



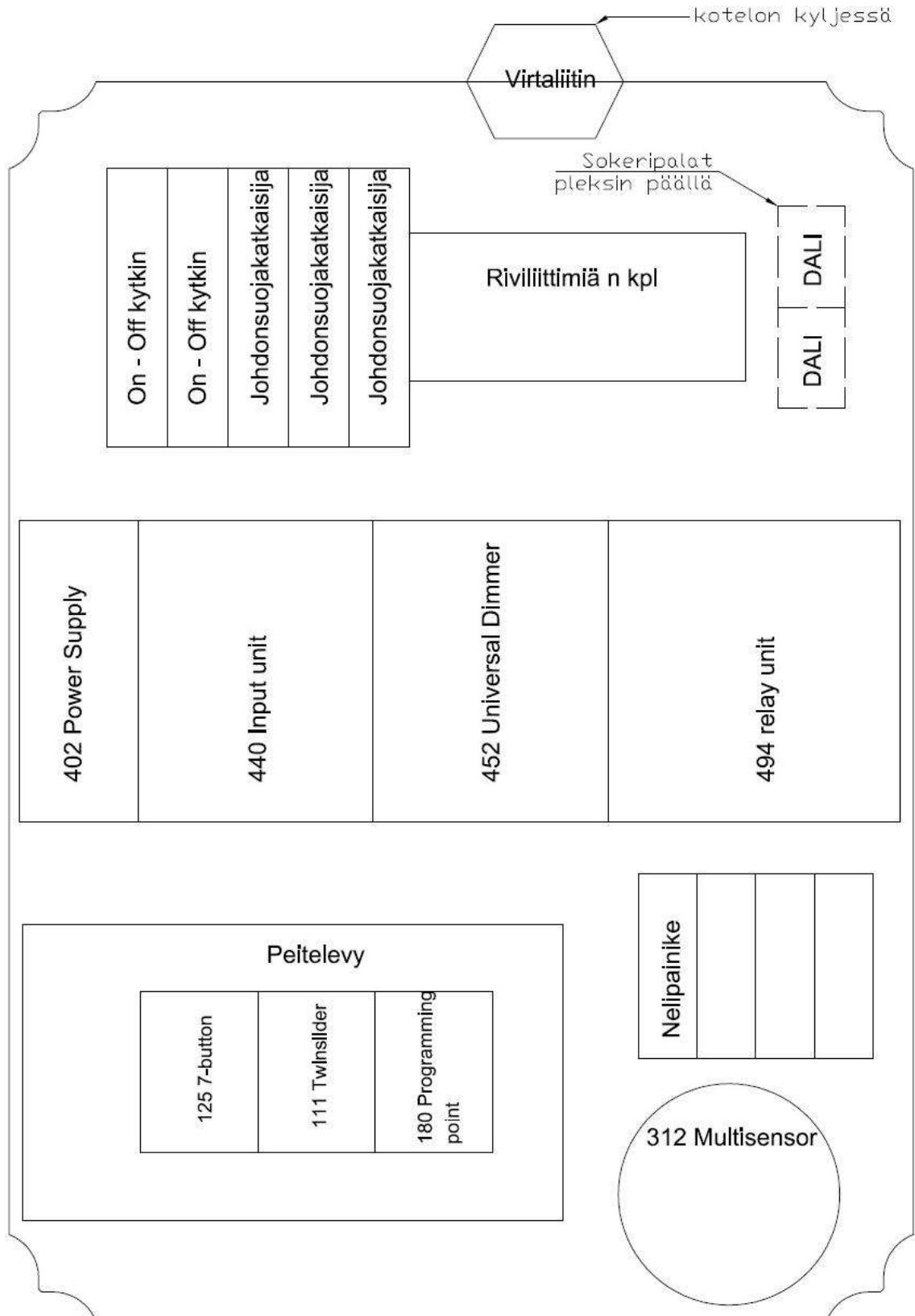
KOMONENTTIEN SIOITTELUKAAVIO, 2. VAIHTOEHTO

LIITE 3



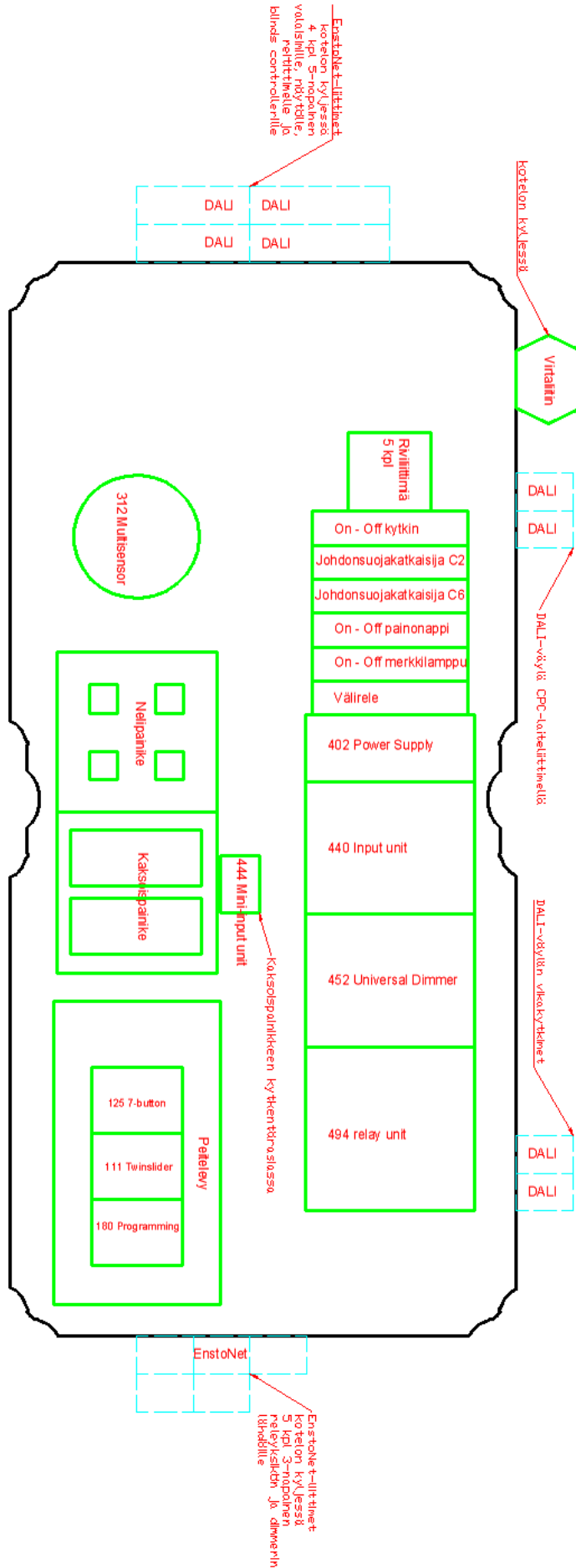
KOMONENTTIEN SIOITTELUKAAVIO, 3. VAIHTOEHTO

LIITE 4



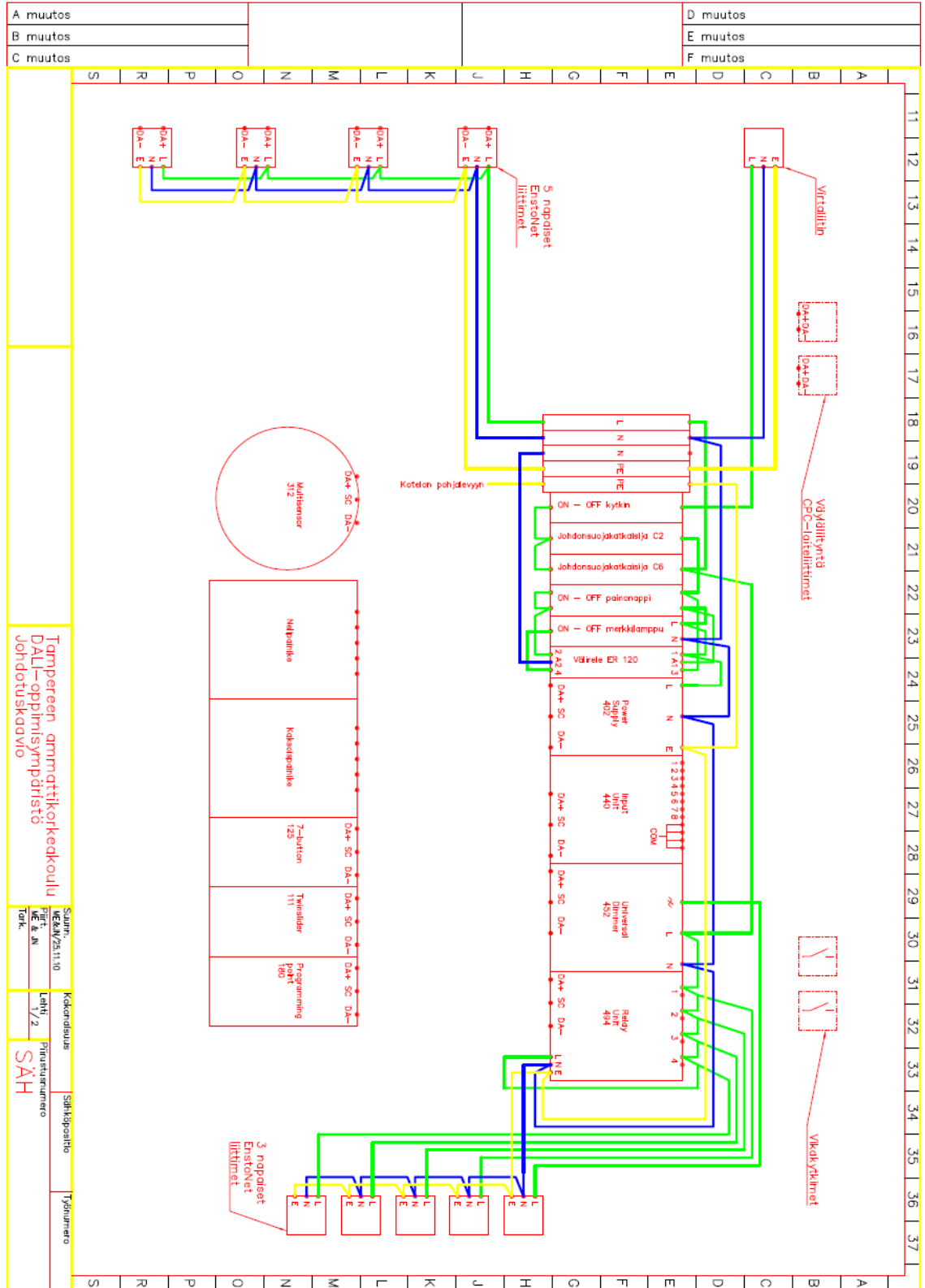
KOMPONENTTIEN SIOITTELUKAAVIO, 4. VAIHTOEHTO

LIITE 5



PIIRIKAAVIO 1: VERKKOJÄNNITE

LIITE 6



A muutos	
B muutos	
C muutos	

D muutos	
E muutos	
F muutos	

Tampereen ammattikorkeakoulu
DALI-oppimisympäristö
Johdotuskaavio

Suunn.	MEK/25.11.10
Proj. & N.	
Tark.	

Kokonaus	Lehti
	1/2

Sähkötöistä
Pilausnumero
SÄH

Sähkötöistä	Työnumero
-------------	-----------

KÄYTTÖOHJE

DALI-OPETUSYMPÄRISTÖ

KÄYTTÖOHJE
SISÄLLYS

LIITE 8: 2 (20)

1 KÄYTÖN ALOITTAMINEN	46
2 KOTELOIDEN LIITTÄMINEN TOISIINSA.....	48
3 LAITTEISTON TEKNISET TEDOT	50
3.1 Teholähde	50
3.2 Releyksikkö.....	51
3.3 1000 W yleissäädin	52
3.4 Sisäänmenoyksikkö.....	53
3.5 Minisisäänmenoyksikkö.....	55
3.6 Multisensori	55
3.7 Kaksoisliukusäädin	57
3.8 7-painike.....	57
3.9 Ohjelmointiliityntäpiste.....	57
3.10 Reititin.....	59
3.11 Verhomoottoriohjain	60
3.12 Kosketusnäyttö	61
LÄHTEET	63

KÄYTTÖOHJE

1 KÄYTÖN ALOITTAMINEN

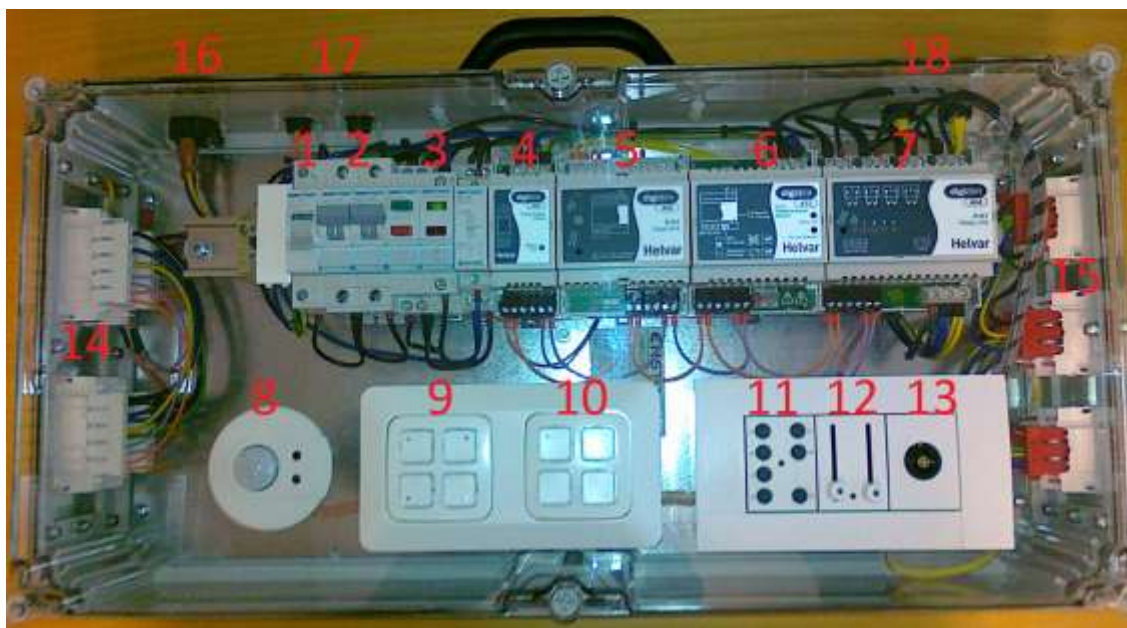
LIITE 8: 3 (20)

DALI-opetusympäristön käyttöä aloitettaessa kytketään sähköjohto kotelosta pistorasiin. Sähköjohdon kytkemisen jälkeen DALI-teholähde on mahdollista kytkeä päälle on-painikkeesta painamalla (kuva 1), jolloin vihreä merkkilamppu syttyy. Sähkökatkon tai sähköjohdon irrottamisen jälkeen teholähde on aina laitettava uudelleen päälle. Sähköjohdon kytkemisen jälkeen liitetään ohjelmointikaapeli ohjelmointiliityntäpisteen ja tietokoneen välille.



KUVA 1. Teholähteen on- ja off-kytkimet sekä merkkilamput (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

Pääkotelon komponentit on numeroitu kuvaan 2. Kuvan alapuolella on nimetty numeroitujen komponenttien nimet.



KUVA 2. Pääkotelon komponentit (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

- 1 Kotelon pääkytkin
- 2 Johdonsuojakatkaisijat
- 3 DALI-teholähteen on-off –kytkin ja merkkilamppu sekä välipiirin rele
- 4 DALI-teholähde 402
- 5 DALI-sisäänmenoyksikkö 440
- 6 DALI-1000W yleissäädin 452
- 7 DALI-releyksikkö 494
- 8 DALI-multisensori 312
- 9 Nelipainike (kytketty sisäänmenoyksikköön)
- 10 Kaksoispainike (kytketty minisisäänmenoyksikköön)
- 11 DALI-7-painike 125
- 12 Kaksoisliukusäädin 111
- 13 Ohjelmointiliityntäpiste 180
- 14 Viisinapaiset EnstoNet-liittimet
- 15 Kolmenapaiset EnstoNet-liittimet
- 16 Virtaliitin
- 17 CPC-laiteliittimet
- 18 Vikakytkimet

2 KOTELOIDEN LIITTÄMINEN TOISIINSA

Koteloita on mahdollista kytkeä toisiinsa viisinaapaisten EnstoNet-liittimien (kuva 3) tai neljänapaisten CPC-laiteliittimien (kuva 4) kautta. Viisinapaisissa EnstoNet-liittimissä on DALI-väylän lisäksi myös verkkojännitteen vaihe, nolla ja suojamaa. Neljänapaissaisissa CPC-laiteliittimissä on vain DALI-väylä, eli kaksi nastaa on kytkemättä. Kytettäessä opetusympäristön pääkotelo johonkin toiseen pääkoteloon tai reitittimeen, on huolehdittava siitä, että vain yksi DALI-teholähde on kerrallaan päällä. Reitittimessä on sisäänrakennetut DALI-teholähteet sen molemmille linjoille. Mikäli molemmissa liitettävistä koteloista on jo DALI-teholähde päällä, on se jommastakummasta sammutettava off-painikkeella. DALI-teholähteen ollessa päällä palaa vihreä merkkilamppu ja sen ollessa pois päältä palaa punainen merkkilamppu.



KUVA 3. Viisinapaiset EnstoNet-liittimet (Kuva: Jarno Nurmio 2011)



KUVA 4. Neljännapaiset CPC-laiteliittimet vasemmalla sekä virtaliitin (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

3 LAITTEISTON TEKNISET TEDOT

Opetusympäristön käyttöjännite on 230 voltia ja 50 hertsiä. Ylikuormitussuojana pääkotelossa on käytetty kuuden ampeerin johdonsuojakatkaisijaa.

Kaikki opetusympäristön DALI-komponentit ovat Helvarin valmistamia. Komponentit, lukuun ottamatta reitittämiä, verhomoottoriohjaimia ja kosketusnäyttöä, on sijoitettu koteloihin, joita on yhteensä 10 kappaletta. Kotelot ovat kalustukseltaan kaikki samantyyppisiä. Reitittimillä, verhomoottoriohjaimilla ja kosketusnäytöllä on jokaiselle oma kotelonsa. Pääkotelon vikakytkimistä toisen avulla saa katkaistua DALI-väylän plusjohtimen ja toisen avulla miinusjohtimen.

3.1 Teholähde

Teholähde 402 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperheen DIN-kiskoasenteinen 250 milliampeerin DALI-teholähde, joka on kuvassa 5. Sen tehtävänä on tuottaa virta, jonka väylän komponentit tarvitsevat, kuitenkin korkeintaan 250 mA. Yhdessä väylässä voi olla korkeintaan yksi teholähde, muuten väylän maksimivirta ylittyy. Teholähde on oikosulku- ja ylikuormitussuojattu, ja sen verkkosyöttö tulee olla suojattu. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on kahden ampeerin johdonsuojakatkaisija. Teholähteen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. (Lighting System Components 2009, 46.)



KUVA 5. Teholähde (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

3.2 Releyksikkö

Kuvassa 6 on releyksikkö 494, joka on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on neljä toisistaan eristettyä ohjelmoitavaa relälähtöä, jotka voivat kytkeä maksimissaan 10 ampeeria resistiivistä kuormaa. Releet ovat keskenään eristettyjä, mikä mahdollistaa eri-vaiheiset jännitteet. Releet ovat tavallisesti auki-tilassa. Releyksikössä olevat LEDit palavat kyseisen releen ollessa kytkettynä. Verkkosyötön tulee olla sulakesuojattu, mihin valmistaja suosittelee kuuden ampeerin johdonsuojakatkaisijaa, ja kaikkien kaapelointien on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. Releyksikön DALI-virrankulutus on kaksi milliampeeria. Releyksikön IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Releyksikkö asennetaan DIN-kiskolle. (Lighting System Components 2009, 25.)



KUVA 6. Releysesikkö, jossa lähdöt yläreunassa ja DALI-väylä ja verkkojännite alareunassa (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

3.3 1000 W yleissäädin

Kuvassa 7 on 1000 W yleissäädin 452, joka on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla voidaan ohjata hehku- ja halogeenilamppuja, joiden yhteenlaskettu teho on korkeintaan 1000 VA. Vaiheohjaus on mahdollista valita joko nousevasta tai laskevasta aallosta laitteessa olevalla kytkimellä. Säädin on oikosulku- ja ylikuumentumissuojattu, ja sen verkkosyöttö tulee olla suojattu. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on kuuden ampeerin johdonsuojakatkaisija. Kaikkien säätimen kaapelointien on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. 1000 W yleissäätimen DALI-virrankulutus on kaksi milliampeeria. Säätimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 5 kV. Säädin asennetaan DIN-kiskolle. (Lighting System Components 2009, 20.)

Säätimeen on mahdollista ohjelmoida maksimi- ja minimitasot, nousuajat sekä valaistustilanteet ja -ryhmät. Myös säätimen tilannetiedot ovat ohjelmoitavissa. Sähkökatkon

KÄYTTÖOHJE

LIITE 8: 10 (20)

jälkeisen tilanteen voi määrittellä ennalta tai käyttää sähkökatkoa edeltänyttä tilaa. Mikäli käytössä on pieni järjestelmä, voidaan säätimen osoite valita suoraan laitteessa olevalla osoitevalitsin kytkimellä, mikä helpottaa ja nopeuttaa ohjelmointia. (Lighting System Components 2009, 20.)



KUVA 7. Yleissäädin, jossa säädettävän lähdön liittimet ylhäällä ja DALI-väylän liittimet alhaalla (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

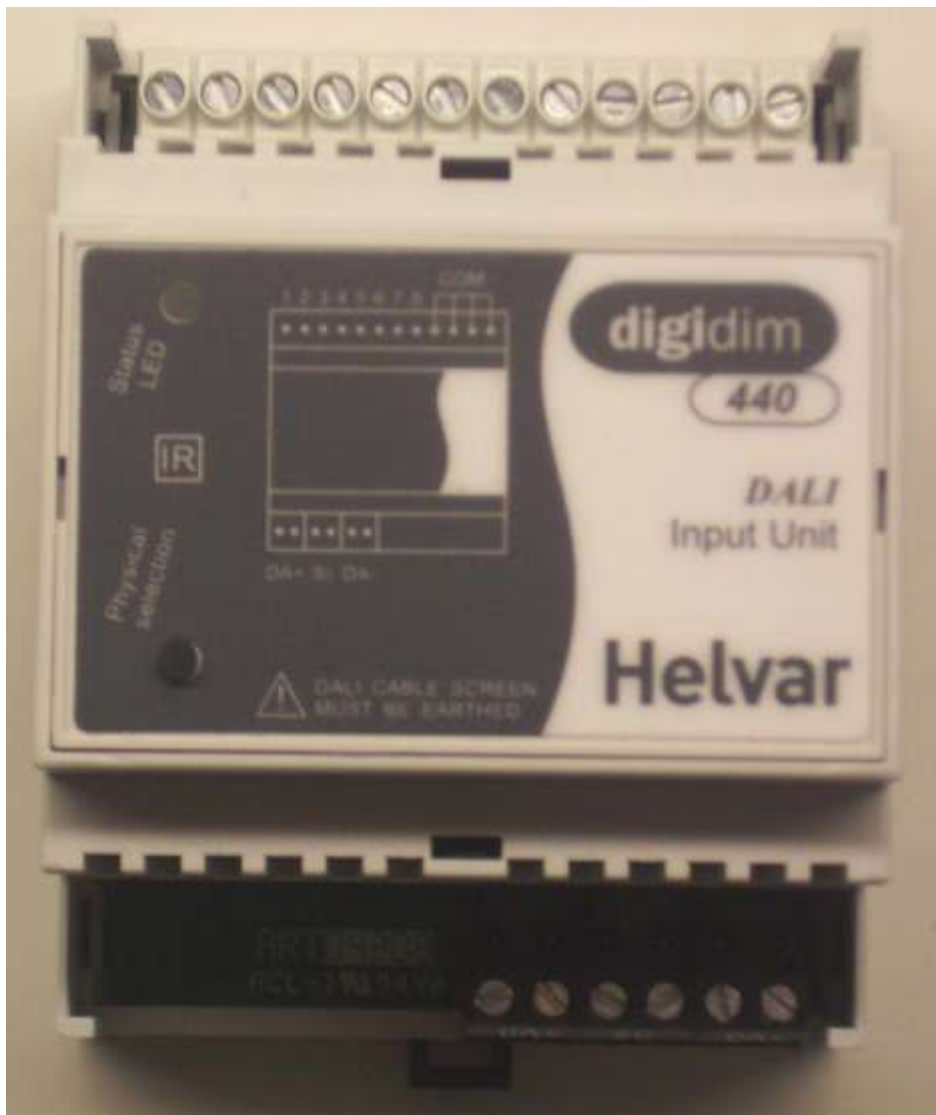
3.4 Sisäänmenoyksikkö

Sisäänmenoyksikkö 440, joka on kuvassa 8, on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla DALI-järjestelmään saadaan lisättyä kahdeksan kappaletta tavallisia painonappe

KÄYTTÖOHJE

LIITE 8: 11 (20)

ja, kytkimiä, sensoreita yms. laitteita. Toimilaitteen ja sisäänmenoyksikön välisen kaapelin suurin sallittu pituus on 50 m. Sisäänmenoyksikön sisääntuloliittimien jännite on 5 voltia kun sisääntulo on auki, muulloin jännite on alle 2 V. Sisäänmenoyksikön DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan DIN-kiskolle. Sisäänmenoyksikön IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Ylijännitesuoja on ± 35 V ja oikosulkuvirta on korkeintaan 0,5 mA. Sisäänmenoyksikön SC-liittimen on oltava maadoitettu. (Lighting System Components 2009, 47.)



KUVA 8. Sisäänmenoyksikkö, jonka tulojen liittimet ovat ylhäällä ja DALI-väylän liittimet alhaalla (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

3.5 Minisisäänmenoyksikkö

Kuvassa 9 oleva minisisäänmenoyksikkö 444 kuuluu Helvarin DIGIDIM-tuoteperheeseen. Sen avulla DALI-järjestelmään saadaan lisättyä neljä kappaletta tavallisia painonappeja, kytkimiä, sensoreita, ajastimia tms. laitteita. Häiriöiden välttämiseksi laitteen ja minisisäänmenoyksikön välisiä johtimia ei saa jatkaa. Minisisäänmenoyksikön sisääntuloliittimien jännite on 5 voltia, kun sisääntulo on auki, muulloin jännite on alle 0,3 V. Minisisäänmenoyksikön DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan kojeen taakse. Minisisäänmenoyksikön IP-luokka on IP20, ja sen jännite-eristys on 1,5 kV. Ylijännitesuoja on ± 7 V ja oikosulkuvirta on korkeintaan 0,5 mA. Käytettävien kytkinten ja johtojen on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. (Lighting System Components 2009, 48.)



KUVA 9. Minisisäänmenoyksikkö (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

3.6 Multisensori

Multisensori 312, joka on kuvissa 10 ja 11, on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Se sisältää valontunnistimen, liiketunnistimen ja kauko-ohjaimen infrapunavastaanottimen. Multisensorin avulla on mahdollista toteuttaa vakiovalo-ohjaus, jolloin keinovalon määrää vähennetään automaattisesti, kun huoneeseen tulee paljon luonnonvaloa. Multisensorin asetukset voidaan määrittää joko sen takana sijaitsevilla DIL-kytkimillä, kauko-ohjaimella tai Toolbox-ohjelmalla. Vain Toolbox-ohjelman avulla on mahdollista säätää kaikkia laitteen asetuksia vapaasti. Multisensorin DALI-virrankulutus on 15 mA, ja sen IP-luokka on IP30. Käytettävien johdinten on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. (Lighting System Components 2009, 44.)



KUVA 10. Multisensori etupuolelta kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)



KUVA 11. Multisensori takapuolelta kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

KÄYTTÖOHJE

LIITE 8: 14 (20)

3.7 Kaksoisliukusäädin

Kuvissa 12 ja 13 näkyvä kaksoisliukusäädin 111 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on kaksi liukusäädintä, joiden avulla voidaan sytyttää ja sammuttaa valaisimia tai valaisinryhmiä sekä säätää valaisimien lamppujen kirkkautta. Kaksoisliukusäätimen DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan. Säätimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaapeloinnin täytyy olla hyväksytty verkkojännitteelle. (Lighting System Components 2009, 42.)

3.8 7-painike

Kuvissa 12 ja 13 näkyvä 7-painike 125 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on neljä tilannekutsupainiketta, ylös- ja alas -painikkeet sekä pois päältä -painike. 7-painikkeen DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan. Painikkeen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaapeloinnin täytyy olla hyväksytty verkkojännitteelle. (Lighting System Components 2009, 42.)

3.9 Ohjelmointiliityntäpiste

Kuvissa 12 ja 13 näkyvä ohjelmointiliityntäpiste 180 on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla saadaan liitettyä tietokone DALI-väylään järjestelmän ohjelmointiseksi esimerkiksi Toolbox-ohjelmalla. Ohjelmointiliityntäpisteen DALI-virrankulutus on 10 milliampeeria, ja se asennetaan kojerasiaan. Sen IP-luokka on IP30 ja jännite-eristys 4 kV. Kaapeloinnin täytyy olla hyväksytty verkkojännitteelle. (Lighting System Components 2009, 42.)



KUVA 12. Vasemmalta lueteltuna ohjelmointiliityntäpiste, 7-painike ja kaksoisliukusäädin peitelevyn alle asennettuna edestäpäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)



KUVA 13. Vasemmalta lueteltuna kaksoisliukusäädin, 7-painike ja ohjelmointiliityntäpiste peitelevyn alle asennettuna takaapäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

3.10 Reititin

Reititin 910, joka on kuvassa 14, on Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla saadaan liitettyä useampia DALI-väyliä yhteen. Yhteen reitittimeen on mahdollista kytkeä kaksi DALI-väylää, eli yhteensä 128 DALI-laitetta. Kytkemällä useampia reitittimiä yhteen 10/100 Mbps ethernet-kytkimien avulla, voidaan rakentaa jopa 12 800 DALI-laitteen kokonaisuuksia. Reititin sisältää teholähteet molemmille siihen liitettävistä DALI-väylistä, joten on tärkeätä, että reitittimeen kytkettävässä väylässä ei ole erillistä teholähdettä. Reitittimeen voidaan kytkeä myös tietokone, jolloin järjestelmästä voidaan saada tietoja tai ohjelmointi voi tapahtua reitittimen kautta. Reitittimestä on myös liityntä OPC-serveriin tai rakennusautomaatiojärjestelmiin sekä sisäänrakennettu kello. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on neljän ampeerin johdonsuojakatkaisija. Reitittimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaikkien reitittimeen liitettävien DALI-kaapeleiden on oltava verkkojännitteelle hyväksytyjä. (Lighting System Components 2009, 10.)



KUVA 14. Reititin (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

Reitittimiä on opetusympäristössä yhteensä kaksi kappaletta. Kumpikin niistä on sijoitettu omaan 250 mm kertainen 125 mm kokoiseen Enston Cubo S -koteloonsa. Kotelossa on liityntä EnstoNet-liittimellä, jonka kautta reitittimelle tuodaan verkkojännite ja DALI-väylä. EnstoNet-liitin näkyy kuvassa 15.



KUVA 15. EnstoNet-liitin (Kuva: Jarno Nurmio 2011)

3.11 Verhomoottoriohjain

Kuvassa 16 oleva verhomoottoriohjain 490 on osa Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Sen avulla voidaan ohjata esimerkiksi valkokankaita ja pimennysverhoja DALI-väylän kautta. Verhomoottoriohjaimessa on kaksi kanavaa, eli sillä voidaan ohjata kahta moottoria ylös- tai alaspäin. Virheellinen ohjaus suuntaa vaihdettaessa on estetty. Kanavat ovat keskenään eristetyt, mikä mahdollistaa erivaiheiset jännitteet. Yhden releen maksimikuorma on 550 wattia. Releen ollessa kytkettynä palaa kyseisen releen LED-merkkivalo. Verhomoottoriohjain asennetaan DIN-kiskolle ja sen DALI-virrankulutus on 2 mA. Valmistajan suositus verkkosyötön suojaamiseksi on kuuden ampeerin johdonsuojakatkaisija. Verhomoottoriohjaimen IP-luokka on IP30, ja sen jännite-eristys on 4 kV. Kaapeloinnin on oltava verkkojännitteelle hyväksytty. (Lighting System Components 2009, 23.)

KÄYTTÖOHJE

LIITE 8: 18 (20)

Verhomoottoriohjaimia on opetusympäristössä yhteensä kaksi kappaletta. Kumpikin niistä on sijoitettu omaan 300 mm kertaa 200 mm kokoiseen Enston Cubo O - koteloonsa. Kotelossa on liityntä EnstoNet-liittimellä, jonka kautta reitittimelle tuodaan verkkojännite ja DALI-väylä.



KUVA 16. Verhomoottoriohjain (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

3.12 Kosketusnäyttö

Kuvissa 17 ja 18 näkyvä kosketusnäyttö 924 on osa Helvarin DIGIDIM-tuoteperhettä. Siinä on 3,5 tuuman ja 65 000 värin LCD-kosketusnäyttö, jonka avulla voidaan ohjelmoida ja hallita DALI-järjestelmää sekä saada tietoa järjestelmän toiminnasta ja tilasta. Sen avulla voidaan kutsua ennalta asetettuja valaistustilanteita tai syyttää, sammuttaa ja säätää yksittäisiä valaisimia. Kosketusnäyttö tarvitsee oman DALI-teholähteen. Kosketusnäytön IP-luokka on IP30, ja se asennetaan kaksoiskojerasiaan. (Lighting System Components 2009, 54–55.)

KÄYTTÖOHJE

LIITE 8: 19 (20)

Opetusympäristössä on yksi kosketusnäyttö, joka on sijoitettu teholähteensä kanssa 125 mm kertaa 250 mm kokoiseen Enston Cubo S –koteloon. Kotelossa on yksi EnstoNet-liitin, jonka kautta koteloon tuodaan DALI-väylä ja verkkojännite.



KUVA 17. Kosketusnäyttö edestäpäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)



KUVA 18. Kosketusnäyttö takaapäin kuvattuna (Kuva: Jarno Nurmio 2010)

KÄYTTÖOHJE

LIITE 8: 20 (20)

LÄHTEET

Helvar. 2009. Lighting System Components.

HUOM!

YHDISTETTÄESSÄ DALI-YMPÄRISTÖJÄ TOISIINSA:

Kytettäessä koteloita toisiinsa vain yksi DALI-teholähde saa olla yhdessä väylässä päällä. Myös reititin sisältää sen molemmille linjoille omat sisäiset DALI-teholähteet.

Kotelon DALI-teholähde on päällä, kun sen vasemmalla puolella palaa vihreä merkkilamppu ja pois päältä punaisen merkkilampun palaessa.

DALI-teholähde on aina sähkökatkon jälkeen ”pois päältä” – tilassa. Sen saa kytkettyä päälle merkkilamppujen vasemmalla puolella sijaitsevasta vihreästä painonapista ja pois päältä punaisesta painonapista.