

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikka

Tutkintotyö

Teemu Salo

# DALI-oppimisympäristö

Työn valvoja  
Työn tilaaja  
Tampere 2006

DI Veijo Piikkilä  
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Talotekniikka

Salo, Teemu

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Kesäkuu 2006

Hakusanat

DALI-oppimisympäristö

41 sivua + 8 liitesivua

DI Veijo Piikkilä

Tampereen ammattikorkeakoulu

DALI, valaistus, valon ohjaus

## TIIVISTELMÄ

DALI on valaistuksen ohjaukseen tarkoitettu digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä. Tutkintotyön tavoitteena oli tutustua DALI- valaistuksenohjausjärjestelmään ja suunnitella sekä toteuttaa oppimiskäyttöön tarkoitettu havainnoimislaitte. Laitteen avulla opiskelijoiden on tarkoitus tutustua DALI-valaistuksenohjausjärjestelmän toimintaan käytännön tasolla. Tutkintotyössä on kerrottu DALI- järjestelmän tekniikasta ja sen toiminta-periaatteista. Työssä on myös esitelty DALI-oppimisympäristössä käytetyt komponentit. Koska DALI- oppimisympäristö on sähkölaite, on tutkintotyössä myös käsitelty sähköturvallisuusasioita joita pitää ottaa huomioon sähkölaitetta rakennettaessa.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Building Services Engineering

Salo, Teemu

Engineering thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

June 2006

Keywords

DALI learning environment

41 pages, 8 appendices

Veijo Piikkilä (M.S)

Tampere polytechnic

DALI, lighting, lighting control

## **ABSTRACT**

DALI is digital lighting control system. The purpose of my Engineer's thesis was plan and produce DALI learning environment. With this device students can learn how the DALI system works in practice. In my Engineer's thesis I have presented the DALI system's technique and principles. DALI learning environment is an electric device. That's why in my thesis's also the safety things have been taken into consideration.

Tampereella 25. syyskuuta 2006

Teemu Salo

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

TIIVISTELMÄ.....	2
1 JOHDANTO .....	6
2 YLEISTÄ .....	7
3 HISTORIAA .....	8
4 TEKNIikka .....	8
4.1 Standardointi .....	8
4.2 Digitaalinen ohjaussignaali.....	10
4.3 Osoitteen rakenne .....	14
4.4 Johdotus.....	14
5 DALI JA RAKENNUSAUTOMAATIO .....	16
5.1 DALI erillisenä järjestelmänä.....	16
5.2 DALI erillisenä alajärjestelmänä .....	17
5.3 DALI pelkkänä alajärjestelmänä rakennusautomaatiossa .....	18
6 DALI-OPPIMISYMPÄRISTÖ.....	19
6.1 Yleiskuvaus .....	19
6.2 DALI-komponentit.....	20
6.3 Ohjelmisto .....	24
6.4 Laitteen kokoonpano .....	26
6.5 Demo-ympäristö verrattuna oikeaan ympäristöön .....	29
7 SÄHKÖTURVALLISUUS .....	31
7.1 Sähkölaitteiden yleinen vaatimus .....	31
7.2 Sähkölaitteen kotelointi .....	31
7.3 Suojausluokka.....	34
7.3 Laitteen merkitseminen ja ohjeet.....	35
8 YHTEENVETO .....	37
LÄHTEET.....	39
LIITTEET .....	41

## 1 JOHDANTO

Valaistus on nykyään meille kaikille osa arkipäivää. Harvoin tulee ajateltua, kuinka tärkeä asia sähkövalon keksiminen on ollut. Sen avulla on voitu vihdoinkin työskennellä välittämättä vuorokauden ajasta, sillä enää ei ole tarvinnut elää vain päivänvalon mukaan. Varsinkin meille suomalaisille asia on ollut tärkeä, sillä pimeä talvi on Suomessa melkoisen pitkä. Sähkövalon avulla suomalaistenkin toimintakyky on talvella pidentynyt huomattavasti.

Jos entisaikaan oltiin kiitollisia siihen, että työskentelyä ja elämistä voitiin jatkaa vielä auringon laskemisen jälkeenkin, ovat asiat tätä nykyä toisin. Tekniikan kehittymisen myötä ihmisten vaatimustaso on kohonnut ja mukavuustekijät ovat yhä ratkaisevammassa asemassa laitteita hankittaessa. Valaistuksen vaatimukset ovat lisääntyneet viime vuosina kovasti. Enää ei riitä ainoastaan se, että valoa on riittävästi. Nykyään hyvältä valaistukselta vaaditaan muun muassa mukavuutta, visuaalisuutta ja ennen kaikkea energiansäästöä.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja rakentaa Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön DALI-oppimisympäristö. Sen tarkoituksena on perehdyttää opiskelijoita DALI- valaistuksenohjausjärjestelmän toimintaan. Tässä työssä käsitellään kyseisen oppimisympäristön lisäksi DALI-järjestelmän yleisperiaatteita sen tekniikkaa ja toimintaa sekä sähköturvallisuusasioita joita pitää ottaa huomioon sähkölaitetta rakennettaessa.

## 2 YLEISTÄ

DALI on lyhenne, joka tulee sanoista *Digital Addressable Lighting Interface*. Se on kiinteistötekniikkaan liittyvä digitaalinen valonohjausprotokolla. DALI on kansainvälinen standardi, sillä se on standardoitu maailmanlaajuisesti IEC 929 standardin mukaisesti. Tätä standardia kannattavat monet alan johtavat yritykset kautta maailman. Standardia suunniteltaessa haluttiin luoda yksinkertainen järjestelmä. DALI:lla ei ole siis suunniteltu monimutkaiseksi väyläjärjestelmäksi, joten sitä ei pidä verrata rakennusautomaation suunnittelukieliin kuten LON tai EIB, eikä sen tarkoituksena ole myöskään korvata pitkälle kehittyneitä valonsäätöjärjestelmiä. DALI on älykäs ja korkeatasoinen valonsäätöjärjestelmä ja se voidaan tarvittaessa liittää rakennuksen muihin hallintajärjestelmiin rakennusautomaation alijärjestelmäksi. Standardi ei kuitenkaan koske ohjausjärjestelmää itseään, vaan digitaalisesti ohjattavia liitäntälaitteita. Itse ohjausjärjestelmissä saattaa olla esimerkiksi käytettävyyden kannalta huomattaviakin eroja valmistajan mukaan.

DALI-valonohjausjärjestelmä perustuu digitaaliseen ohjaussignaaliin, jolla voidaan ohjata esimerkiksi valonsäätimiä ja valaisimien liitäntälaitteita. DALI on ominaisuuksiltaan monikäyttöisempi kuin esimerkiksi 1-10 voltin tekniikka, joten se onkin syrjäyttämässä tätä jo hieman vanhenevaa järjestelmää. DALI sopii esimerkiksi monikäyttötiloihin, joissa tarvitaan himmennettävää valonohjausjärjestelmää. Koska tällaisia tiloja käytetään erilaisiin tarkoituksiin, on hyvä että käytössä on erilaisia valmiita valaistustilanteita kaikenlaisia käyttötarkoituksia varten. DALI:n yhtenä tarkoituksena on myös se, että käyttämiseen tai käyttöönottoon ei tarvita mitään erikoistietämystä. Ohjelmoinnissa windows-ympäristön tuntemus ja asennuksessa sähkötekniikan perustiedot riittävät. /2/

### 3 HISTORIAA

1980-luvulla analogisen ohjaussignaalin rinnalle alkoi hiljalleen nousta uusi tietokoneajan tekniikka: digitaalinen ohjaus. Erimerkkisten laitteiden yhteensovittaminen oli lähes mahdotonta, sillä valonohjausprotokollat vaihtelivat valmistajan mukaan. Standardointiin ylsi tiettävästi ensimmäisenä esitystekniikan piiristä tunnettu DMX-protokolla, joka on hallinnut alansa markkinoita jo toistakymmentä vuotta. Kiinteistötekniikkaan liittyvä digitaalinen standardoitu valonohjausprotokolla sai odottaa itseään aina 1990-luvun lopulle, jolloin johtavat liitännälaittevalmistajat Helvar, Osram ja Philips alkoivat kehittää sitä yhteneviin intresseihinsä. Kehitystyön tuloksena syntyi DALI- protokolla, jonka käyttäjäksi ovat liittyneet myöhemmin kaikki merkittävät valmistajat. /1/

### 4 TEKNIikka

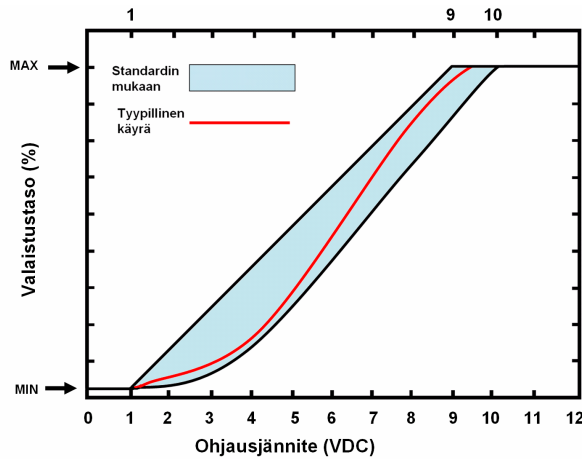
#### 4.1 Standardointi

Standardit ovat sopimuksia, jotka mahdollistavat eri valmistajien tuotteiden yhteensopivuuden. Standardointiin on useita järjestöjä, kuten YK:n alainen International Telecommunications Union (ITU). De facto-standardi syntyy taloudellisista syistä ilman järjestöjen vaatimusta. Esimerkiksi Windows on muodostunut enemmän tai vähemmän de facto-standardiksi markkinajohtajuutensa ansiosta. Standardit mahdollistavat myös pienten yritysten markkinoille pääsyn, koska protokollien kontrollointi laitevalmistajista riippumattomalla organisaatiolla.

IEC 60929-standardi määrittelee 1-10 V elektronisten liitännälaitteiden ohjauksen. Kuvassa 1 on havainnollistettu standardin mukaiset valaistus- ja jännitetasot. Standardi sallii jonkin verran poikkeamaa ideaalisesta

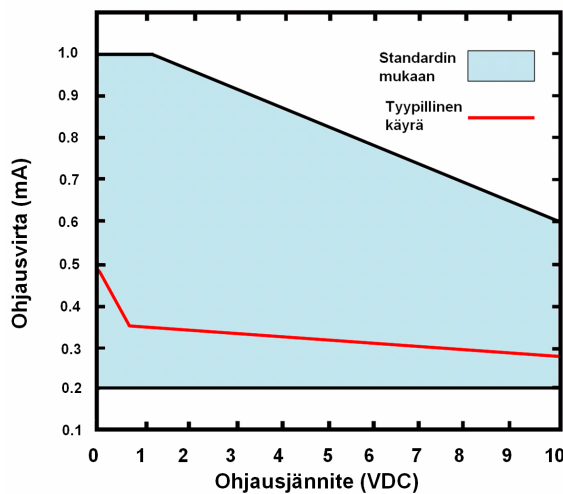


käyrästä. Pienillä tasoilla 1,5 V on pienin taso, jonka voidaan esittävän minimitasoa ja 1 V:n tasolla laitteen on oltava minimitasolla. Suurilla tasoilla 9 V on matalin signaalitaso, joka voi vastata maksimitasoa.



**Kuva 1. Standardin mukaiset valaistus- ja jännitetasot. /12/**

Standardin mukaisessa toteutuksessa kukin liitäntälaitte on virtalähde, jonka on määritelty tuottavan minimissään 0,2 mA ja maksimissaan 1 mA. Kuvassa 2 on määritelty tyypillinen laite, joka tuottaa noin 0,3 mA:n virran. Ohjain on tällöin mitoitettu pahimman vaihtoehdon mukaan. Jos ohjain on kytketty 100:aan liitäntälaitteeseen, ohjauksen täytyy kestää 100 mA:n virta alle 1 V:n jännitteellä ja 50 mA:n virta 10 V:n jännitteellä. Jos ohjain ohjaa ainoastaan yhtä liitäntälaitetta, sen täytyy toimia 0,2 mA:n virralla.



**Kuva 2. Ohjausvirta ohjausjännitteen funktiona. /12/**

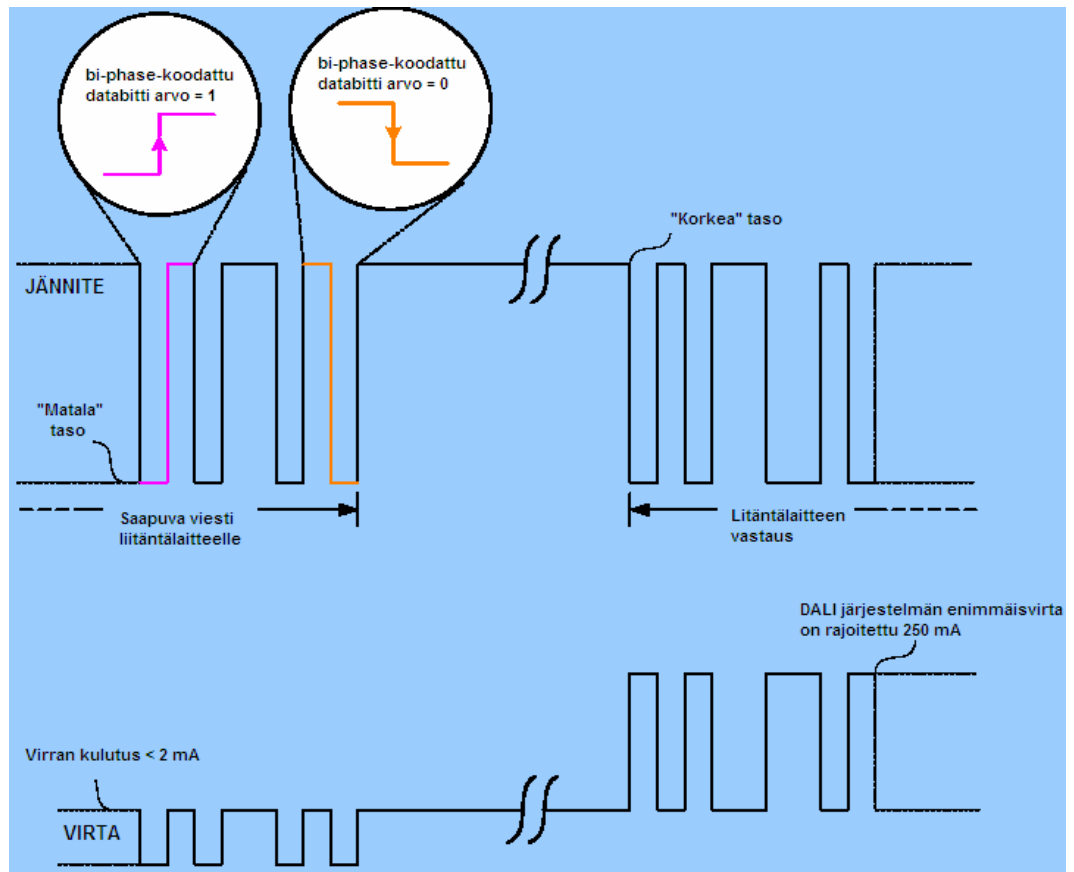
Standardi koskee myös johtimien ominaisuuksia. Sen mukaan ohjauksen johtimien pitää olla kaksoiseristetty 2 kV mukaan verkkojännitteen johdotuksesta. Ohjausjohtimien väärä napaisuus ei saa vahingoittaa liitännälaitetta. Ohjatun laitteen pitää kestää  $\pm 30$  V:n jännite ohjausjohtimissa ilman vahingoittumista.

Standardi kehitettiin purkauslamppujen valaistuksen ohjaukseen. Minimija maksimitasot riippuvat ohjattavasta lampputyypistä ja liitännälaitteen teknisestä rakenteesta. Suurpainepurkauslamppuille minimitaso pitää olla vähintään 50 %. Loistelamppuille minimitaso voi olla 1-20 % riippuen lamppu- ja liitännälaitetyypistä. Standardi määrittelee ainoastaan minimitason, joten sen mukaan ei valoa voi kytkeä pois päältä. Jotta valo voidaan kytkeä pois päältä, on tehtävä erillinen määrittely "pois päältä"-tilalle ja kuormapiirin erottamiselle. Kuormapiirin erottamisessa pitää olla varovainen, sillä elektronisilla liitännälaitteilla on hyvin suuri syöksyvirta. Tämä johtuu välipiirin energiavarastona toimivan kondensaattorin latautumisesta. Käytännössä kytkimet, releet ja kontaktorit kykenevät kytkemään rajallisen määrän liitännälaitteita. 1-10 V:n standardia voidaan käyttää myös ohjaamaan hehku- ja halogeenilamppuja. /12/

## 4.2 Digitaalinen ohjaussignaali

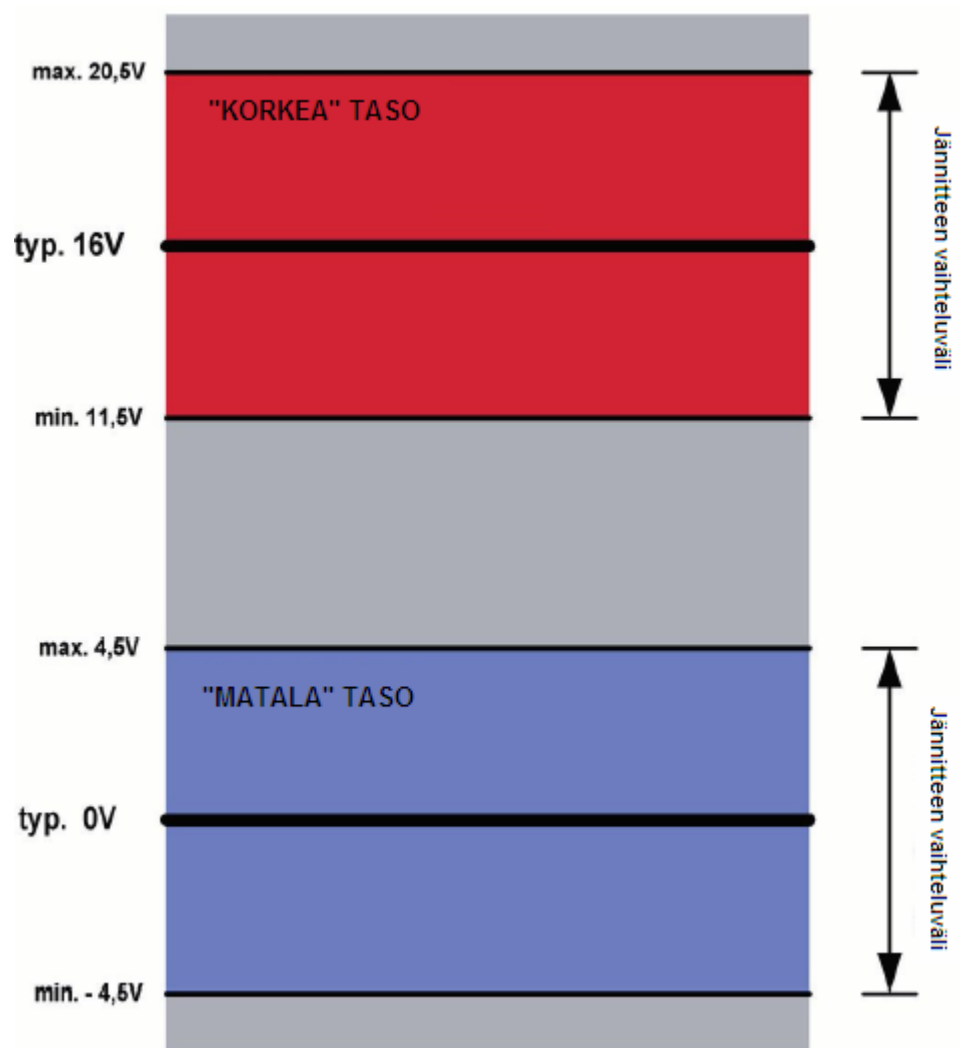
Elektroniset DALI- liitännälaitteet on kytketty ohjausyksikköön kahdella johtimella. Datapaketit sisältävät 19 bittiä, jotka mahdollistavat 1200 baudia/s siirtonopeuden ohjausyksikön ja DALI-liitännälaitteen välillä. DALI-väylässä datan siirtoon käytetään bi-phase-menetelmää, jota kutsutaan myös Manchester-koodaukseksi. Menetelmä on luotettava ja sitä käytetään myös lähes kaikissa infrapunakauko-ohjaimissa. Manchester-koodauksessa muutos signaalissa tapahtuu jokaisen bitin

keskellä. Kuvassa 3 on havainnollistettu virran ja jännitteen ominaisuuksia signaalissa. /3/



**Kuva 3. DALI-signaalin rakenne /5/**

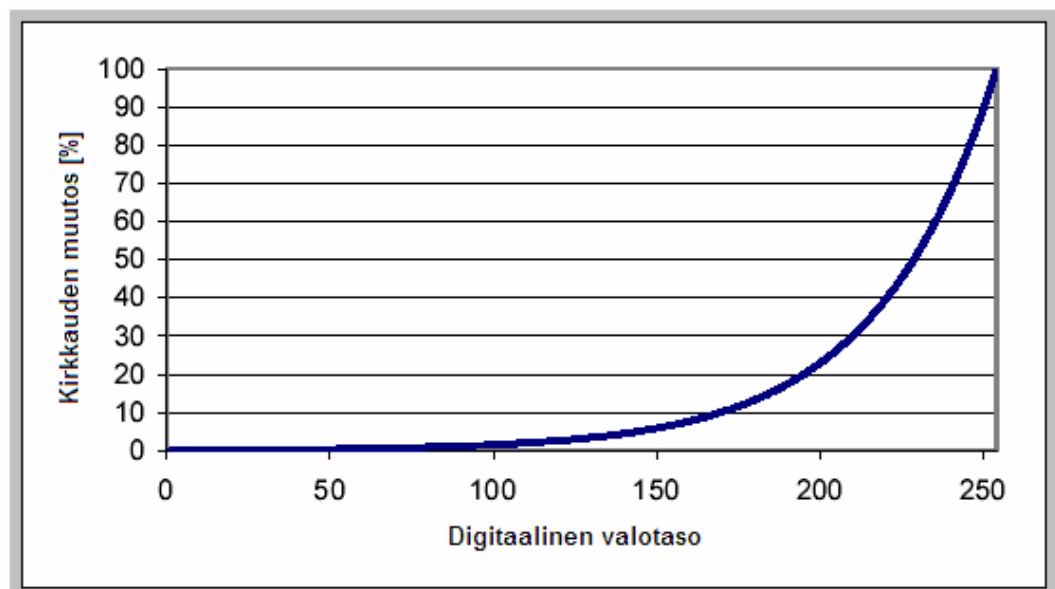
DALI- väylässä on 16V:n jännite, jonka toleranssi on esitetty kuvassa 4. Ylempi jännitetaso saattaa kuitenkin vaihdella 9,5 V:n ja 22,5 V:n välillä. Tyypillinen jännite alemmalla jännitetasolla on 0 V. Jännite saattaa vaihdella -6,5 V:n ja 6,5 V:n välillä. Ohjauspiirin suurin sallittu jännitteenalenema on 2 V. /3/



Kuva 4. DALI-linjan jännitteen vaihteluväli (Ilman sallittua 2 V:n jännitteenalenemaa) /5/

DALI-järjestelmän enimmäisvirta on rajoitettu 250 mA:iin IEC 929- standardin mukaisesti. Virran rajoituksella vältetään kytkentöjen ylikuormitusta. Yhden DALI-liitäntälaitteen virrankulutus on rajoitettu 2 mA:iin. Yhdessä DALI-järjestelmässä voi siis olla 125 DALI-liitäntälaitetta. DALI-ohjauskaapelin maksimipituus on 300 m (kun poikkipinta 1,5 mm<sup>2</sup>). Sähkömagneettiset häiriöt (EMC) eivät tuota ongelmia, koska DALI-signaalin jännite on alhainen ja siirtonopeus suhteellisen pieni eli 1200 bittiä/s. /3/

DALI-standardin mukaan liitäntälaitteet on varustettu teknisin valmiuksin himmentämään lampun valovirtaa logaritmisesti 100 prosentista 0.1 prosenttiin. Erilaisia valotasoja on 255. Ollessaan 0 arvo tarkoittaa sitä, että lamppu on sammuksissa. Arvon taas ollessa 254, on lampun kirkkaus täydet 100 prosenttia. Valotasot muuttuvat kuvan 5 mukaisesti, tällöin Ihmissilmä näkee valon muuttuvan lineaarisesti. Taulukosta 1 voi nähdä, millaista kirkkautta valotasot vastaavat. /5/



Kuva 5. Ihmissilmä näkee valon muuttuvan lineaarisesti /5/

**Taulukko 1. Yhteenveto valotasoista /5/**

Kirkkauden muutos prosentteina	0	0,1	0,5	1	3	5	10	20
Digitaalinen valotaso	0	1	60	85	126	144	170	195
Kirkkauden muutos prosentteina	30	40	50	60	70	80	90	100
Digitaalinen valotaso	210	220	229	235	241	246	250	254

### 4.3 Osoitteen rakenne

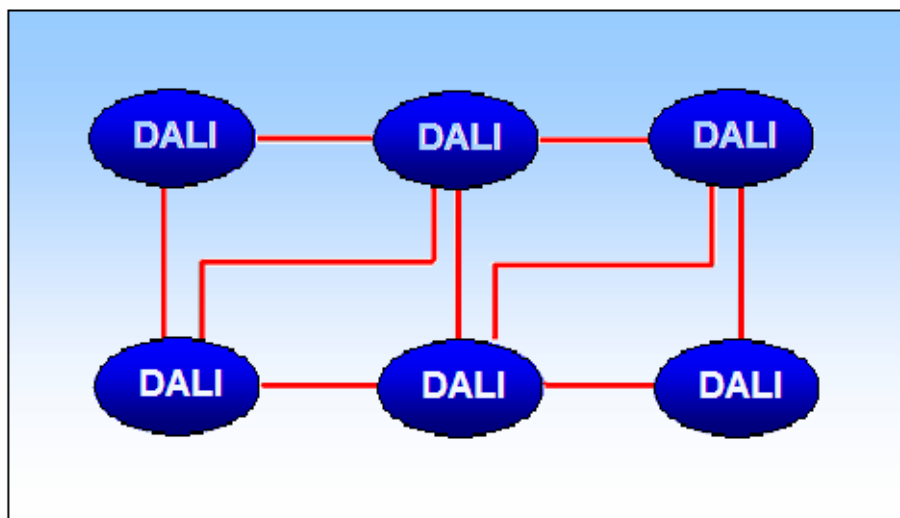
DALI-järjestelmässä jokaisella laitteella on oma osoitteensa. Tämän vuoksi voidaan tarvittaessa ohjata jotain tiettyä valaisinta yksittäisesti, vaikka se olisikin kytketty samaan DALI- väylään kuin kaikki muutkin laitteet. Siten esimerkiksi 1-10V:n järjestelmässä laitteet ovat osoitteellisia vain yhdessä, eivät yksittäin. DALI- järjestelmässä on enimmillään 64 yksittäistä osoitetta. Osoitteelliset DALI- liitäntälaitteet ja valaisimet voidaan yhdistää valaistusryhmiksi. Enimmillään yhdessä DALI- linjassa voi olla 16 valaistusryhmää. /4/

### 4.4 Johdotus

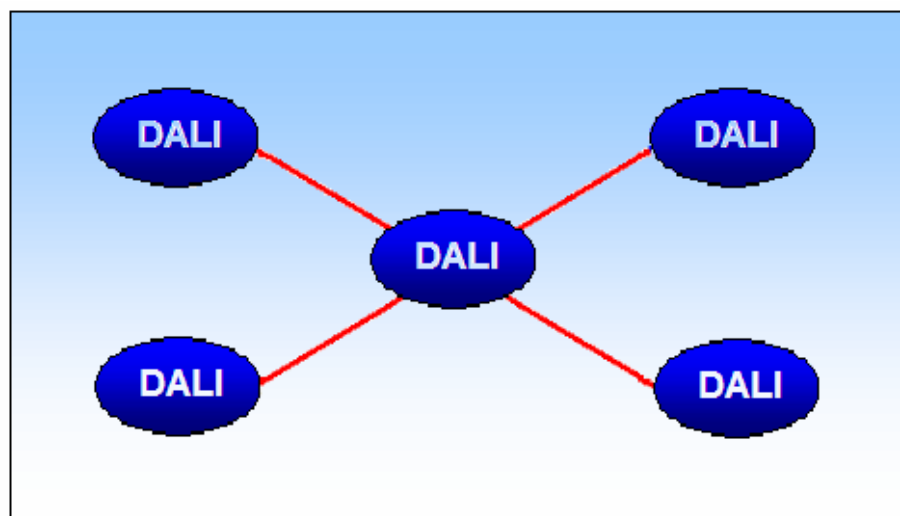
DALI-järjestelmän johdotus on yksinkertaista ja se tarjoaa joustavuutta järjestelmän suunnittelussa ja asentamisessa. DALI-linjan johdotus ei vaadi erityisjohdotusta, kuten esimerkiksi parikaapelia tai muita erikoisjohtoja, vaan voidaan käyttää standardin mukaisia kaapeleita ja johtimia. Valaisimiin kytketään normaaliin tapaan vaihe-, nolla- ja suojajohdin. Lisäksi kytketään myös kaksi johdinta digitaalisignaalia varten. Digitaalisignaalin hyvän häiriönsietokyvyn ansiosta voivat verkojännitteiset johtimet olla samassa putkessa tai saman kaapelivaipan

alla kuin digitaalisignaalia kuljettavat johtimet. Tällöin on siis mahdollista käyttää esimerkiksi normaalia MMJ 5x1,5m<sup>2</sup>:n kaapelia.

Kytentäjäjärjestys voidaan ottaa huomioon suunnittelussa myöhemmin, koska DALI- järjestelmässä sallitaan sarja- ja tähtikytkentä. (Kuvat 6 ja 7). Sarjakytkennässä kaapelin veto on helpohkoa, kun taas tähtikytkennän etuna on kaapelin pituus.

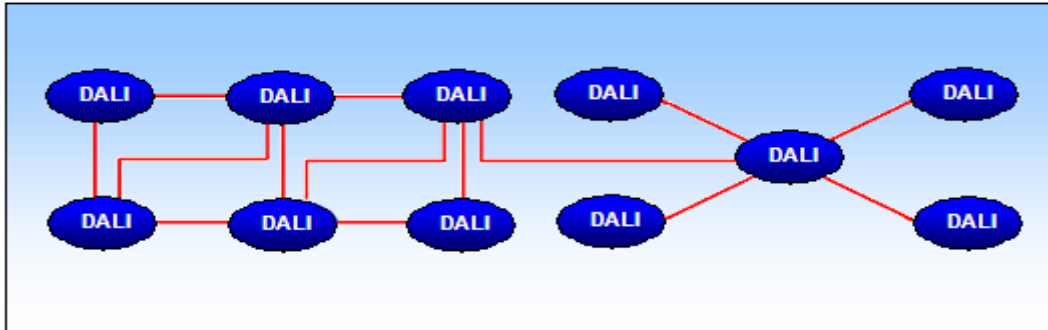


Kuva 6. Sarjakytkentä /4/



Kuva 7. Tähtikytkentä /4/

Kuvassa 8 on esitetty esimerkki yhdistetystä asennuksesta. Kaksi aluetta on yhdistetty toisiinsa sarjakytkennällä. /4/

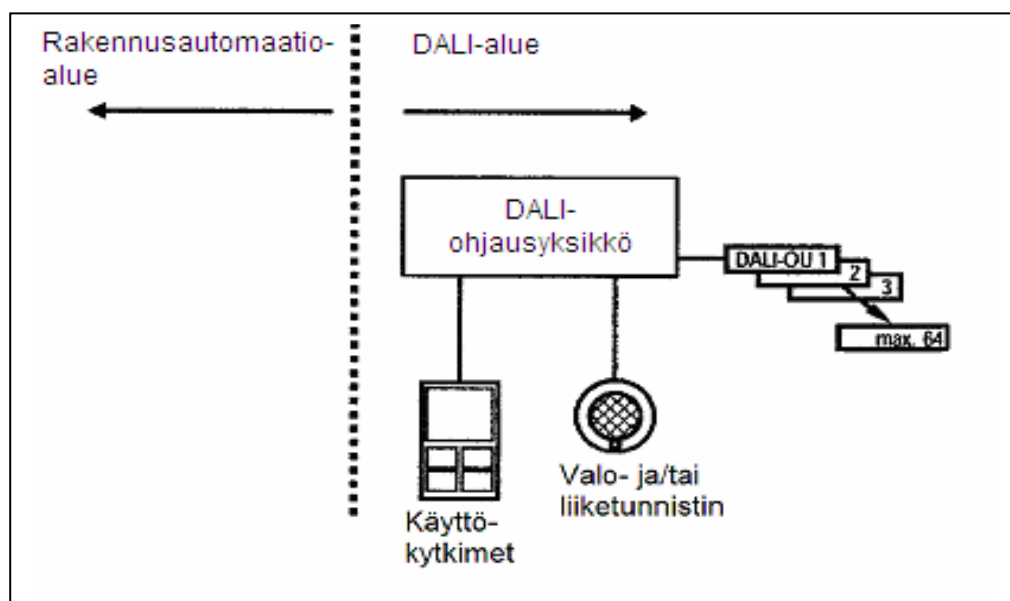


Kuva 8. Yhdistelmäasennus /4/

## 5 DALI JA RAKENNUSAUTOMAATIO

### 5.1 DALI erillisenä järjestelmänä

Kun DALI on erillisenä järjestelmänä tarkoittaa se sitä, että se toimii itsenäisesti. DALI:ia ei silloin ole kytketty mihinkään rakennusautomaatiojärjestelmään. Tällöin kaikkia toimintoja käytetään paikallisesti, kuten esimerkiksi käynnistystä ja ylläpitoa. Hallintalaitteet ja anturit on kytketty ohjausyksikköön analogisesti tai digitaalisesti. (Kuva 9). /4/

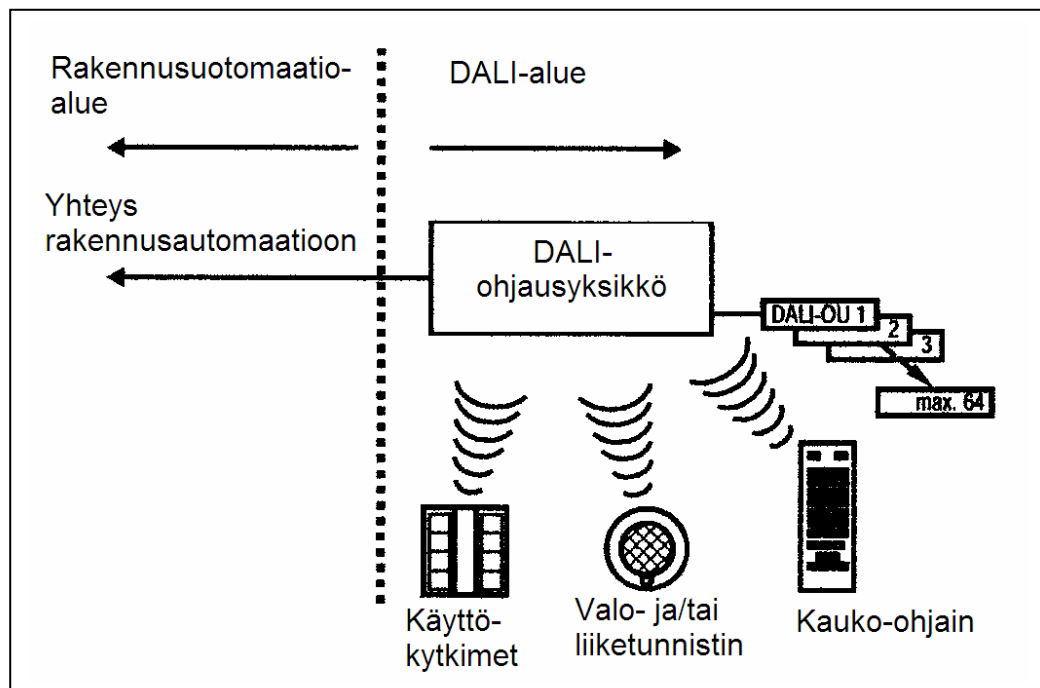


Kuva 9. DALI erillisenä järjestelmänä /4/



## 5.2 DALI erillisenä alajärjestelmänä

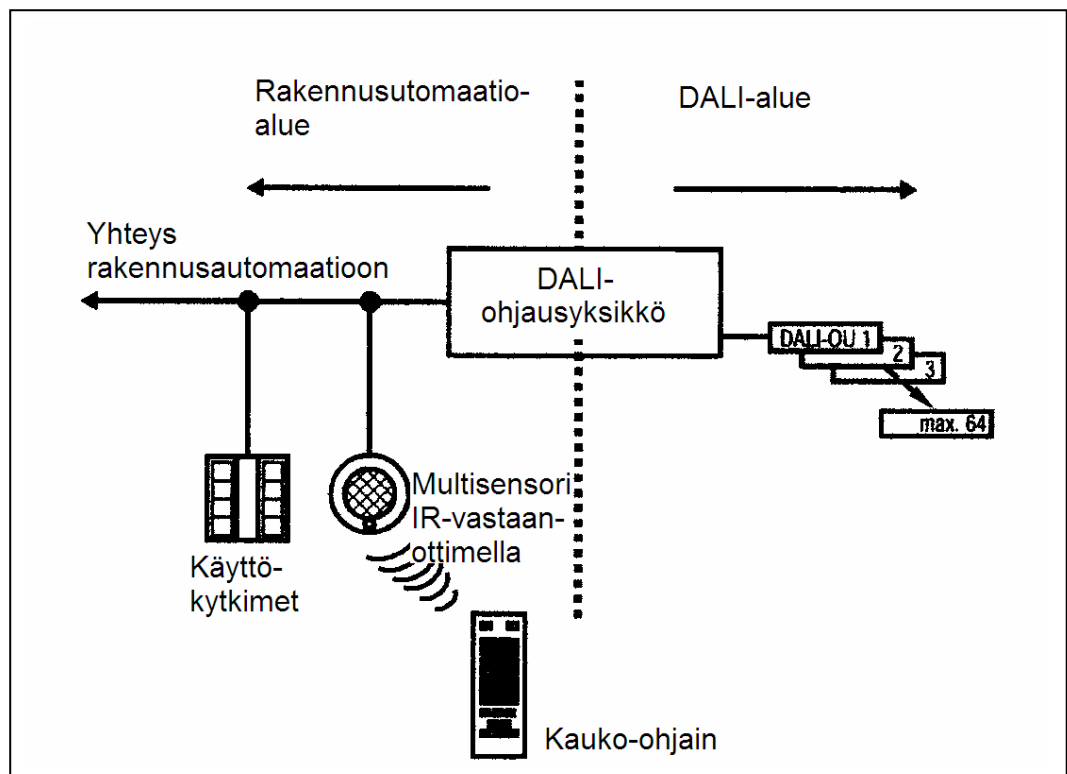
Kun DALI on erillisenä alajärjestelmänä, tarkoitetaan sillä sitä, että järjestelmä on liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään. Kuitenkin vain tärkeimmät tiedot välittyvät rakennusautomaatiojärjestelmään, kuten esimerkiksi vikailmoitukset. Vikailmoitukset ilmoitetaan mahdollisimman yksinkertaisella tavalla, kuten *kyllä* tai *ei*. Anturit, ohjainlaitteet, ohjelmoitavat yksiköt ja kauko-ohjaimet voidaan kytkeä normaalisti ohjainyksikköön, esimerkiksi langattomasti. (Kuva 10). /4/



Kuva 10. DALI erillisenä alajärjestelmänä /4/

### 5.3 DALI pelkkänä alajärjestelmänä rakennusautomaatiossa

Tällaiseen vaihtoehtoon on kehitetty ns. Lon-silta (LonWorks® Gateway), jonka avulla DALI voidaan kytkeä rakennusautomaatiojärjestelmään, kuten esimerkiksi LonWorks®- kiinteistövalvontajärjestelmään. Kaikki rakennuksessa olevat komponentit käyttävät samaa tiedonsiirtotekniikkaa kuin rakennusautomaatio. Lon- sillan avulla voidaan siirtää tietoa rakennusautomaatiosta DALI:iin päin ja päinvastoin. Rakennusautomaatiojärjestelmä käyttää ohjauselementtejä, kuten kytkimiä ja antureita. (Kuva 11). /4/



Kuva 11. DALI pelkkänä alajärjestelmänä rakennusautomaatiossa /4/

## 6 DALI-OPPIMISYMPÄRISTÖ

### 6.1 Yleiskuvaus

Opinnäytetyöni aiheena oli suunnitella ja rakentaa Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön DALI-oppimisympäristö. Tämän oppimisympäristön tarkoituksena on perehdyttää opiskelijoita DALI- valaistusohjausjärjestelmään siten, että he saisivat jonkinlaisen kuvan sen peruseräiteistä. Koska DALI on tarkoitettu melko yksinkertaiseksi järjestelmäksi, jo perustietojen osaaminen auttaa isohkojen ja monimutkaisten kokonaisuuksien suunnittelussa. Oppimisympäristön avulla voidaan tutustua tietokoneohjelmistoon, jota käytetään DALI- järjestelmän suunnitteluun, ohjelmointiin ja ylläpitoon.

Laitteessa on tarkoitus ohjata neljää valaisinta DALI-järjestelmän avulla. Kummallekin valaistusryhmälle on oma säätimensä joilla säädetään valaisimien valotasoa. Kumpaakin valaistusryhmää ohjataan samalla ohjainpaneelilla. Ohjainpaneeliin on mahdollista ohjelmoida neljä eri valaistustilannetta valmiiksi.

DALI-komponenttien valmistajina toimivat monet tunnetut yhtiöt, kuten esimerkiksi Helvar, Osram ja Philips. Eri valmistajien tuotteet eroavat toisistaan melko paljon, vaikka niiden toimintaperiaate onkin sama. Kaikkien valmistajien tuotteisiin ei kuitenkaan ollut mahdollisuutta tutustua, joten tässä työssä on keskitytty lähinnä yhden valmistajan tuotteisiin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että juuri nämä käyttämäni tuotteet olisivat jotenkin muita parempia. Työn tarkoituksena ei kuitenkaan ollut vertailla eri valmistajien tuotteita tai panna niitä mihinkään paremmuusjärjestykseen. Oppimisympäristö on rakennettu Helvarin Digidim-tuoteperheen komponenteista, koska mielestäni löysin helposti tuotteista tarvitsemani tietoa ja komponentit olivat sopivia tämän kaltaiseen järjestelmään.

## 6.2 DALI-komponentit

### Digidim 452, 1000W yleissäädin

Valaistuksen säätämiseen käytetään Digidim 452 1000 W:n yleissäädintä (Kuva 12). Säätimellä voidaan ohjata maksimissaan 1000 VA:n kuormaa. Sillä voidaan ohjata hehkulamppuja ja halogeenilamppuja. Koska jokainen oma valaistusryhmä tarvitsee oman säätimensä, on laitteessa kaksi säädintä. /8/



Kuva 12. Digidim 452, yleissäädin



### Digidim 402, teholähde

DALI-järjestelmä tarvitsee teholähteen, joka syöttää järjestelmän DALI-väylälle virtaa, maksimissaan 250 mA. Järjestelmässä ei saa olla kytkettynä kuitenkaan kuin yksi teholähde, muuten DALI- alueen maksimivirta ylitetään. Joissakin säätimissä teholähde on integroituna itse säätimeen, jolloin erillistä teholähdettä ei tarvita. Tässä laitteessa käytetyissä Digidim 452-säätimissä ei ole itsessään teholähdettä, joten järjestelmä vaatii erillisen teholähteen. Teholähteenä on käytetty Digidim 402-teholähdettä (Kuva 13). /9/



Kuva 13. Digidim 402, teholähde

### Digidim- ohjauspaneeli

DALI-järjestelmiin on tarjolla monenlaisia ohjainpaneeleita erilaisten tarpeiden mukaan, muun muassa liuku-, kierto- ja painokytkimiä. Painokytkimiä on aivan perinteisiä on-off-kytkimiä sekä paneeleita, joihin voidaan ohjelmoida useita valaistustilanteita. Jokaisessa paneelissa on infrapunavastaanotin, joka mahdollistaa kauko-ohjauksen infrapunakauko-ohjaimella. Kauko-ohjaimella on mahdollista ohjata järjestelmän perustoimintoja. Tähän laiteeseen valittiin Digidim- ohjauspaneeli, johon voidaan ohjelmoida neljä eri valaistustilannetta

(Kuva 14). Paneelissa on myös valon kirkkauden säädön mahdollisuus ja off-painike. /10/



Kuva 14. Digidim-ohjauspaneeli

### **Digidim- ohjelmointiliityntäpiste**

Jotta järjestelmään voidaan ohjelmoida eri valaistustilanteita tietokoneohjelmiston avulla, täytyy tietokone saada liitettyä DALI- järjestelmään. Digidim-järjestelmään voidaan kytkeytyä ainoastaan ohjelmointiliityntäpisteen kautta (Kuva 15). Digidim- ohjelmointiliityntäpiste voidaan asentaa ohjauspaneelien tavoin kojerasiaan. Ohjelmointiliityntäpisteen ja tietokoneen välille kytketään kaapeli, joka tietokoneessa liitetään RS232-sarjaporttiin. /11/



**Kuva 15. Digidim- ohjelmointiliityntäpiste**

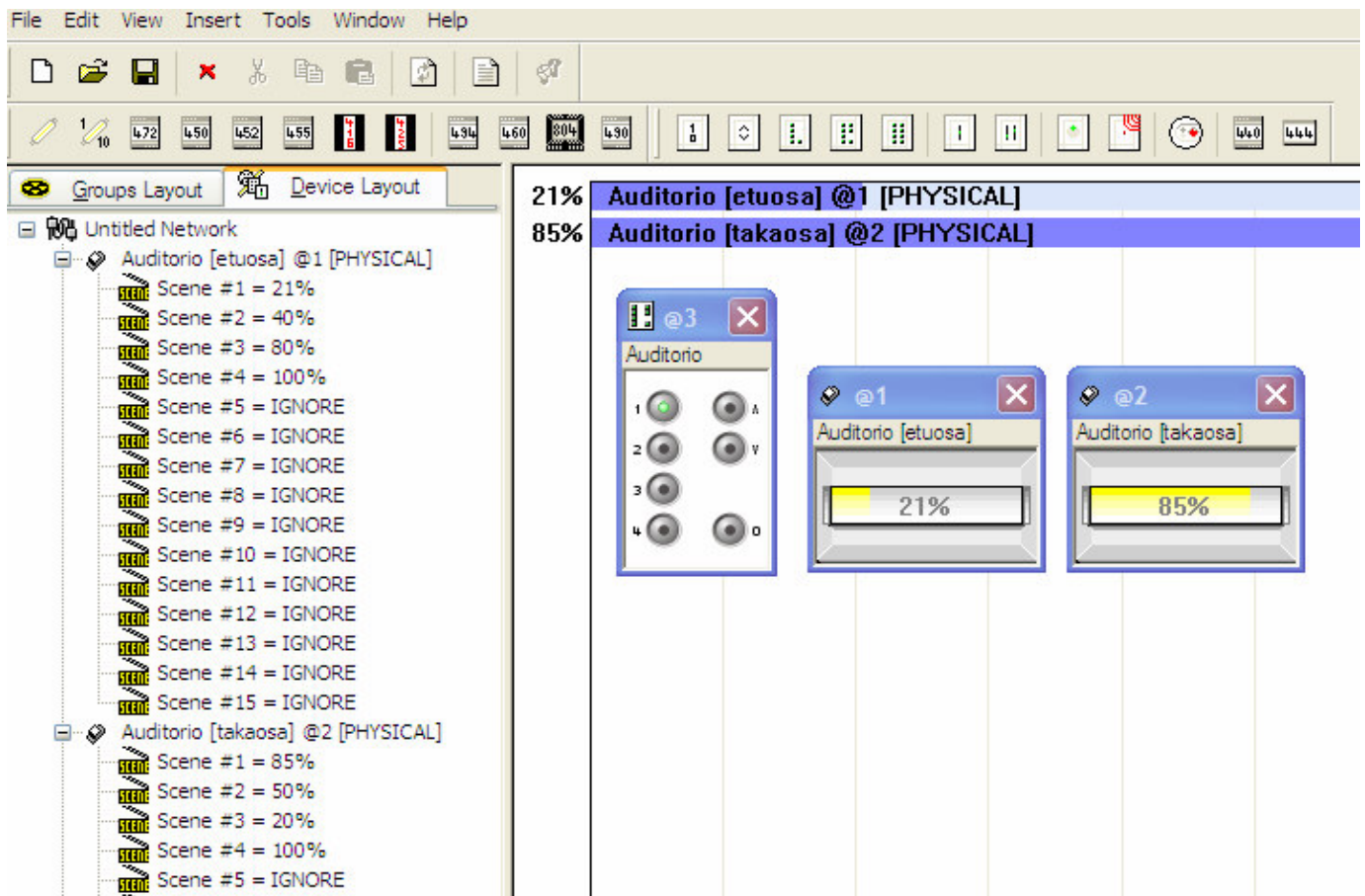
### 6.3 Ohjelmisto

DALI-järjestelmä voidaan ohjelmoida tietokoneohjelman avulla. Eri valmistajilla on erilaisia ohjelmia tähän tarkoitukseen. Helvarin Digidim Toolbox-ohjelmisto on Windows®-pohjainen sovellus Digidim- valonohjausjärjestelmän suunnitteluun, ohjelmointiin ja ylläpitoon. Ohjelmistoa voidaan käyttää joko off-line- tai on-line-tilassa.

Off-line- ila tarkoittaa sitä, että ohjelmaa ei ole kytketty järjestelmään. Tällöin ohjelmaa voidaan käyttää järjestelmän suunnitteluun. Myös järjestelmän toiminta voidaan testata simuloimalla ennen fyysisen järjestelmän asentamista. Off-line-suunnitelmat on mahdollista tallentaa myöhempää käyttöä varten ja asetukset voidaan siirtää helposti oikeaan järjestelmään.

On-line-tilassa ohjelmisto on kytketty järjestelmään, tällöin muutokset tulevat voimaan heti. Ohjelma myös varmistaa, että kaikilla DALI- komponenteilla on yksilöllinen osoite. Virtuaalisia komponentteja, jotka toimivat fyysisen järjestelmän kanssa, voidaan lisätä ohjelman avulla esimerkiksi testausta varten. On-line-tilassa ohjelmaa voidaan käyttää järjestelmän hienosäätöön. /11/

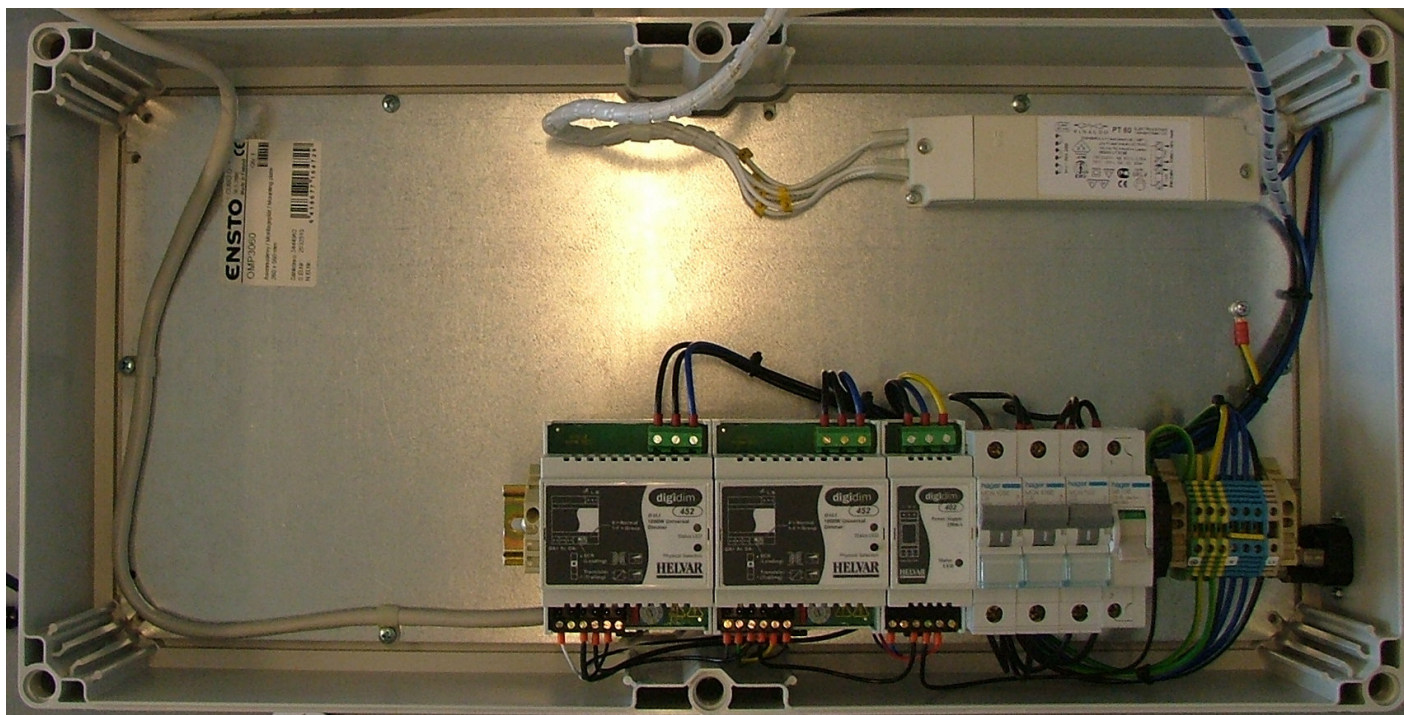




Kuva 16. Digidim Toolbox- ohjelmisto on graafinen käyttöliittymä

## 6.4 Laitteen kokoonpano

DALI-oppimisympäristön kokoonpanoa suunniteltaessa lähtökohtana oli, että laite täyttää CE-merkinnän vaatimukset. Laite toimii verkkovirralla ja verkkoliitäntäjohto on varustettu pistotulpalla, joka sisältää suojajohtimen. Verkkoliitäntäjohto voidaan tarvittaessa irrottaa, sillä se kytketään laitteessa olevaan liittimeen. Liitin sisältää kaksi 6,3 A:n lasiputkisulaketta ja ne suojaavat sekä vaiheen että nollan. Laite on varustettu pääkytkimellä, joka katkaisee komponenteille tulevan sähkönsyötön. Komponentit on asennettu kestumuovista valmistettuun kannelliseen yleiskoteloon. DALI-komponentit (säätimet ja teholähde) on asennettu kotelossa olevaan DIN-kiskoon. Jokaisen DALI-komponentin sähkönsyöttö on suojattu omalla johdonsuojakatkaisijallaan. Säätimet on suojattu molemmat omalla 6A:n johdonsuojakatkaisijallaan ja teholähde 2A:n johdonsuojakatkaisijalla (Kuva 17).



Kuva 17. Laitteen kokoonpano kotelon sisäpuolelta.

Kotelon kanteen on asennettu ohjauspaneeli, ohjelmointiliityntäpiste ja valaisimet. Laitteen kokoonpano on esitetty kuvassa 18. Laitteen rakennepiirustukset on esitetty liitteessä 1. Ensimmäisen valaistusryhmän muodostavat kolme 10 W:n kalustehalogenivalaisinta, jotka toimivat 12 V:n jännitteellä. Valaisimet on asennettu metallisiin pinta-asennus holkkeihin. Toisen valaistusryhmän muodostaa 10 W:n hehkulamppu, joka toimii verkkovirralla. Valaisimessa oleva muovinen suojakupu estää koskemisen kuumaan hehkulamppuun.



**Kuva 18. Laitteen kokoonpano**



Koska kotelo on täysin tiivis ja komponentit sekä halogeenivalaisimien muuntaja lämpiävät käytössä, pitää ottaa huomioon myös laitteen jäähdytys. Jotta lämpötila kotelon sisällä ei pääse nousemaan liian korkeaksi, on kotelon pohjaan tehty ilmanottoaukot (Kuva 19). Ilmanottoaukot eivät kuitenkaan vaikuta kotelon IP-luokitukseen, sillä kotelon pohjalla oleva suojaadoitettu asennuslevy estää jännitteisten osien koskettamisen. Piirikaavio kytkennöistä on esitetty liitteessä 2. DALI-väylän kytkentäkaavio on esitetty liitteessä 3. Laitteistolle on tehty käyttöönottotarkastus josta on pöytäkirja liitteessä 4.

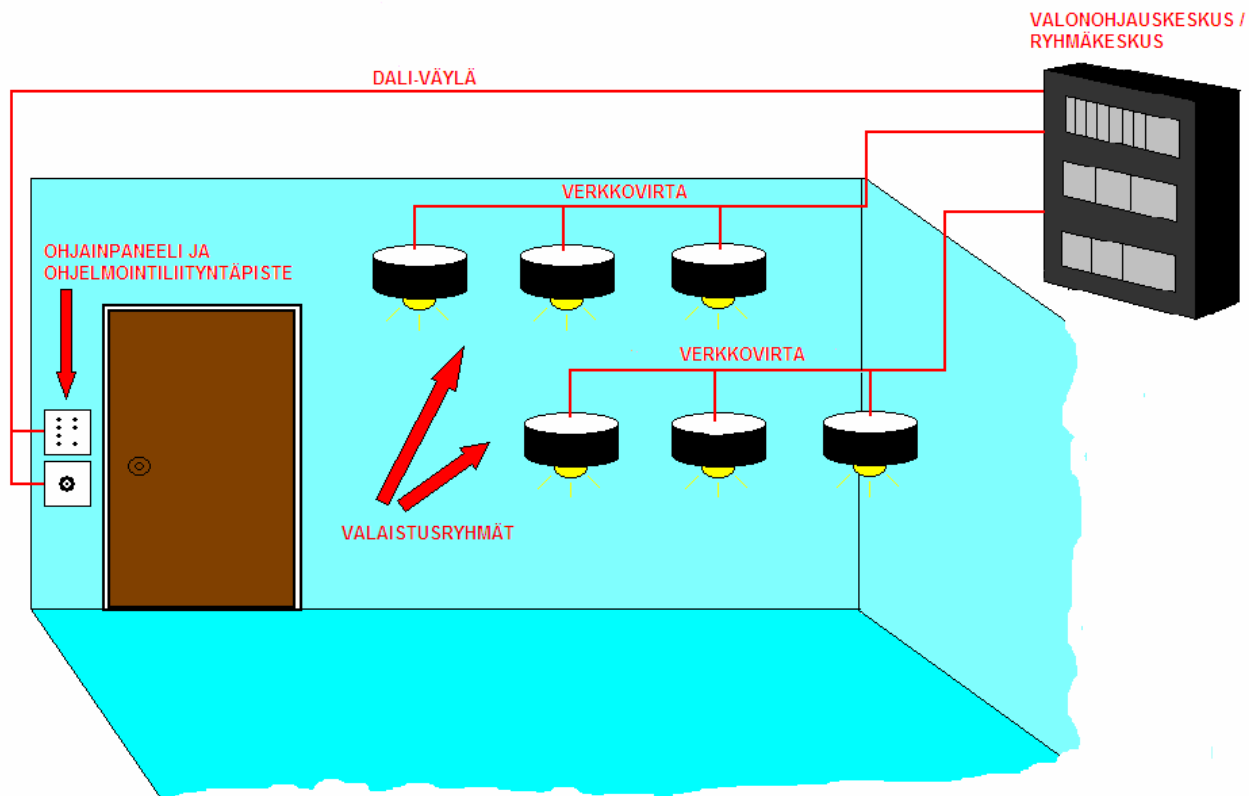


**Kuva 19. Kotelon jäähdytys tapahtuu pohjassa olevien ilmanottoaukkojen kautta.**

## 6.5 Demo-ympäristö verrattuna oikeaan ympäristöön

Tämän niin sanotun demo-ympäristön tarkoituksena on kuvata DALI-järjestelmän toimintaa. Oppimisympäristön ja oikean ympäristön välillä on luonnollisesti suuri ero. Tietenkin itse järjestelmä toimii oppimisympäristössä samalla tavalla kuin oikeassakin ympäristössä, mutta laitteiden sijoittelun kannalta eroavaisuuksia on. Oppimisympäristössä on kaikki komponentit ja valaisimet asennettu samaan koteloon sen käytettävyyden vuoksi. Tällöin laitetta on helppo käsitellä ja sitä voidaan tarvittaessa siirtää paikasta toiseen.

Oikeassa ympäristössä ei asia tietenkään ole näin. DALI-komponentit, kuten säätimet ja teholähde sekä johdonsuojakatkaisijat asennetaan ryhmäkeskukseen tai erilliseen valonohjauskeskukseen. Tällöin pitää myös miettiä kaapelireittejä ja ottaa huomioon, että DALI-väylän kaapelin maksimipituus 300 metriä ei ylity. Kuvassa 20 on esimerkki miten komponentit ja valaisimet voitaisiin sijoitella oikeassa ympäristössä. Ohjainpaneeli ja ohjelmointiliityntäpiste on sijoitettu oven pieleen. Ne voidaan asentaa normaaleihin kojerasioihin kuten perinteiset valokatkaisijat. Ohjelmointiliityntäpiste ja ohjainpaneeli on kytketty DALI-väylään joka taas on yhteydessä keskuksessa oleviin säätimiin ja teholähteeseen. Kattossa sijaitsevat valaisimet on jaettu kahteen valaistusryhmään. Ne saavat sähkönsyöttönsä normaaliin tapaan ryhmä- / valonohjauskeskukselta, jossa sijaitsevat DALI-komponentit.



**Kuva 20. Esimerkki komponenttien sijoittelusta oikeassa ympäristössä.**

Yhdessä DALI-väylässä voi olla maksimissaan 16 valaistusryhmää. DALI-oppimisympäristössä on kaksi säädintä ja ne molemmat säätävät omaa valaistusryhmäänsä. Koska DALI-oppimisympäristössä tilan käyttö on rajoitettua, ovat valaistusryhmät melko pieniä. Luonnollisesti oikeassa ympäristössä valaistusryhmiin kuuluu enemmän valaisimia, sillä esimerkiksi yhden valaisimen himmentämiseen ei kannata DALI-järjestelmää käyttää. DALI-oppimisympäristössä valaistusryhmiä kuvataan neljällä valaisimella. Tässä tapauksessa kolme halogeenivalaisinta muodostaa oman valaistusryhmänsä ja hehkulamppu yksinään muodostaa oman valaistusryhmän.

## 7 SÄHKÖTURVALLISUUS

### 7.1 Sähkölaitteiden yleinen vaatimus

Koska DALI-oppimisympäristön tulee täyttää CE-merkinnän vaatimukset, on suunnittelussa ja sen rakentamisessa otettava huomioon myös sähköturvallisuus. SFS- standardissa sähkölaitteiden yleinen vaatimus on määriteltä seuraavalla tavalla: ”Sähkölaitteet on rakennettava niin, että ne toimivat normaalikäytössä turvallisesti eivätkä aiheuta vaaraa käyttäjilleen eivätkä ympäristölleen, ei edes sellaisessa huolimattomassa käytössä, joka voi esiintyä normaalikäytössä.” /6/

### 7.2 Sähkölaitteen kotelointi

Sähkölaitteiden koteloitiluokituksessa on käytössä kansainvälinen IP-luokitus, jonka sisältö on esitetty standardissa SFS-EN 60 529. Käyttöolosuhteet, jossa sähkölaitteita käytetään vaikuttavat koteloitiluokituksiin. Koteloitiluokkien tuntemus on välttämätöntä, jotta laitteet osataan valita oikein erilaisiin olosuhteisiin.

”Ensimmäinen tunnusnumero ilmaisee, että kotelointi suojaa ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia estäen tai rajoittaen ihmiskehon osan tai ihmisen pitämän esineen sisään tunkeutumisen. Samanaikaisesti kotelointi suojaa laitetta vieraiden esineiden ja pölyn sisääntunkeutumiselta. Kotelointi on varustettava vain yhdellä ensimmäisen tunnusnumeron ilmaisemalla koteloitiluokalla, jos se täyttää myös alempiin koteloitiluokkiin kuuluvat vaatimukset.”/7/

”Toinen tunnusnumero ilmaisee koteloitiluokan, kuinka kotelo estää veden haitallisen sisääntunkeutumisen. Toisen tunnusnumeron koteloitiluokan tunnus merkitsee numeroon 6 asti, se mukaan lukien,

että kyseinen kotelointi täyttää myös kaikkiin alempiin luokkiin kuuluvat vaatimukset. Kotelointiluokan lisäkirjainta käytetään vain jos todellinen kosketussuojaus on parempi kuin ensimmäisellä tunnusnumerolla esitetty. Tai jos vaarallisten osien kosketussuojaus ilmoitetaan ja ensimmäinen tunnusnumero on korvattu kirjaimella X. Tällainen parempi suojaus voidaan toteuttaa esim. suojuksilla, sopivilla aukkojen muodoilla tai etäisyyksillä koteloinnin sisällä. Koteloinnin saa varustaa määrättyllä lisäkirjaimella ainoastaan, jos se täyttää myös kaikkien alempien kotelointiluokkien vaatimukset.” /7/

Kotelointiluokkaa voidaan täydentää vielä myös täydennyskirjaimilla jotka ilmaisevat jotain poikkeuksellista ominaisuutta. Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto IP-tunnusten merkityksestä. /7/



## Taulukko 2. Kotelointiluokkien eri numeroiden ja kirjainten merkitys

/7/

Osat	Numerot tai kirjaimet	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Kirjaimet	IP	–	–
Ensimmäinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6	Suojaus vieraiden esineiden ja pölyn sisäänpääsystä  0 suojaamaton 1 kun halkaisija $\geq$ 50 mm 2 kun halkaisija $\geq$ 12,5 mm 3 kun halkaisija $\geq$ 2,5 mm 4 kun halkaisija $\geq$ 1,0 mm 5 pölysuojatusti 6 pölytiivisti	Vaaralliset osat kosketussuojattu  suojaamaton nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta
Toinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Suojattu veden sisäänpääsyn haitallisilta vaikutuksilta  0 suojaamaton 1 pystysuoraan tippuvalta vedeltä 2 tippuvalta vedeltä (laitteen kallistus 15 astetta) 3 satavalta vedeltä 4 roiskuvalta vedeltä 5 vesisuihkulta 6 voimakkaalta vesisuihkulta 7 lyhytaikaisesti upotettuna 8 jatkuvasti upotettuna	–
Lisäkirjain (vapaaehtoinen)	A B C D	–	Vaaralliset osat kosketussuojattu  nyrkiltä sormelta työkalulta langalta
Täydentävä kirjain (vapaaehtoinen)	H M S W	Täydentävän tiedon merkitys  H Suurjännitelaitte M Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä S Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä W Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin	

### 7.3 Suojausluokka

Sähkölaitteet on luokiteltu erilaisiin suojausluokkiin. Laitteiden suojausluokan sähköiskua vastaan pitää olla yksi seuraavista: Suojausluokka 0, suojausluokka 0I, suojausluokka I, suojausluokka II, suojausluokka III.

#### **Suojausluokan 0 laite**

”Laite, jossa suojauksessa sähköiskua vastaan luotetaan peruseristykseen. Tämä tarkoittaa, että laitteessa ei ole osia mahdollisten sähköä johtavien kosketeltavien osien kytkemiseksi kiinteän asennuksen suojajohtimeen, joten peruseristyksen vioittuessa luotetaan ympäristöolosuhteisiin. Suojausluokan 0 laitteissa on joko eristysaineinen kotelo, joka voi muodostaa peruseristyksen kokonaan tai sen osan, tai metallikotelo, joka erotetaan jännitteisistä osista tarkoituksenmukaisella eristyksellä. Jos eristysaineisella kotelolla varustetussa laitteessa on sisäisten osien maadoitusmahdollisuus, sitä pidetään suojausluokan I laitteena tai suojausluokan 0I laitteena.” /6/

#### **Suojausluokan 0I laite**

”Laite, jossa on vähintään peruseristys kauttaaltaan ja johon sisältyy maadoitusliitin ja ilman suojajohdinta oleva verkkoliitäntäjohto sekä ilman suojakosketinta oleva pistotulppa.” /6/

#### **Suojausluokan I laite**

”Laite, jossa suojauksessa sähköiskua vastaan ei yksinomaan luoteta peruseristykseen, vaan jossa lisäturvallisuustoimenpiteenä sähköä johtavat kosketeltavat osat kytketään kiinteään asennuksen suojamaadoitusjohtimeen siten, että sähköä johtavat kosketeltavat osat eivät voi tulla jännitteiseksi peruseristyksen vioittuessa. Tällainen varotoimenpide sisältää verkkoliitäntäjohtossa olevan suojajohtimen.” /6/

### **Suojausluokan II laite**

”Laite, jossa suojauksessa sähköiskua vastaan ei yksinomaan luoteta peruseristykseen, vaan jossa käytetään lisäturvallisuustoimenpiteitä, kuten kaksoiseristystä tai vahvistettua eristystä, ja jossa ei ole suojamaadoitusmahdollisuutta eikä luoteta asennusolosuhteisiin. Eristysainekoteloiden suojausluokan II laitteen kotelo voi muodostaa laitteen lisäeristyksen tai vahvistetun eristyksen kokonaan tai osan niistä. Jos kauttaaltaan kaksoiseristetyssä tai vahvistetulla eristyksellä varustetussa laitteessa on mahdollisuus maadoittamiseen, pidetään laitetta suojausluokan I tai suojausluokan 0I laitteena.” /6/

### **Suojausluokan III laite**






”Laite, jossa suojauksessa sähköiskua vastaan luotetaan suojajännitetysoyhtöön ja jossa ei kehitetä suojajännitettä suurempia jännitteitä.” /6/

## **7.3 Laitteen merkitseminen ja ohjeet**





Jos laite on CE-merkitty, on otettava huomioon myös se, että laitteesta löytyy tekniset tiedot sekä käyttöohjeet. SFS standardissa on määritelty seuraavat asiat, jotka pitää merkitä laitteisiin:

- mitoitusjännite tai mitoitusjännitealue
- virtalajin tunnus paitsi, jos mitoitustaajuus merkitään
- mitoitussteho watteina tai mitoitusvirta ampeereina
- valmistajan tai vastuullisen edustajan nimi, tavara- tai tunnusmerkki
- malli- tai tyyppimerkintä
- suojausluokan II rakenteen tunnus vain suojausluokan II laitteisiin
- IP-tunnus haitallista veden sisääntunkeutumisesta vastaan tarkoittavan suojausasteen mukaisesti, mikäli se on muu kuin IPX0. /6/



Jos laitteessa käytetään tunnuksia, on niiden oltava seuraavat:

	[standardin IEC 60417 kuvatunnus 5031]	tasavirta
	[standardin IEC 60417 kuvatunnus 5032]	vaihtovirta
3 		kolmivaihevaihtovirta
3N 		nollalla varustettu kolmivaihevaihtovirta
	[standardin IEC 60417 kuvatunnus 5016]	sulake

HUOM. 1 Sulakkeen mitoitusvirta voidaan esittää tämän kuvatunnuksen yhteydessä.

		hidas pienoissulake, jossa X on standardin IEC 60127 mukainen tunnus, jolla aika-/virtaominaisuudet ilmoitetaan
	[standardin IEC 60417 kuvatunnus 5019]	suojamaadoitus
	[standardin IEC 60417 kuvatunnus 5172]	suojausluokan II laite
	[standardin IEC 60417 kuvatunnus 5012]	lamppu

HUOM. 2 Lampun mitoitusaste voidaan esittää tämän kuvatunnuksen yhteydessä.

	[standardin ISO 7000 kuvatunnus nro 1641]	lue käyttöohjeet
	[standardin ISO 7000 kuvatunnus nro 0434]	huomio

## Kuva 21. Sähkölaitteessa käytettävät tunnukset /6/

DALI-oppimisympäristöstä on tehty tekninen tiedosto ja käyttöohjeet, jotka on luovutettu laitteen mukana Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön. Myös Digidim Toolbox-ohjelman käytöstä on tehty erillinen käyttöohje joka on pdf-muodossa luovutettu Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön.

## 8 YHTEENVETO

Tutkintotyötä aloittaessani DALI-järjestelmä oli minulle täysin vieras. Tiesin kyllä, että digitaalisia valonohjausjärjestelmiä on olemassa, mutta ajattelin niiden lähinnä kuuluvan Lon-järjestelmiin tai muihin rakennusautomaatio-järjestelmiin. Suoraan sanottuna en ollut kuullutkaan koko DALI:sta. Tietoa etsiessäni huomasin, että kyseinen järjestelmä on melko uusi, sillä lähes kaikki informaatio on 2000-luvun puolelta. Huomasin myös opiskelutovereiden keskuudessa, että en ollut ainoa tietämättömyyteni kanssa. Harva ylipäätään tiesi, että mihin koko sana liittyy. Tällaiselle oppimisympäristölle olisi siis mielestäni tarvetta.

Työn tavoitteena oli perehtyä DALI-valaistuksenohjausjärjestelmään ja sen toimintaan. Riittävän aineiston hankkimisen jälkeen tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa opiskelukäyttöön tarkoitettu havainnoimislaite. Laite, jonka avulla opiskelijat voisivat ymmärtää DALI:n toimintaa käytännössä ja saada perusvalmiudet käyttää kyseistä järjestelmää. Kuitenkin laitteen pitäisi olla sellainen, joka olisi kompakti kokonaisuus ja jota voitaisiin helposti tarvittaessa siirtää paikasta toiseen. Laitteen käytön pitäisi myös olla tavallisessa luokkatilassa mahdollista. Alkuun pääseminen tuntui ensin vaikealta. Millainen kokonaisuus tästä kyseisestä laitteesta pitäisi tulla? Ajatus alkoi kuitenkin hiljalleen valjeta, sillä koululla jo käytössä olleista oppimisympäristöistä sain hieman mallia millainen DALI-oppimisympäristö voisi olla. Tämän jälkeen työ alkoi edetä toivotulla tavalla ja sain suunniteltua millainen laite fyysisesti olisi. Koska kyse on kuitenkin sähkölaitteesta, piti huomioon ottaa myös sähköturvallisuus. Tätä asiaa en ollut ajatellut riittävästi suunnittelun alkuvaiheessa, joten se teki suunnittelusta haastavampaa ja jouduin miettimään joitakin asioita aivan uudelleen. Samalla huomasin suunnittelun tärkeyden. Sanonta, hyvin suunniteltu on puoliksi tehty, pitää kyllä täysin paikkaansa.

Tällä hetkellä on vielä vaikea sanoa toteutuuko kaikki tavoitteet. Omalta kohdaltani voin sanoa päässeeni tavoitteeseen. Pehdyin minulle täysin uuteen asiaan ja sain suunnittelutyön tehtyä ja myös sen toteuttaminen onnistui. Tässä samalla opin paljon uutta asiaa valaistuksesta ja ennen kaikkea siitä millaisia asioita tulee ottaa huomioon sähkölaitteen rakentamisessa. Se, tuleeko itse DALI-oppimisympäristö täyttämään sille annettut vaatimukset, eli voidaanko sitä käyttää opiskelun edistämiseksi, on vielä mahdoton sanoa. Toivon kuitenkin, että tästä oppimisympäristöstä olisi tuleville opiskelijoille hyötyä ja että sitä voitaisiin todella käyttää muun opiskelun ohessa. Valaistukseen kuitenkin kiinnitetään huomiota yhä enemmän ja digitaaliset ohjausjärjestelmät lisääntyvät. Varmasti moni sähköalan opiskelija tulee törmäämään näihin asioihin tulevaisuuden työelämässä.

## LÄHTEET

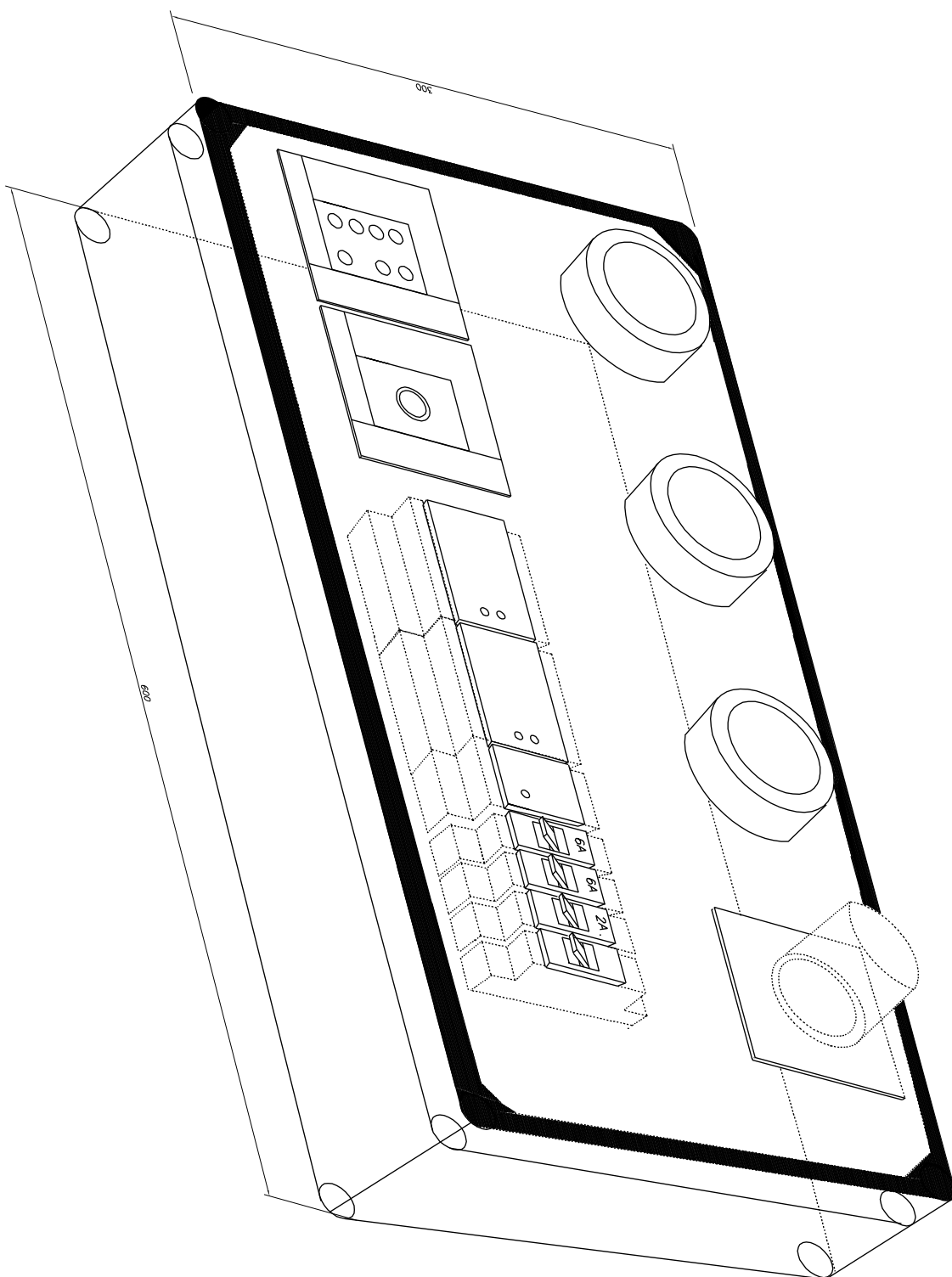
- /1/ Valo-lehti, 2/2003 s.46-47
- /2/ DALI-käsikirja, TridonicAtco, Käytännön opas DALI- valonsäätöjärjestelmien suunnitteluun, s. 1-3.
- /3/ DALI-opas, Idman [www- sivu]. [Viitattu 5.3.2006 ]  
<http://www.idman.fi/pdf/esite/fi/DaliOpas.pdf>
- /4/ DALI-manual, [www- sivu]. [Viitattu 5.3.2006 ]  
[http://www.dali-ag.org/c/manual\\_gb.pdf](http://www.dali-ag.org/c/manual_gb.pdf)
- /5/ Technical handbooks DALI, Osram, [www- sivu]. [Viitattu 1.4.2006] <http://www.osram.com/pdf/evg/DALI.pdf>
- /6/ SFS-EN 60335-1, Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Suomen sähkötekniillinen standardoimisyhdistys SESKO
- /7/ D1 2002 käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy. Espoo 2002.
- /8/ Digidim 452 yleissäätimen datasheet [www-sivu]. [Viitattu 20.3.2006]  
[http://www.helvar.co.uk/PDF\\_DOCS/Fi/Digidim452.PDF](http://www.helvar.co.uk/PDF_DOCS/Fi/Digidim452.PDF)
- /9/ Digidim 402 teholähteen datasheet [www-sivu]. [Viitattu 20.3.2006]  
[http://www.helvar.co.uk/PDF\\_DOCS/Fi/Digidim402.PDF](http://www.helvar.co.uk/PDF_DOCS/Fi/Digidim402.PDF)

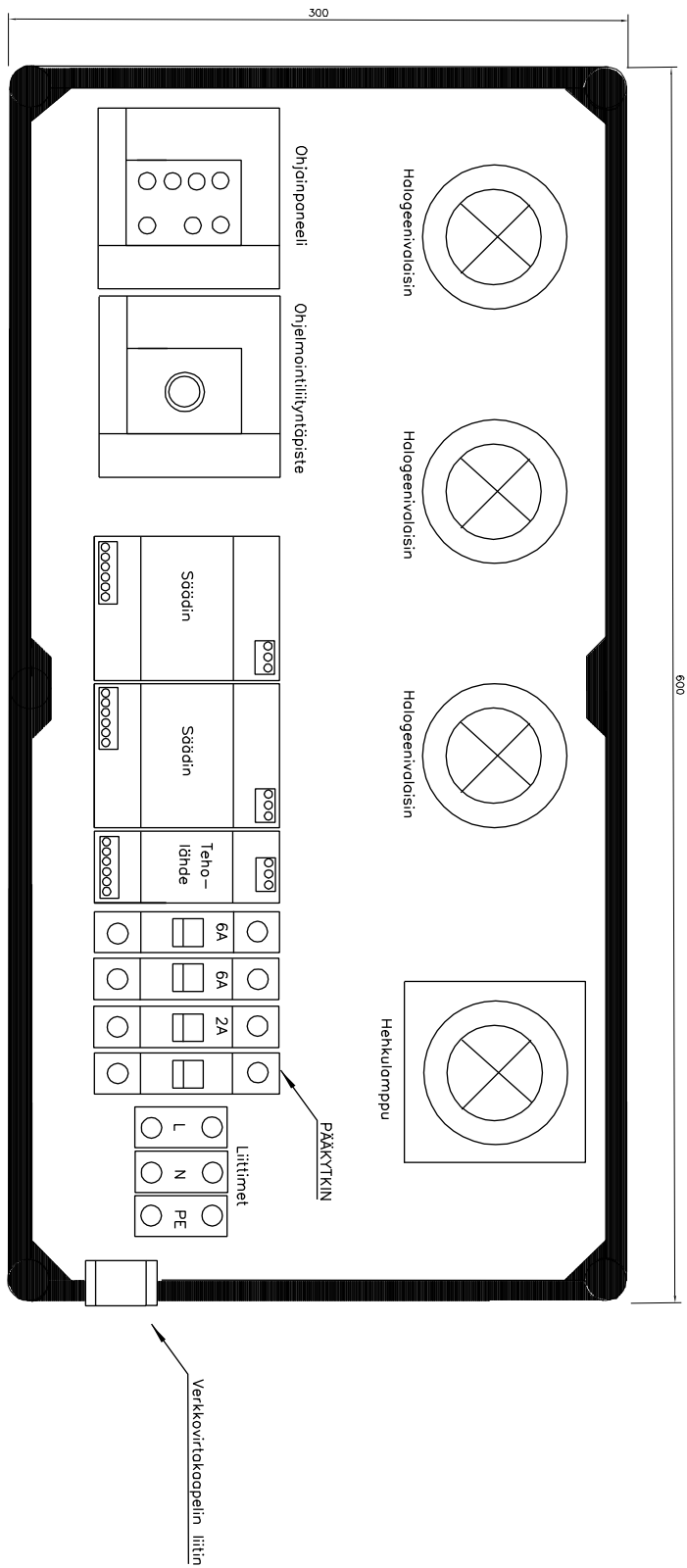
- /10/ Digidim modulaaristen ohjauspaneelien datasheet [www-sivu].  
[Viitattu 20.3.2006]  
[http://www.helvar.co.uk/PDF\\_DOCS/Fi/Digidimpanels.PDF](http://www.helvar.co.uk/PDF_DOCS/Fi/Digidimpanels.PDF)
- /11/ Digidim Toolbox- ohjelmistopakettin datasheet [www-sivu]. [Viitattu  
20.3.2006]  
[http://www.helvar.co.uk/PDF\\_DOCS/Fi/Digidim502.PDF](http://www.helvar.co.uk/PDF_DOCS/Fi/Digidim502.PDF)
- /12/ ST-käsikirja, Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät , luku 2. Päätoimittaja  
Piikkilä Veijo. Sähköinfo Oy 2006.

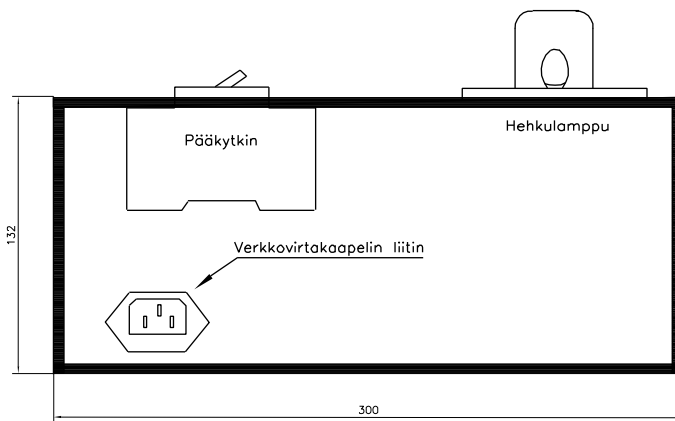
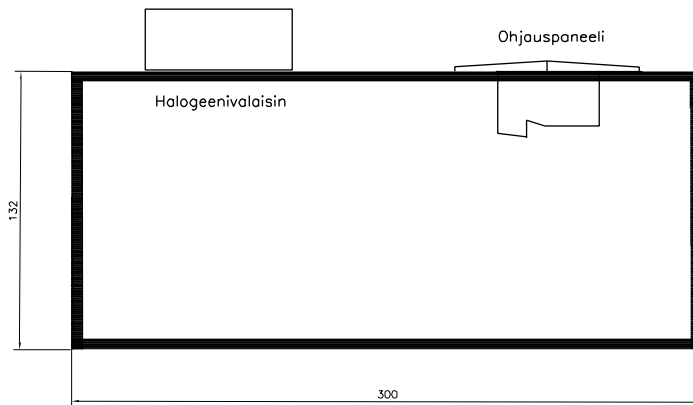


## LIITTEET

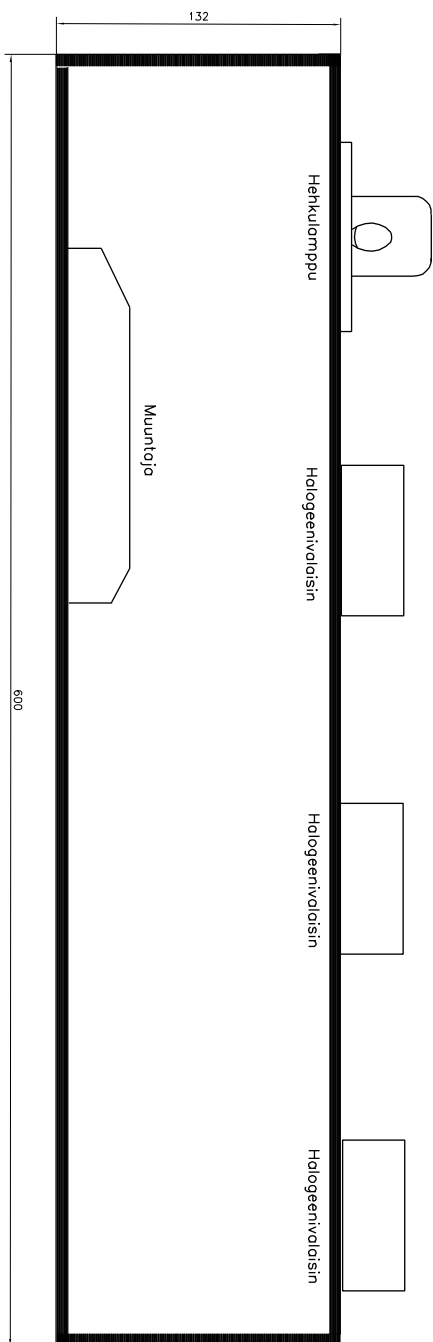
1. Rakennepiirustukset
2. Piirikaavio
3. DALI-väylän kytkentäkaavio
4. Tarkastusmittauspöytäkirja

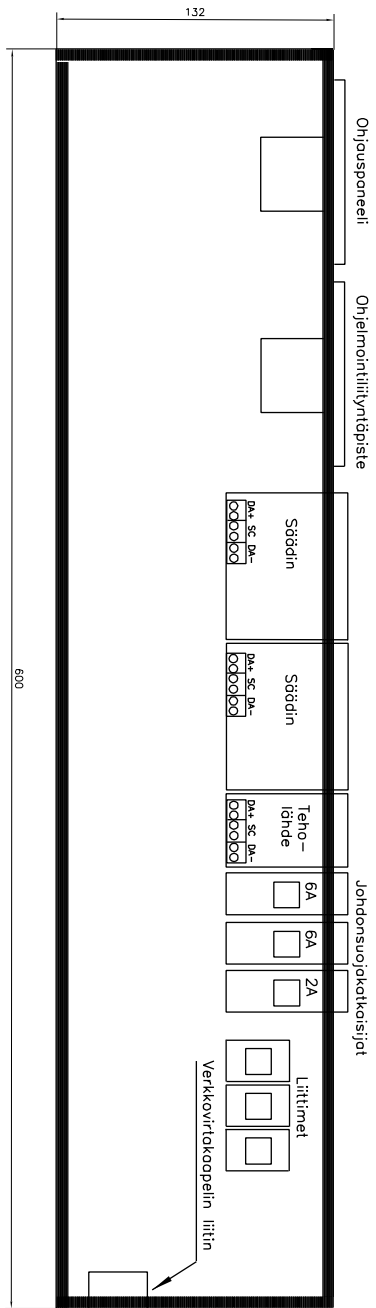




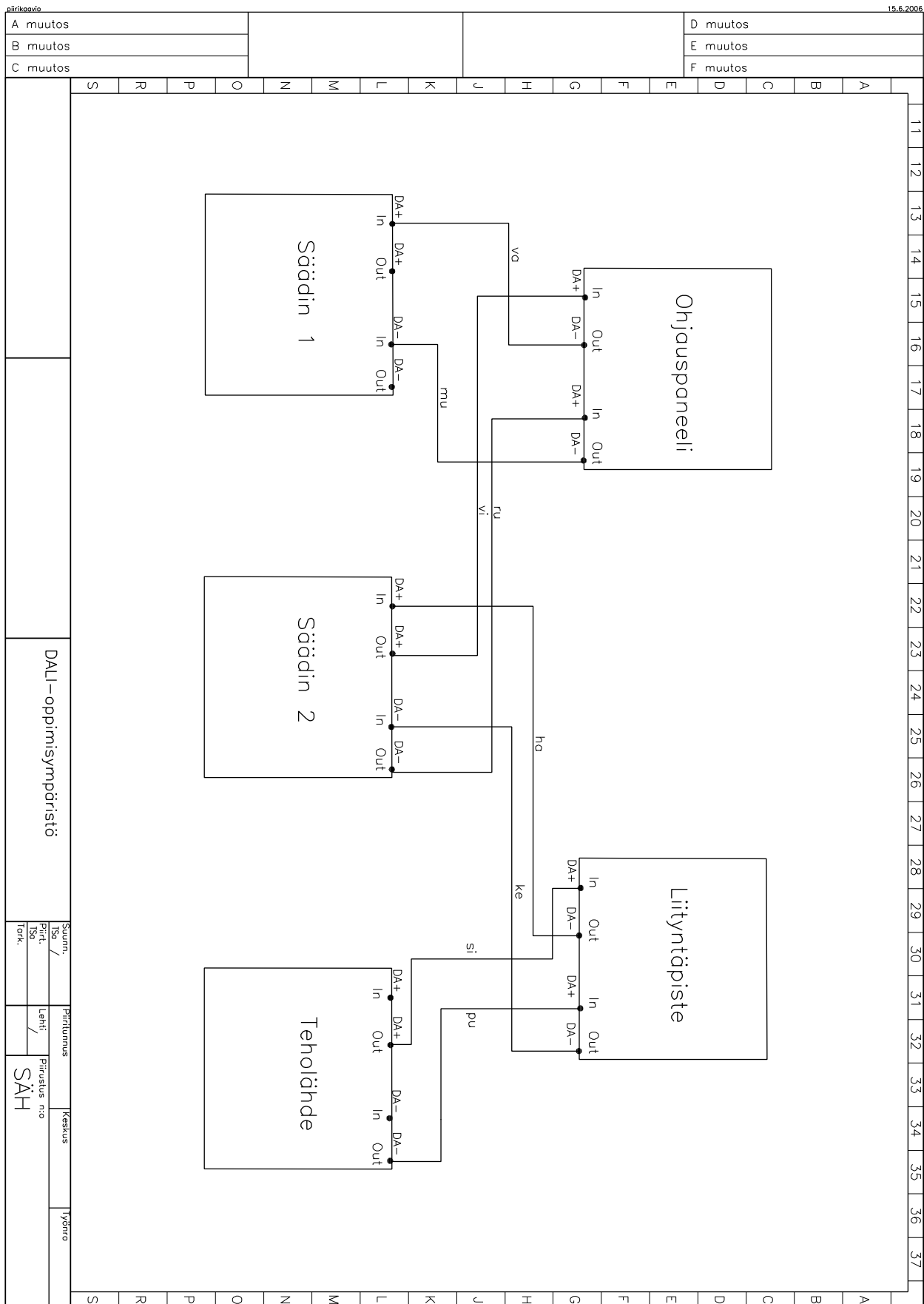


Proj.	22.5.06	DALI-oppimisympäristö
Suunn.	TSa	Rakennepiirustus
Suunde	1:3	













**TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
**Sähkö- ja tietotekniikan osasto**  
**LABORATORION LAITEHUOLTO**

28.11.2003

Laitte		Suojaluokka	
Digidim valonohjausjärjestelmän opetuslaitteisto		<input checked="" type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III	
Mallimerkintä	Valmistaja		
	TAMK sähkötyöpaja		
Nimellisarvo	Teho	Valmistusvuosi	
230 V	W	2006	
Jäätetty	Korjattunimikrj.	Neudettu	
Vastuualue			
Tilaaajan nimi		Puhelin	
Työtulos			
Vikaserostus			
Myöhemmin sovitut työt			
Suoritettut työt			
Tarkastusmittaus laitteiston käyttöönottoa varten.			
Korjaukseen käytetty aika	h	min	€
Varaosat ja tarvikkeet			€
Muut kustannukset			€
Yhteensä	veroton	€ + alv 22 %	€
Korjauksen jälkeiset tarkastukset (SFS-EN 60335-1, 2003-04-22 / Sähkölaitekorjaajan opas): Silmämääräisen tarkastuksen perusteella ovat kunnossa			
<input checked="" type="checkbox"/> Eristykset <input checked="" type="checkbox"/> Kotelointi <input checked="" type="checkbox"/> Liitäntäkaapeli <input checked="" type="checkbox"/> Suojajohdin			
Huomautuksia			
Suojajohdinpiirin vastus	0.062 Ω	<input checked="" type="checkbox"/> sopiva	<input type="checkbox"/> liian suuri <input type="checkbox"/> ei tarvitse mitata
Eristysresistanssi	>310.0 MΩ	<input checked="" type="checkbox"/> sopiva	<input type="checkbox"/> liian pieni <input type="checkbox"/> ei tarvitse mitata
Vuotovirta	0.206 mA	<input checked="" type="checkbox"/> sopiva	<input type="checkbox"/> liian suuri <input type="checkbox"/> ei tarvitse tehdä
Jännitekoe	- kV	<input type="checkbox"/> kesti	<input type="checkbox"/> ei kestänyt <input type="checkbox"/> puutteelliset
Toimintakoe:	<input checked="" type="checkbox"/> hyvä <input type="checkbox"/> puutteellinen	Merkinnät:	<input checked="" type="checkbox"/> oikein <input type="checkbox"/> puutteelliset
Huomautuksia			
Halogeenivalaisinten lasit kuumenevat melko nopeasti. Huomioi ympäristö! Kotelon jäähdytys laitteen pohjan kautta.			
Kokeet suoritettiin			
13.06.2006	H.Valkama		
Saatu ilmoitus, että laite ei ole turvallisessa kunnossa korjauksen jälkeen			
<input type="checkbox"/>			
Päiväys	Tilaaajan allekirjoitus		