

Tomi Saarinen

Valaistuksen ohjausjärjestelmien tekninen vertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

11.4.2014

Tekijä Otsikko	Tomi Saarinen Valaistuksen ohjausjärjestelmien tekninen vertailu
Sivumäärä Aika	37 sivua + 3 liitettä 11.4.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Torsti Viilo tuotepäällikkö Toni Anttila
<p>Tämä insinöörityö on tehty Alpilux Oy:n toimeksiantona. Työssä tutkitaan valaistuksen ohjausjärjestelmiä energiansäästön näkökulmasta ja järjestelmien teknisiä eroavaisuuksia. Työn tarkoituksena on luoda tietopaketti älykkäistä valaistuksen ohjauksista Alpilux Oy:n myyntihenkilöstön käyttöön.</p> <p>Työn tavoitteena on perehtyä eri valaisinvalmistajien kehittämien ohjaustapojen tekniikoihin, tarkastella eri valaistuksen ohjauksen komponentteja ja muun muassa hyötyjä ja haittoja integroitujen ja ulkoisten sensoreiden välillä.</p> <p>Insinöörityön lähdemateriaalina on käytetty alan kirjallisuutta, lehtiartikkeleita sekä valaistuksen ohjausjärjestelmien valmistajilta saatuja materiaaleja. Työhön on piirretty AutoCAD-ohjelmalla kytkentäkaaviot ja tasopiirustukset ennalta sovitusta valaistustilanteista.</p> <p>Insinöörityöstä selviää, että kiinnostus älykkäitä valaistuksen ohjausjärjestelmiä kohtaan on kasvussa. Tähän vaikuttavat globaalit energiansäästötoimenpiteet ja kuluttajahintaisten kojeiden yleistyminen.</p>	
Avainsanat	valaistuksenohjaus, DALI, DMX, DSI, 1–10 V

Author Title	Tomi Saarinen The technical comparison between lightning control systems
Number of Pages Date	37 pages + 3 appendices 11 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Torsti Viilo, Principal Lecturer Toni Anttila, Product Manager
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to create a compact information package about intelligent lighting control systems. The thesis examined a lighting control system from the energy saving point of view and studied the technical differences between the systems.</p> <p>The method used in the project was to get familiar with different lighting systems and techniques by reading literature of the lighting field, several journal articles and materials from the lighting manufacturers. The AutoCAD program was used for drawing pictures. The comparison of different lightning systems were presented in a diagram.</p> <p>The results shows that there is a solution, a proper system, for every pre-agreed lighting situations. In certain cases it is also possible to add a new systems and sensors in an already existing lighting system.</p> <p>This Bachelor's thesis showed that there is a possibility for significant energy savings if attention is paid to the lighting control systems. It is profitable to use eco-friendly, sustainable and energy-efficient lighting solutions.</p>	
Keywords	DALI, DMX, DSI, 1-10V, lightning system control

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	1
3	Valaistuksen energiankäyttö ja tehokkuus	2
3.1	Energy-using Products -direktiivi	2
3.2	Rakentamismääräys	3
3.3	Sisävalaistusstandardi	4
3.4	Valaistussuunnitelmat	4
4	Älykkään valaistuksen ohjauksen osuus Euroopassa	5
5	Teoria-osio	6
5.1	Perinteiset ratkaisut	6
5.1.1	Kytkimet	6
5.1.2	Painonapit	7
5.1.3	Liiketunnistimet, hämäräkytkimet ja kello-ohjaukset	7
5.2	Yleistä valaistuksen ohjauksesta	7
5.3	Valaistuksen ohjauksen energiansäästöpotentiaali	9
5.4	Sensoriratkaisut	9
5.4.1	Päivänvalo-ohjaus	9
5.4.2	Läsnäolotunnistus	11
5.4.3	Tutkaohjaus	11
5.4.4	Corridor Function	11
5.5	Muistiin tallennettuja tilanteita	12
5.6	Valaistuksenohjaus verkon kautta	12
5.7	Tehonalennusreleet ja itsenäiset valonsäätöjärjestelmät	13
6	Ohjaustavat	13
6.1	Analogisen ja digitaalisen elektroniikan välinen ero	13
6.2	1–10 V	15
6.3	Switch-Control (suora painikeohjaus, SwitchDim, TouchDim)	17
6.4	DSI (Digital Serial Interface)	17
6.5	DALI (Digital Addressable Lighting Interface)	18
6.6	DMX (Digital Multiplex)	19

6.7	iDim	19
6.8	KNX	20
6.9	Yleisimmät Alppilux Oy:n käyttämät ohjausjärjestelmät	20
7	Johdotus ja pikaliittimet	21
7.1	Yleistä pikaliittimistä	21
7.2	Standardien SFS 6000 ja SFS 6002 ohjeet pikaliittimistä	22
7.3	EnstoNet	22
7.4	Wieland gesis	23
7.5	Wago WINSTA	25
8	Valaistustilanteet ja komponentit	26
8.1	Käytävä, SL-PIR	26
8.2	Avokonttori, DALI ja Helvar iDim Sense 315	29
8.3	Työpiste, 1–10 V ja Helvar MIMO3	32
8.4	Työpiste ja Switch-Control	35
9	Yhteenveto	36
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1. Käytävä, SL-PIR, tasopiirustus ja kytkentäkaavio	
	Liite 2. Avotoimisto, DALI ja iDIM Sense 315, tasopiirustus ja kytkentäkaavio	
	Liite 3. Työpiste, 1-10 V ja MIMO3, tasopiirustus ja kytkentäkaavio	

Lyhenteet ja määritelmät

DALI	Digital Addressable Lighting Interface, elektronisten valaisinliitännälaitteiden standardoitu digitaalinen ohjausjärjestelmä
DMX	Teatteri- ja näyttösvalaistuksessa käytetty, yksisuuntainen digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä
DSI	Tridonic Oy:n digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä
IDIM	Helvar Oy:n digitaalinen valaistuksen ohjausjärjestelmä
IR	Infrapunasäteily, aallonpituus 700 nm – 1 mm
KNX	Standardoitu tiedonsiirtotapa hajautettuun rakennusautomaatiojärjestelmään
käyttöliittymä	Järjestelmän ohjauspiste, esimerkiksi näppäimistö, kosketusnäyttö tai painiketaulu
reititin	Järjestelmän eri alueita yhdistävä laite, joka osaa suodattaa viestejä
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, Saksan sähkölaitteiden valmistajien yhdistys

1 Johdanto

Valaistuksen osuus energiankulutuksesta on yksi suurimmista, ja tästä syystä kiinnostus vähentää energiankulutusta on kasvanut. Myös lainsäädännön avulla painostetaan energiansäästöön. Kiinnostuksen kasvu on lisännyt ohjaustapojen kehittämistä. Älykällä valaistuksen ohjaus menetelmillä saadaan energiasäästöjen lisäksi luotua miellyttäviä valaistustilanteita sekä arjen helpotuksia.

Älykäs valaistuksen ohjaus tarkoittaa automatisoitua valaistusjärjestelmää. Järjestelmät pystyvät muun muassa huomioimaan muutokset ympäristön luonnonvalaistuksessa ja reagoimaan tilassa tapahtuvaan liikkeeseen sekä käyttäjän läsnäoloon.

Koska insinööriyö on toteutettu valaisinvalmistaja Alppilux Oy:n toimeksiantona, käydään työssä läpi kyseisen yrityksen kannalta merkittävimmät valaistuksen ohjausjärjestelmät. Näitä ohjausjärjestelmiä ovat esimerkiksi 1–10 V, DALI ja DSI.

2 Yritysesittely

Alppilux Oy on yksityinen suomalaisomisteinen valaisinvalmistaja. Yhtiön tehtaat sijaitsevat Lohjalla ja Paidessa Virossa. Alppilux Oy -konsernin liikevaihto vuonna 2012 oli 13,7 MEUR. Konsernissa työskentelee 65 henkilöä. Alppilux Oy suunnittelee ja kehittää Suomen markkinoille suunnattuja valaisimia. Valaisimien tuotekehityksen lähtökohtina ovat energiatehokkuus, asennusystävällisyys ja korkeatasoinen valotekniikka. Valaisimien pääasiallisena jakelukanavana toimivat suomalaiset sähkö- ja teletarvikkeiden tukkuliikkeet. Tuotevalikoima sisältää ratkaisuja sisä- ja ulkotilojen valaistukseen asuintiloihin ja julkisiin tiloihin. Valaisimien kokoonpanossa käytetään korkealaatuisia tuotteita alan johtavilta komponenttivalmistajilta. Suurin osa Alppilux Oy:n tuotevalikoimassa olevista valaisimista voidaan räätälöidä asennuskohteen mukaisesti. Alppilux Oy -konserniin kuuluu myös EULI Oy, joka on kuluttajakanavaan suunnattu myyntiyhtiö. Alppilux Oy edustaa myös Thorn-valaisimia Suomen markkinoilla. [1]

3 Valaistuksen energiankäyttö ja tehokkuus

Maapallon väestöstä neljäsosa tuottaa valonsa muilla kuin sähkölampuilla, etupäässä nestemäisillä polttoaineilla. Valaistuksen osuus kokonaissähkönkulutuksesta on kehitysmaissa yli 80 prosenttia, kun teollisuusmaissa vastaava luku on 5–15 prosenttia. Globaalisti valaistuksen käyttämä sähköenergia vuonna 2005 oli 2 650 terawattituntia, joka on noin 19 prosenttia globaalista sähkönkulutuksesta. Samana vuonna valaistuksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt olivat 1 900 miljoonaa tonnia, joista 80 prosenttia aiheutti sähkövalaistus. Sähköenergiankulutus jakautuu valaistuksen osalta seuraavasti: kotitaloudet 28 prosenttia, palvelut 48 prosenttia, teollisuus 16 prosenttia ja katuvalaistus ja muu valaistus 8 prosenttia. Eurooppalaisten rakennusten osalta valaistuksen energiankulutus jakautuu seuraavasti: toimistorakennukset 50 prosenttia, sairaalat 20–30 prosenttia, tehtaat 15 prosenttia, koulut 10–15 prosenttia ja asuinrakennukset 10 prosenttia. EU-jäsenmaiden yhteinen tavoite on laskea primäärienergiankulutusta 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä.

[2, s. 24–25; 3, s.4.]

Vuonna 2011 Suomessa kulutettiin 84,4 TWh sähköä, mikä on 3,8 % vähemmän kuin vuonna 2010. Vuonna 2013 sähkönkulutuksen ennustetaan kasvavan noin 94 TWh:in. Suomen energiankulutuksesta valaistuksen osuus on noin 12 % ja liikerakennuksissa valaistuksen osuus käytetystä energiasta on noin 40–50 %. [4]

Valaistuksen ollessa suuri ja kasvava energiankäyttäjä sekä kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja, on valaistuksen energiankäytön tehostaminen kustannustehokas keino vähentää rakennusten aiheuttamia päästöjä. Tähän päätyi muun muassa hallitusten välinen ilmastopaneeli arvioidessaan toimenpiteiden vaikutusta CO₂-vähennysten kannalta ja toimenpiteiden kustannuksia. [2, s. 25.]

3.1 Energy-using Products -direktiivi

Tavoitteiden saavuttamiseksi on jo tehty säädöksiä ja toimenpiteitä valonlähteiden osalta. EuP-direktiivin (Energy-using Products), toiselta nimeltään Eco Design -direktiivi 2009/125/EY, vaikutukset näkyvät valaistuksen joka osa-alueella. Energiatehottomia valonlähteitä on jo poistunut markkinoilta, ja asteittain lähteitä poistuu lisää.

Direktiivin asetus 245/2009 on muutoksien kannalta merkittävä, koska se koskee palvelusektorin valaistustuotteita. Asetuksen aikataulu on jaettu kolmeen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe oli vuonna 2010, jolloin annettiin minimiarvot kaikille loistelamppujen valotehokkuuksille. Toinen vaihe oli vuonna 2012, jolloin valotehokkuuksien minimiarvot asetettiin suurpaineisten purkauslamppujen valotehokkuuksille. Vuonna 2015 on välivaihe, jolloin elohopealamput ja korvaavat suurpainenatriumlamput poistuvat markkinoilta.

Kolmas vaihe on vuonna 2017, jolloin annetaan energiatehokkuuden minimiarvot kaikille monimetallilampuille. Liitäntälaittevalmistajien kannalta tämä vaihe on merkittävä, koska alempien energiatehokkuusluokkien liitäntälaitteet poistuvat markkinoilta. Käytännössä tämä tarkoittaa kaikkien magneettisten kuristimien poistumista markkinoilta.

Magneettisten kuristimien poistuminen markkinoilta tulee kysynnän kasvaessa todennäköisesti laskemaan elektronisten liitäntälaitteiden hintoja, jonka ansiosta älykkäiden valaistuksen ohjauksien määrä kasvaa. [5, s. 2.]

3.2 Rakentamismääräys

Ympäristöministeriön asettama asetus rakennusten energiatehokkuudesta astui voimaan 1.7.2012. Asetuksella kumottiin ympäristöministerin 22.12.2008 antama asetus rakennusten lämmöneristyksestä ja ympäristöministeriön 22.12.2008 antama asetus rakennusten energiatehokkuudesta.

Uusi rakentamismääräys D3 ohjaa määräyksiensä tiukentamisen myötä kokonaisenergiatehokkuuteen. Valaistuksen osalta tulisi entistä enemmän hyödyntää luonnonvaloa osana rakennuksen valaistusta. Rakennukset voidaan luokitella kolmeen energiatehokkuusluokkaan: matalaenergiatalo, passiivitalo ja nolla- tai lähes nollaenergiatalo. Matalaenergiatalossa E-luku on vähintään 25 % normitasoa alhaisempi. Nollaenergiatalo on erittäin energiatehokas talo, passiivitalon ollessa näiden kahden luokan välillä. Tavoitteena on, että vuonna 2020 kaikki uudisrakennukset olisivat lähes nollaenergiataloja. [6, s. 4–7.]

3.3 Sisävalaistusstandardi

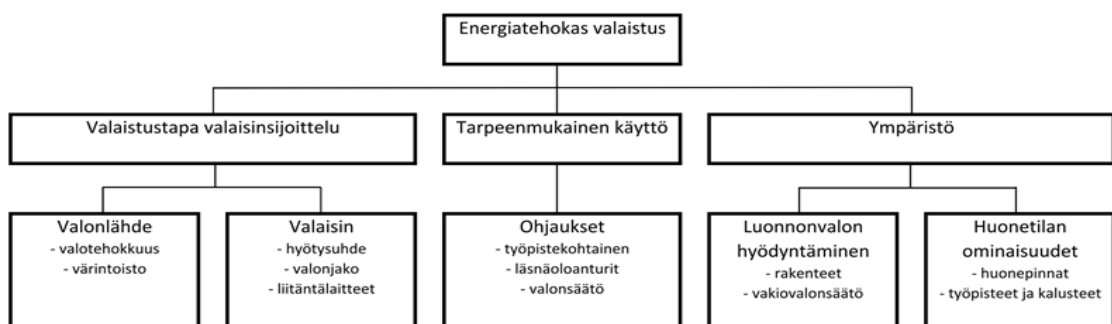
Sisävalaistusstandardi SFS-EN 12461-1 antaa valaistuksen toteutukselle reunaehdot sekä suosituksia hyvistä valaistuskäytännöistä, rajoittamatta kuitenkaan valaistus suunnittelijoiden innovatiivisuutta tai eri tekniikoiden käyttöä valaistusratkaisuissa. Standardi määrittelee sisävalaistuksen suunnittelun laadun siten että valaistusvoimakkuuksien vaatimukset tyydytetään näkemisen ja tilassa suoritettavien töiden ja tehtävien osalta. [7, s. 10.]

Valaistusvaatimuksilla on kolme määritelmää perustarpeiden täyttymisen osalta: näkömukavuus, näkötehokkuus ja turvallisuus. Standardista löytyy taulukot valaistusvaatimuksien tavoitearvoista, joilla taataan näiden kolmen perustarpeen täytyminen. [7, s. 14.]

3.4 Valaistussuunnitelmat

Valaistussuunnittelijan tekemät valaistusvalinnat vaikuttavat olennaisesti rakennuksen käytettävyyteen sekä energiankulutukseen. Rakennuksen lopullisen käyttötarkoituksen tietämys, yhdessä sujuvan kommunikoiden eri järjestelmien suunnittelijoiden kanssa, onkin tärkeää lopputuloksen kannalta. Tyyppillisesti sähkö- ja valaistussuunnitelmien tekeminen aloitetaan rakennussuunnitelmien loppuvaiheessa. Tämä rajoittaa rakennusteknisesti optimaalisten valaistusratkaisujen suunnittelemista. [8, s. 7.]

Kaaviosta 1 selviää huomioon otettavia asioita toimivaa ja energiatehokasta valaistusta suunniteltaessa.



Kaavio 1. Energiatehokas valaistus [4]

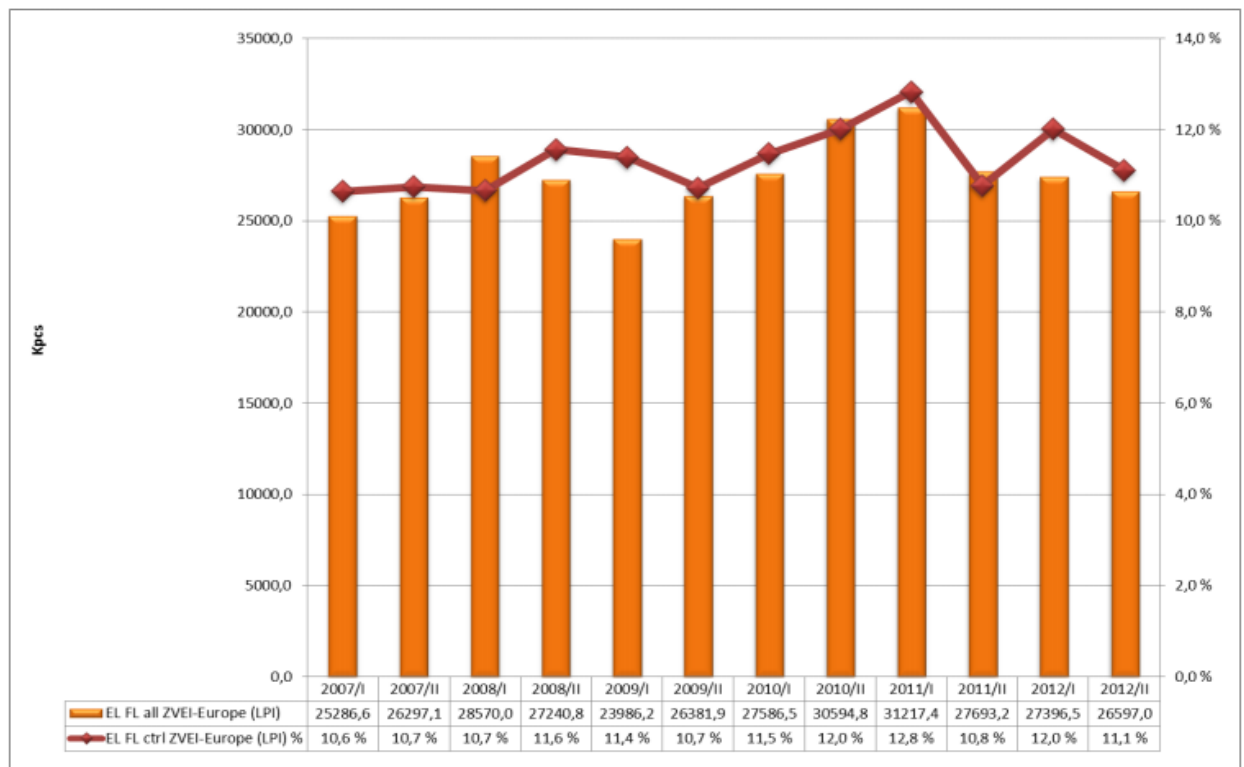
4 Älykkään valaistuksen ohjauksen osuus Euroopassa

ZVEI ja IEC

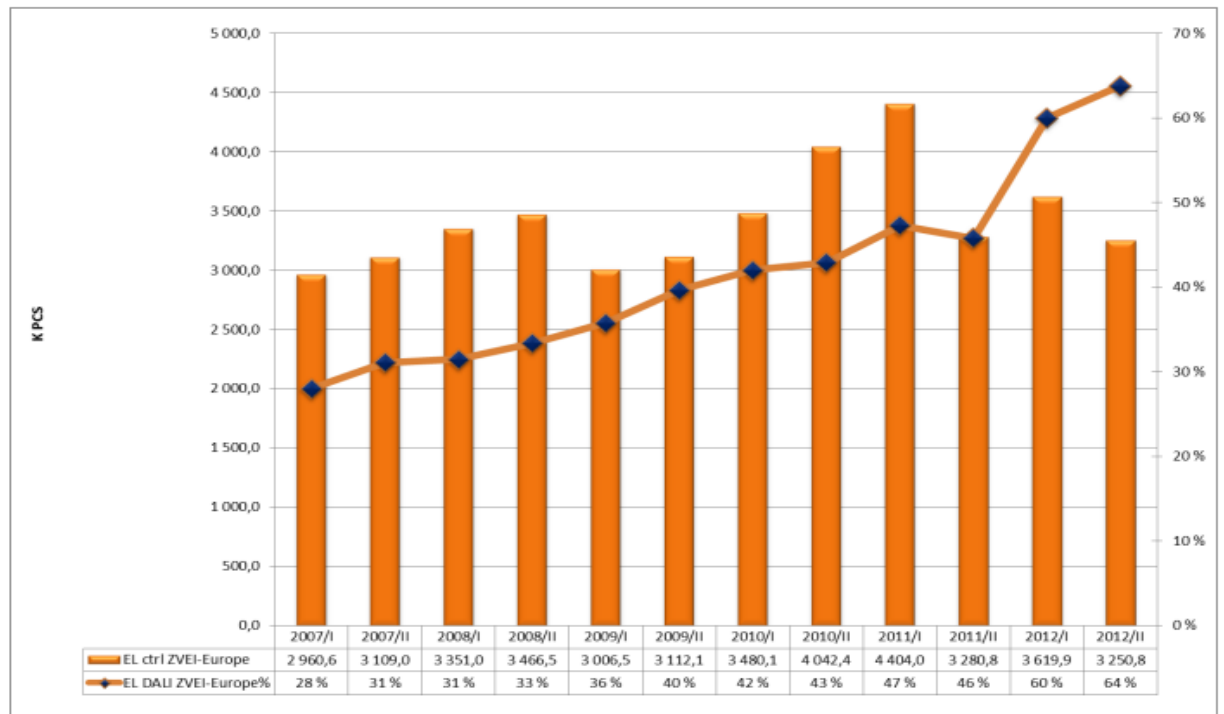
Valonlähteet tyypitetään kahdella erilaisella tapaa. Maailmanlaajuisesti käytössä on ILCOS-järjestelmä (International Lamp Coding System). Järjestelmän on julkaissut vuonna 1993 (päivitetty 1999) The International Electrotechnical Commission (IEC)

Euroopassa toinen käytössä oleva järjestelmä on saksalainen ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V). eli Saksan sähkölaitteiden valmistajien yhdistys. Osa lamppuvalmistajista käyttää tätä järjestelmää. [9, s. 3.]

Kuvissa 1 ja 2 esitetään ZVEI-yhdistyksen mittaaman älykkään valaistuksen ohjauksen osuuden kehittymistä Euroopassa. Vuonna 2012 elektronisten liitäntälaitteiden markkinaosuus tippui kymmenellä prosentilla vuoden 2011 tasolle. DALI-ohjattujen liitäntälaitteiden markkinaosuus kasvoi kahdeksallatoista prosentilla 64 prosenttiin.



Kuva 1. Elektronisilla liitäntälaitteilla varustettujen loisteputkivalaisimien osuus Euroopassa vuosina 2007–2012 [33]



Kuva 2. Elektronisilla liitäntälaitteilla ja DALI-ohjauksella varustettujen loisteputkivalaisimien osuus Euroopassa vuosina 2007–2012 [33]

5 Teoria-osio

5.1 Perinteiset ratkaisut

Perinteisesti valaistuksen ohjaus on toteutettu päälle-pois kytkennän osalta erilaisilla kytkimillä, tunnistimilla, painonapeilla ja kellokytkimillä. Valaistuksen himmennys on hoidettu käsikäyttöisillä säätimillä. Ohjaukseen liitettyä kellokytkimellä valaistus on saatu sammumaan ennalta asetetun ajan kuluttua.

Päälle-pois-kytkennän suosio johtuu ohjaustavan yksinkertaisuudesta, kykyä ohjata erilaisia kuormituksia sekä ohjaustavan hankintakustannuksien edullisuudesta ja asennuksien helpoudesta.

5.1.1 Kytkimet

Kytkimillä valaistusta voidaan ohjata virtapiirin pituuden kannalta järkevästi korkeintaan kolmesta paikasta, tämä on usein riittävä määrä pienissä tiloissa.

5.1.2 Painonapit

Tiloissa, joissa kolmesta paikasta ohjaus ei riitä, kuten käytävät ja tilat, joihin kulku tapahtuu useista paikoista, toteutetaan valaistuksen ohjaus painonapeilla ja askelreileillä.

5.1.3 Liiketunnistimet, hämäräkytkimet ja kello-ohjaukset

Liiketunnistimia käytetään valaistuksen päälle-pois kytkennässä tiloissa, joissa valaistusta käytetään ainoastaan sitä tarvittaessa. Liiketunnistin on myös oiva apu tiloissa, joissa tarvitaan valaistusta, mutta kytkintä ei päästä painamaan esimerkiksi sen sijainnin tai käsissä olevien kantamusten takia.

Piha-alueiden valaistuksen ohjaamiseen käytetään usein liiketunnistimen ja hämäräkytkimen yhdistelmää. Hämäräkytkin estää valaistuksen syttymisen sillon kuin päivänvalo on saatavilla riittävästi. Hämäräkytkintä voidaan käyttää myös yksinään, jolloin valaistus syttyy ainoastaan silloin, kun on ennalta asetettua arvoa hämäämpää.

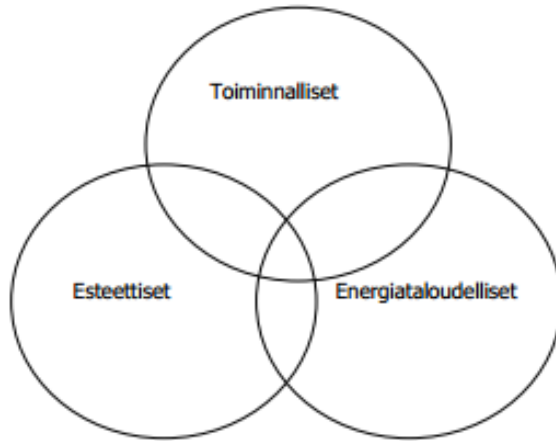
Kello-ohjauksen avulla valaistus syttyy ja sammuu määriteltynä ajankohtana. [10]

5.2 Yleistä valaistuksen ohjauksesta

Automaatio-ohjausjärjestelmien avulla valaistusta voidaan ohjata monella tapaa. Valaistusta voidaan ohjata perinteisten ratkaisujen tapaan manuaalisesti tila kerrallaan. Tämän lisäksi tiloihin saadaan napin painalluksella ennalta määriteltynä valaistustilanteita. Automaation avulla valaistusta voidaan myös esimerkiksi käyttää tilanteisiin, joissa asunnon halutaan valaistuksen avulla näyttävän asutulta vaikka todellisuudessa asunto on tyhjillään esimerkiksi lomamatkan ajan. Valaistus saadaan syttymään ja sammumaan haluttuina ajankohtina. [11]

Automaatio-ohjausjärjestelmien avulla valaistusta voidaan myös säätää halutulla tavalla eri anturitekniikoita käyttäen. Tämän avulla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä energiankulutuksessa. Joidenkin ohjausjärjestelmien käyttöliittymiin on saatavilla myös esimerkiksi reaaliaikainen energiankulutusseuranta, joka näyttää energiankulutuksen niin kilowateissa, kuin euroissa. [12, s. 48–49.]

Valaistuksen ohjaustarpeet ovat jaettavissa kolmeen pääryhmään: toiminnallisiin, esteettisiin ja energiataloudellisiin tarpeisiin. Valaistusta suunniteltaessa on hyvä määrittellä kohteeseen ja budjettiin parhaiten sopiva ryhmä. Ohjaustarpeet eivät kuitenkaan ole toisiaan poissulkevia, vaan ne lomittautuvat hieman päällekkäin kuvan 3 osoittamalla tavalla.



Kuva 3. Valaistuksen ohjaustarpeet [3]

Toiminnallisen näkökulman kannalta tarkasteltuna hyvässä valaistuksen ohjauksessa tulisi ottaa huomioon erilaisten tilojen ja henkilöiden vaatimat valaistuksen tarpeet. Esimerkiksi auditorioissa tilan monikäyttöisen luonteen vuoksi valaistuksen tulisi olla ohjattavissa aina käyttötarpeen mukaisesti. Ihmisen valon tarpeeseen vaikuttavat ihmisen ikä ja mieltymykset ja suunniteltaessa työpisteiden valaistusta tulisi nämä seikat ottaa huomioon. Kun valaistus on himmennettävissä, pystyy henkilö säätämään valaistuksen omien mieltymyksien mukaiseksi.

Valaistuksen esteettiseen merkitykseen kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Esteettisiä eli laadullisia ominaisuuksia ovat intensiteetti, laatu, väri, suunta, muoto ja liike. [13, s. 1–6.]

Intensiteetti, eli valon voimakkuus tarkoittaa havaitsijan silmään tulevan valon määrää. Tilan hahmottamisen ja tasapainoisen näkemisen kannalta ovat tärkeitä eri valaistusvoimakkuuksilla luodut kontrastit.

Valon laatuun ja väriin vaikuttavat valonlähteen antamat aallonpituudet ja värilämpötila. Valon väriin kiinnitetäänkin enenevässä määrin huomiota kun arvioidaan valaistuksen laatua. Myös efektiivärien käyttö on lisääntynyt.

Valon suunnalla tarkoitetaan valon tulokulmaa suhteessa havaitsijaan ja objektiin, jota se valaisee. Valon suunnalla saadaan merkittävät vaikutukset objektin kolmiulotteisuudessa.

Valon muodolla tarkoitetaan valon vaikutusta kohteeseensa. Muodolla on tärkeä tehtävä kohteen visuaalisten näkymien luomisessa. Valon muotoon vaikuttavat valon suunta ja jyrkkyys. Valo voi olla muodoltaan esimerkiksi pehmeää tai tiukkaa ja rajaavaa.

Valon liike kiinnittää aina katsojan huomion. Oikein käytettynä valon liikkeellä voidaan saavuttaa tilan ja ympäristön valaistukseen lisäarvoa.

5.3 Valaistuksen ohjauksen energiansäästöpotentiaali

Valaistuksen ohjauksella voidaan saavuttaa huomattavia taloudellisia säästöjä. Osa säästöistä saavutetaan valonlähteiden pidentyneenä polttoikänä, tilan alentuneesta jäähdystarpeesta ja pienemmästä huipputehon tarpeesta. Suurin vaikutus on kuitenkin pienentyneessä energiankulutuksessa.

Yksinkertaisimmillaan säästö saavutetaan, jos tilan käyttäjä sammuttaa valon aina kun sitä ei tarvita. Käytännössä tämä ei kuitenkaan toimi, vaan valaistuksen ohjaukseen on liitettävä automatiikkaa yhdessä erilaisten sensoreiden kanssa säästöjen saavuttamiseksi. [15, s. 150]

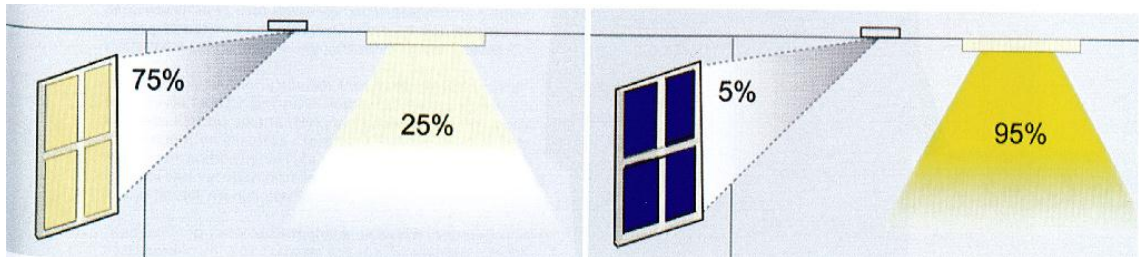
5.4 Sensoriratkaisut

5.4.1 Päivänvalo-ohjaus

Päivänvalo-ohjauksen avulla valaistusta säädetään ulkoa tulevan päivänvalon määrän mukaisesti (kuva 4). Päivänvalon lisääntyessä säädetään keinovalaistuksen määrää

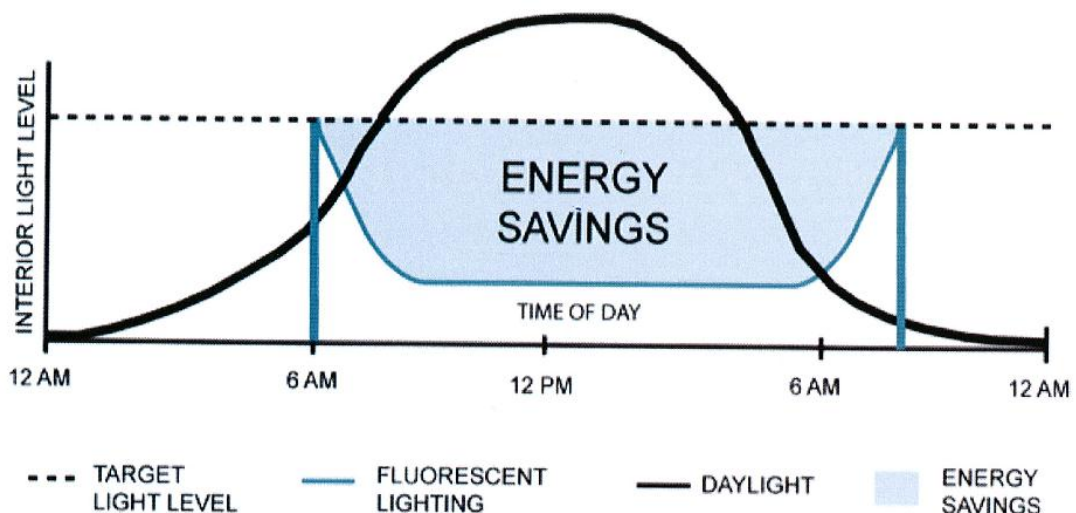
pienemmälle. Ohjauksia on kahdenlaisia. Avoimen silmukan järjestelmässä anturit tarkkailevat ainoastaan ulkoa tulevan valon määrää. Suljetun silmukan järjestelmässä otetaan huomioon sekä ulkoa tuleva valo että keinovalo. Sääto tapahtuu näiden yhteisvaikutuksen mukaan.

Kun valaistuksen ohjausjärjestelmä on yhteydessä muun kiinteistössä olevan automaation kanssa, voidaan esimerkiksi luonnonvalon aiheuttamia häiritseviä heijastumia ehkäistä säätämällä sälekaihtimien kallistuskulma sopivaksi.



Kuva 4. Päivänvalo-ohjaus [12]

Päivänvalo-ohjauksella voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä energiankulutuksessa. Päivänvalo-ohjauksessa valaistavaan tilaan valitaan haluttu valotaso (kuvassa 5 katkoviiva), johon valaistuksen ohjaus järjestelmä pyrkii antureiden ja automatiikan avulla. Päivänvalo-ohjauksessa osittain hyödynnetään silmän epätarkkuutta korkeilla valaistuksen tasoilla. Silmämääräisesti on vaikeaa havaita valaistustason laskua, vaikka samanaikaisesti energian kulutus vähenee. Silmän kannalta miellyttävintä on, että valaistustason säätö on riittävän hidas ja epäherkkä.



Kuva 5. Päivänvalo-ohjauksen energiansäästöt [12]

Fyysisesti päivänvalo-ohjauksen anturi voi sijaita tilassa erillisenä anturina tai se voi olla integroituna valaisimeen. [16]

5.4.2 Läsnaolotunnistus

Usein esimerkiksi työhuonetta valaistaan turhaan, kun ketään ei ole paikalla. Läsnaolotunnistin auttaa tästä ongelmasta eroon pääsemisessä. Tunnistimen havaitessa alueellaan liikettä se sytyttää valot. Kun liikettä ei ole havaittu ennalta määrätyn ajan kuluessa, valot sammuvat. Läsnaolotunnistuksesta on kehitetty myös erilaisia variaatioita, kuten menetelmä, jossa valaistus kytketään manuaalisesti päälle, minkä jälkeen se sammuu automaattisesti liikehavaintojen perusteella.

Läsnaolotunnistamiseen käytetään PIR (Passive Infra Red) -tekniikalla toimivia läsnäoloilmaisimia. Ilmaisimet tunnistavat työskentelyalueella tapahtuvaa liikettä lämpösäteilyn avulla. Läsnaoloilmaisimien voi sijaita joko integroituna valaisimeen, tai se voi olla sijoitettuna erillisenä ilmaisimena työskentelytilaan.

Läsnaolotunnistuksen päälle–pois-kytkentäperiaatteen luonteesta johtuen valaistuksen kuluttama teho on ajan suhteen vakio aina valaistuksen ollessa päällä. [17]

5.4.3 Tutkaohjaus

PIR-läsnaoloilmaisimia kehittyneempi ratkaisu on tutkaohjaus. Tutkaohjauksen etuina verrattuna perinteiseen PIR-ohjaukseen on riippumattomuus kohteen lämpötilasta ja liikkeen suunnasta. Tutka on myös mahdollista integroida valaisimeen huomaamattomasti. Tutkayksiköissä on hämäräkytkennän tason, viiveajan sekä tunnistusherkkyyden säätömahdollisuudet. [17; 18, s. 3.]

5.4.4 Corridor Function

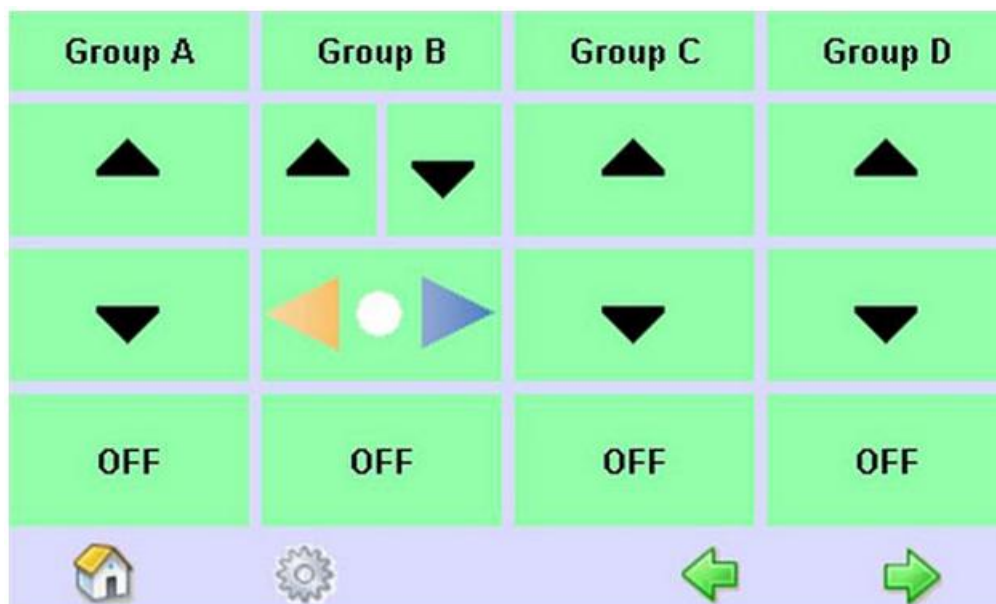
CF-valaisimet ovat tutkaohjauksella varustettuja valaisimia, joissa pidetään aina vähintään 15 prosenttia valaisimen maksimivalovirrasta (perusvalo). Kun tutkaohjain havaitsee liikettä, nousee valovirta maksimiin. Valaisimen tutkaohjaimen on ennalta asetettu arvo, jonka ajan valaisimen valovirta on maksimissa; tämän ajan jälkeen valovirta laskee takaisin perusvaloon. [18, s. 3.]

5.5 Muistiin tallennettuja tilanteita

Nykyaikaisten valaistuksen ohjausjärjestelmien etuina ovat muun muassa kauko-ohjausmahdollisuudet ja ohjelmoitavat tilannemuistit. Valaisimet kytketään järjestelmän ohjauskanaviin, joita voidaan ohjata erilaisten valaistustilanteiden mukaisesti. Valaistustilanne voidaan ottaa käyttöön napin painalluksella, jonka jälkeen automaatio hoitaa kunkin ohjauskanavan valaistuksen ennalta asetettuun valaistustasoon. Ennalta ohjelmoituja valaistustilanteita voi järjestelmässä olla useita. [17, s. 472.]

5.6 Valaistuksenohjaus verkon kautta

Digitaalisten liitäntälaitteiden eduksi voidaan lukea myös se, että niillä varustettuja valaisimia voidaan ohjata myös verkon kautta. Niitä ohjataan ja ohjelmoidaan reitittimen ja tietokoneen avulla. Tietokoneen näytölle voidaan avata kuvassa 6 esitetyn kaltainen ohjauspainikkeistoa jäljittelevä ikkuna, josta valaistusta ohjataan kuten perinteisellä rasiaohjaimella. [17, s. 472.]



Kuva 6. Tridonic x/e-touchPANEL käyttöliittymä [31]

5.7 Tehonalennusreleet ja itsenäiset valonsäätöjärjestelmät

Tehonalennusreleillä ja itsenäisillä valonsäätöjärjestelmillä on sama toimintaperiaate, kuin läsnäolo- ja päivänvalo-ohjauksilla. Ne himmentävät valaistusta ajankohtina, jolloin valaistustehon ei ole tarpeen olla täydellä tasolla. [18, s. 10.]

6 Ohjaustavat

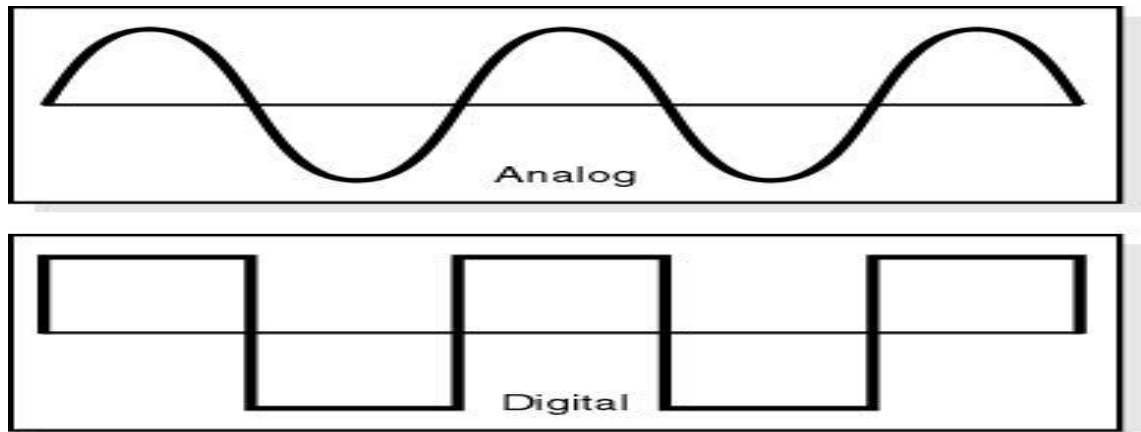
Perinteisten käsikäyttöisten himmentimien ohelle kehitettyjen nykyaikaisten älykkäämpien valaistuksenohjausratkaisujen avulla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä energiankulutuksessa. Järjestelmien avulla valaisusta on oikeassa paikassa oikea määrä juuri silloin kuin sitä tarvitaan. Ohjaustapa vaikuttaa järjestelmässä käytettävien komponenttien lisäksi myös minimivalaistustasoon, johdotukseen ja valaistusratkaisun hintaan.

6.1 Analogisen ja digitaalisen elektroniikan välinen ero

Vaikka nykypäivän elektroniikka jakaantuukin analogiseen ja digitaaliseen elektroniikkaan, on näiden jakaminen ryhmiin vaikea tehdä käytön perusteella, koska esimerkiksi matkapuhelimissa ja äänentoistolaitteistoissa sovelletaan kumpaakin elektroniikkaa samanaikaisesti. Painopiste siirtyy kuitenkin enemmän kohti digitaalitekniikkaa. Syinä tähän ovat monet tekniset ja taloudelliset edut. Digitaalitekniset laitteet ovat suorituskykyisempiä sekä kooltaan, painoltaan ja tehonkulutukseltaan pienempiä kuin vastaavat analogisella elektroniikalla toteutetut laitteet.

Vähänkin mutkikkaammat digitaaliset laitteistot ja järjestelmät sisältävät aina hardwaren eli laitteiston lisäksi myös softwarea eli ohjelmistoa. Analogisen elektroniikan keinoilla nämä eivät olisi edes mahdollista, sillä siinä ei ole ohjelmointimahdollisuutta.

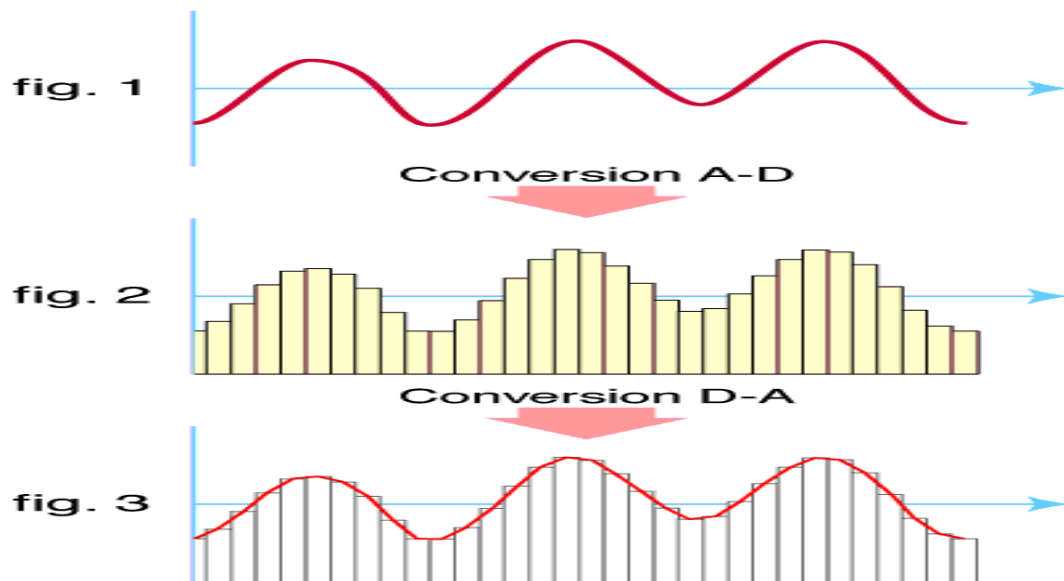
Analogisen tekniikan ja digitaalitekniikan ero näkyy käsiteltävän signaalin ominaisuuksissa (kuva 7). Analogisessa elektroniikassa käsitellään ajan suhteen jatkuvia signaaleja, joilla on äärettömän monia amplitudiarvoja positiivisten ja negatiivisten ääriarvojen välillä. Analogisessa signaalissa sekä taajuus että amplitudi sisältävät informaatiota.



Kuva 7. Analogisen ja digitaalisen signaalin ero

Digitaalitekniikan signaali on ajan suhteen epäjatkuva, eli amplitudi muuttuu äkillisin hyppäyksin ääriarvosta toiseen. Signaalilla on vain rajallinen määrä mahdollisia amplitudiarvoja. Yleisin digitaalitekniikan signaali on kaksi arvoinen binaarisignaali. Koska binaarisignaaleilla on ainoastaan kaksi mahdollista amplitudiarvoa, on niitä helpompi siirtää ja käsitellä kuin häiriöille alttiita analogisia signaaleja. Binaarisignaalin amplitudi ja taajuus eivät sisällä informaatiota, mutta tieto siirtyy sitä nopeammin, mitä suurempi on signaalin taajuus.

A/D- ja D/A-muunnoksilla (kuva 8) on valaistuksen ohjauksessa tärkeä merkitys, sillä kaikki luonnossa tapahtuva on luonteeltaan analogista. Kytkentään tuleva analoginen signaali muutetaan digitaaliseksi signaaliksi A/D-muuntimella (Analog to Digital converter). Vastaavasti taas kytkennästä lähtevä digitaalinen signaali muutetaan takaisin analogiseksi D/A-muuntimella (Digital to Analog converter). Itse signaalin käsittely tapahtuu digitaalitekniikan keinoin. [19, s. 12–14.]

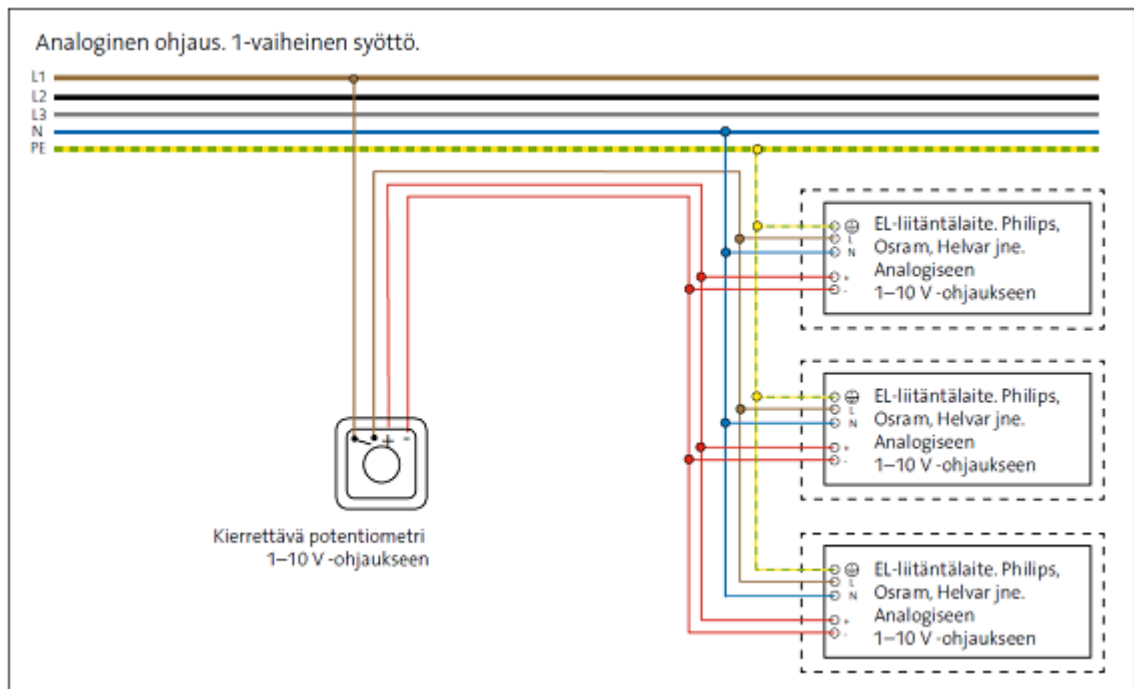


Kuva 8. A/D ja D/A –muunnos [19]

6.2 1–10 V

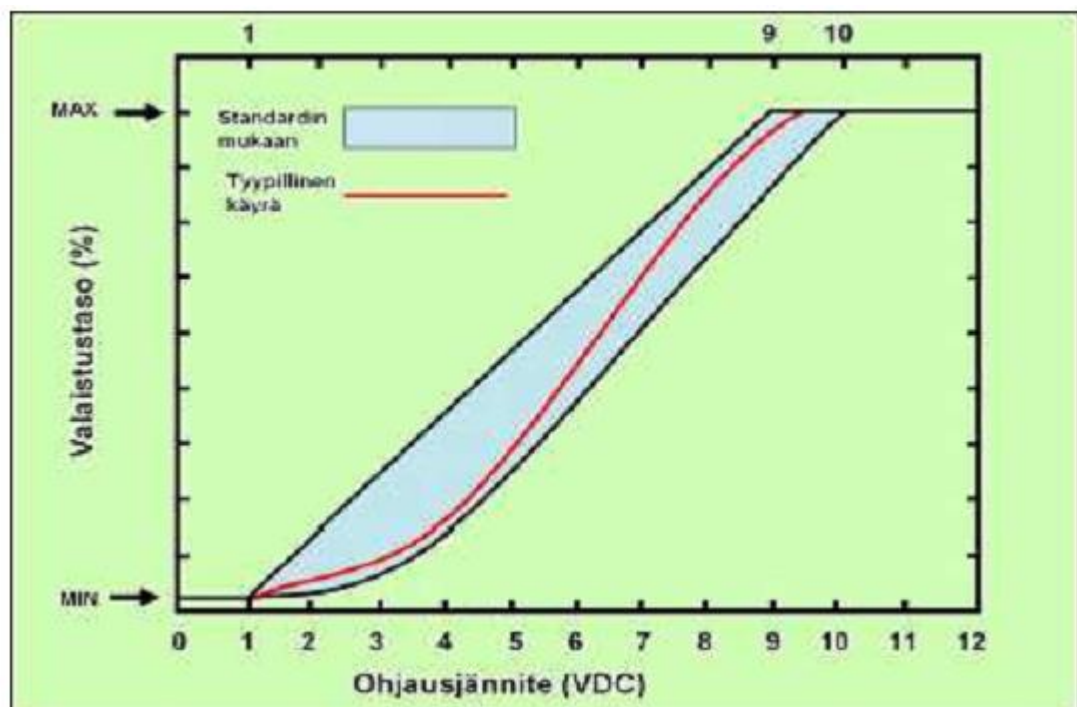
1–10 V-ohjaus (standardi: 60929) on loisteputkivalaisimien yksi yleisimmistä ohjaustavoista. Ohjaustavassa valaisimen liitäntälaitteeseen syötetään tasajännitettä ohjaustavan nimen mukaisesti välillä 1–10 voltia. Ohjaustapa on lähes lineaarinen: 1 V:n jännitteellä saadaan valovirran minimitaso ja 10 V:n jännitteellä maksimi. Sääto voidaan yksinkertaisimmillaan toteuttaa potentiometrillä.

Ohjaustavassa valaisimelle tuodaan viisi johdinta; vaiheen, nollan ja suojamaan lisäksi kaksi ohjauspiirin johdinta. Ohjausvirtapiirin johtimet voidaan tuoda saman kaapelivai-pan sisällä tai samassa putkituksessa kuin valaistuksen syöttö, kunhan ne on eristetty verkkovirran kestoisiksi. Suurissa valaistusryhmissä tulee ottaa huomioon ohjausvirtapiirin johtimissa tapahtuvan jännitteenalenen aiheuttama kirkkausero valaisimien välillä. Myös ohjausvirtapiirin polarisaatio tulee ottaa huomioon kytkennöissä.



Kuva 9. 1-10 V-johdotus [17]

Standardi sallii kuvan 10 mukaisesti jonkin verran toleranssia ohjausjännitteelle.

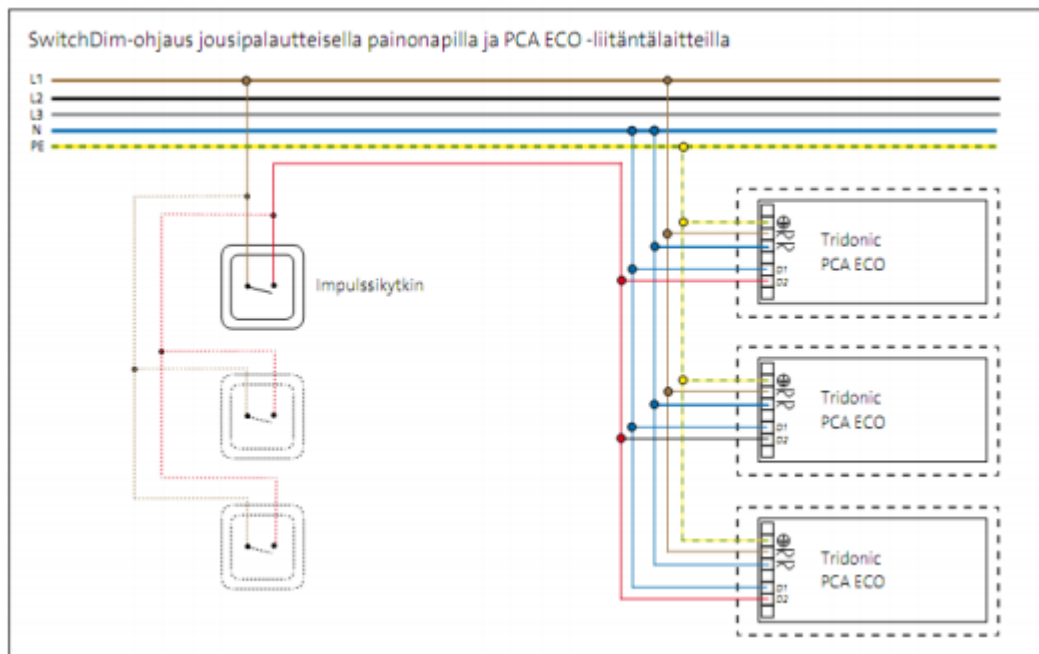


Kuva 10. 1-10 V-ohjauksen ohjausjännitteen toleranssi [3]

Standardi määrittelee ainoastaan valaistuksen minimitason, joten sen pois kytkemiseksi on tehtävä erillinen määrittely. Käytännössä syötön vaihejohdin tulee kytkeä kuvan 9 osoittamalla tavalla erillisen kytkimen kautta, jotta valaistusryhmän valaisimet saadaan kytkettyä kokonaan päältä. [3, s. 11-12; 20, s. 20-22.]

6.3 Switch-Control (suora painikeohjaus, SwitchDim, TouchDim)

Switch-Control on edullinen ja helppo valaistuksenohjaustapa. Se ei vaadi erillistä säätöyksikköä eikä erillisiä säätimiä. Valonsäätö toteutetaan elektronisella liitälaitteella ja ohjaus tavallisella jousipalautteisella painonapilla tai vetokytkimellä. Lyhyellä kytkimen painalluksella liitälaitte saa ohjausimpulssin, jolla se sytyttää tai sammuttaa valaisimen. Kun kytkintä painetaan pidempään, liitälaitte himmentää tai kirkastaa valaisinta.



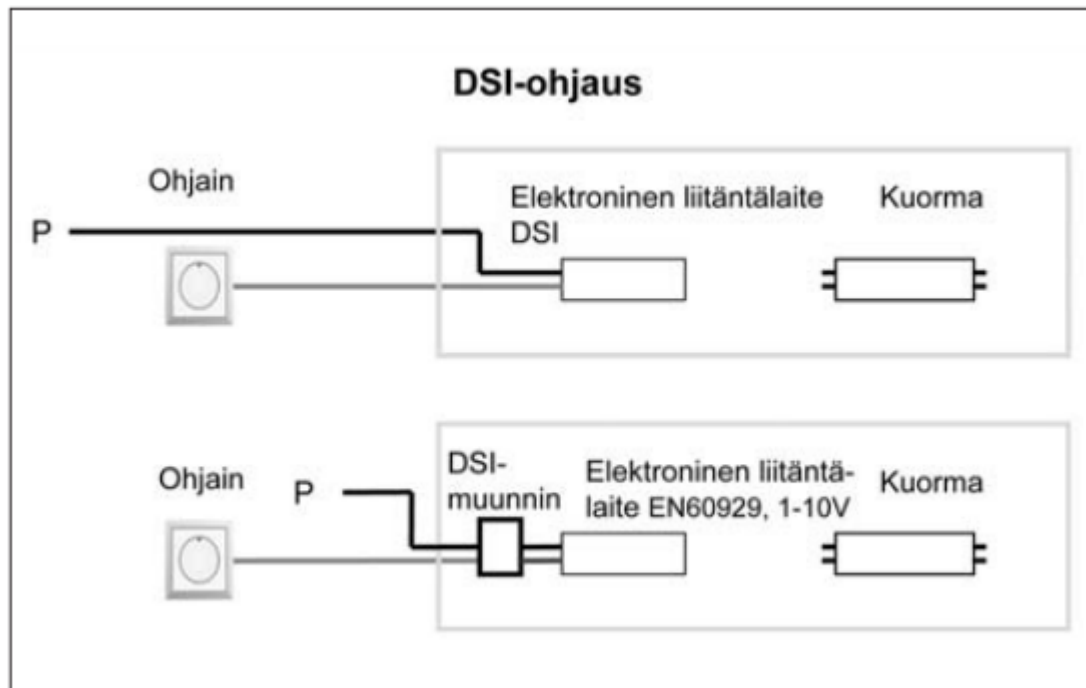
Kuva 11. Switch-Control-johdotus [17]

Valmistajasta riippuen, ohjausjärjestelmässä ohjausimpulssi toteutetaan joko vaihe- tai nollajohtimen verkkojänniteimpulssina. [3, s. 13; 20, s. 24–25.]

6.4 DSI (Digital Serial Interface)

DSI on digitaalinen osoitteeton 8-bittistä väylää käyttävä valaistuksen ohjausjärjestelmä. Järjestelmää ei ole standardisoitu, mutta se on yleisesti käytössä.

Osoitteettomuuden vuoksi valaisimien ryhmittely pitää tehdä kaapeloinnin avulla. Johdotus voi olla jopa 250 metriä pitkä, eikä se ole riippuvainen polarisaatiosta. Keskusyksiköillä voidaan ohjata useaa ryhmää kerrallaan, eikä ryhmäkoko ole rajoitettu. DSI-järjestelmässä valon himmentäminen tapahtuu logaritmisesti, ja järjestelmän signaalilla voidaan sytyttää ja sammuttaa valot. Valot sammuvat digitaalisella ohjausviestillä, joten esimerkiksi huoltotilanteissa on huomioitava, että vaikka valaisin ei tuota valoa, se on kuitenkin edelleen jännitteellinen.



Kuva 12. DSI-komponentit ja DSI-muunnin [21]

DSI-järjestelmän ja 1–10 V-ohjauksen välille on olemassa konverttereita, jotka mahdollistavat järjestelmien yhteensovittamisen. [3, s. 14; 20, s. 22–23; 21.]

6.5 DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

DALI on standardisoitu (IEC 929) digitaalinen osoitteellinen valaistuksen ohjausjärjestelmä. Se on 2-suuntaisella väylällä varustettu. Tämä tarkoittaa sitä, että vastaanottaja pystyy lähettämään takaisin lähettimelle tilannetietoja, esimerkiksi valaisimen viat, polttotunnit sekä säätötasot. DALI-järjestelmässä käytetään yksinkertaista johtoparia, jolla digitaalisignaali siirretään järjestelmän laitteiden välillä. Kaikki järjestelmän laitteet, ku-

ten liitäntälaitteet, käyttöpaneelit ja ohjelmointilaitteet liitetään samaan väylään. Ohjausväylä tarvitsee virtalähteen, joka syöttää väylään maksimissaan 250 mA:n virran. Ohjausvirtapiirin polarisaatio on vapaa, mikä vähentää virhekytkentöjen riskiä.

DALIn voidaan liittää valaisimien lisäksi myös muita saman standardin laitteita, kuten esimerkiksi verho-ohjaimia. [22s, s. 11–12.]

6.6 DMX (Digital Multiplex)

DMX512 on digitaalinen multiplekseri, eli laite jolla sisääntulevaa tietoa voidaan ohjata valitulle ulostulokanavalle. Järjestelmässä tieto lähetetään paketteina ja sillä pystytään nimensä mukaisesti ohjata digitaalisesti 512 kanavaa. DMX on yksisuuntainen järjestelmä, joten lähetin ei saa vastaanottajalta tilannetietoa. Alun perin järjestelmä kehitettiin valaistuksen ohjaukseen, mutta nykyään sillä on lukuisia käyttökohteita, kuten savukoneiden, liikkuvien valonheittimien ja RGB-ledien ohjaaminen.

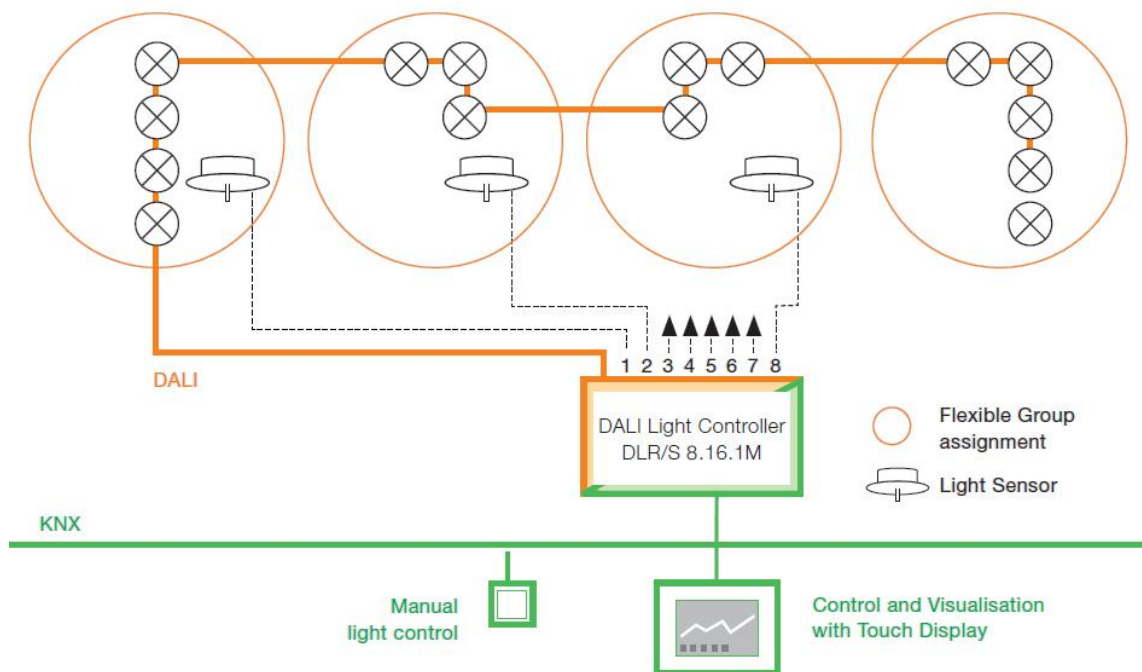
DMX-järjestelmän kaapelointi voidaan hoitaa esimerkiksi CAT-verkkokaapelilla ja järjestelmän kuormituksille voidaan määrittellä osoitteet esimerkiksi DIP-kytkimillä. Suuressa järjestelmässä piirin kauimmaiseen valaisimeen on asennettava päätevastus. [3, s. 16; 20, s. 25–26.]

6.7 iDim

iDim-valaistuksen ohjausjärjestelmän avulla saadaan toteutettua älykäs valaistuksen ohjaus ilman laajaa väyläratkaisua. DALI-liitäntälaitteilla varustettujen valaisimien lisäksi järjestelmän komponentteina käytetään iDim Solo-liitäntämodulia/virtalähdettä ja iDim Sense-läsnäolo-/vakiovaloanturia. Järjestelmässä yksi valaisimista toimii master-valaisimena ja loput slave-valaisimina. Master-valaisin varustetaan iDim Solo-moduulilla ja iDim Sense-sensorilla, valaisimet kytketään toisiinsa DALI-väyläkaapeloinnilla. iDim-järjestelmässä on 6 esiasetettua valaistusskenaariota. Järjestelmä ei vaadi erillistä tietokoneohjelmointia. [18, s. 5.]

6.8 KNX

KNX on avoin standardisoitu (ISO/IEC 14543-3, EN 50090) talotekniikkaväylä. Se on osoitteellinen 2-suuntaisella väylällä varustettu järjestelmä, jossa anturit ja ilmaisimet lähettävät väylään sanomia, joiden mukaan toimilaitteet toimivat. Koska markkinoilla on varsin vähän KNX:ää tukevia liitännälaitteita, toteutetaan valaistuksen ohjaus muuntamalla KNX-sanomat muiden järjestelmien sanomiksi (kuva 13). [18, s. 7.]



Kuva 13. KNX- ja DALI-järjestelmien välillä ABB:n valmistama DLR/S-ohjainlaite

6.9 Yleisimmät Alpilux Oy:n käyttämät ohjausjärjestelmät

Yleisimmät ohjausjärjestelmät, joita voidaan käyttää yhdessä Alpilux Oy:n yleisimmistä myynnissä olevista valaisimista, on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Ohjausjärjestelmien erot

Ominaisuudet	Tutka-ohjaus	Tutkaohjaus + CF	1 - 10 V	DSI	Suora painikeohjaus	DALI
Johtimia valaisimeen	3 - 5	3 - 5	5	5	4 - 5	5
Ohjauskaapelin maksimipituus	*1	*2	300 m	250 m	< 300 m	300 m
Ohjausvirtapiirin polariteetti	-	-	sidottu	vapaa	-	vapaa
Sammutetaan ohjausvirtapiiristä	-	-	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Osoitteellinen	-	-	Ei	Ei	Ei	64 osoitetta
Ryhmäosoitteita	-	-	-	-	-	16 ryhmää
Logaritminen säätö	-	-	Valmistajakohtainen	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Monikanavaisuus vaatii keskusyksikön	-	-	Kyllä	Kyllä	Yksikanavainen	Ei
*1 kuorma rajoittaa, *2 käytännön toteutuksessa rajoitukset eivät tule vastaan						

Ohjausjärjestelmän valinnassa valaistuksensuunnittelijan tulee ottaa huomioon tilan käyttötarkoitukseen sopivimman ohjaustavan lisäksi valaisimien ja valonlähteen soveltuvuus valittuun järjestelmään. Valaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa yksittäisellä ohjausjärjestelmällä tai niiden yhdistelmillä. Yhdistäessä eri ohjausjärjestelmiä tulee ottaa huomioon mahdollisten adapterien tarve.

7 Johdotus ja pikaliittimet

7.1 Yleistä pikaliittimistä

Pikaliitinasennusjärjestelmät on kehitetty nopeuttamaan ja helpottamaan valaisimien asennustyötä sekä vastaamaan nykyaikaisen rakentamisen vaatimuksia. Asennusjärjestelmien etuina verrattuna perinteisiin menetelmiin on teollisesti esivalmisteltujen sähköverkkojen asentamisen nopeus sekä jälkikäteen tehtävien muutosten helppous. [23, s. 2.]

7.2 Standardien SFS 6000 ja SFS 6002 ohjeet pikaliittimistä

SFS 6000-standardin luvussa 812 kerrotaan pistoliitinten kytkentään, kiinnitykseen ja johtoihin liittyviä määräyksiä.

Luvussa 812.2 esitetään vaatimus koskien pistoliittimien fyysisiä rakenteita:

Eri jännitejärjestelmissä on käytettävä erilaisia pistoliitinrakenteita, joita ei voi kytkeä toisiinsa. Näitä liittimiä käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei samanlaisia liittimiä käytetä samassa kohteessa eri tarkoitukseen siten, että niiden virheellinen yhdistäminen voi aiheuttaa vaaraa. [32, s.393.]

Luvussa 812.3 käsitellään määräyksiä koskien liitinten sijoitukseen ja kiinnitykseen:

Pistoliittimet ja niihin liittyvät haaroituskappaleet on asennettava siten, etteivät ne joudu alltiiksi lämmölle esim. lämmityslaitteiden läheisyydessä. Asennustilaan tulee olla luoksepäästävässä ja riittävän tilava liittimien avaamiseen ja sulkemiseen ilman, että liittimiin kytketyt johdot vahingoittuvat tai irtoavat liittimestä.

Pistoliitinjärjestelmälle pitää olla selkeä ja riittävän tilava johtotie, jossa kaapeleille on riittävän hyvät jäähdytysolosuhteet, eivätkä ne ole alltiina mekaanisille rasituksille ja liittimiin ja haaroittimiin päästään tarvittaessa käsiksi. Tällaisia johtoteitä on esimerkiksi johtokanavissa, asennuslattioissa, alaslasketuissa katoissa, sähköpielissä, valaistusripustuskiskoissa yms. johtoteissä.

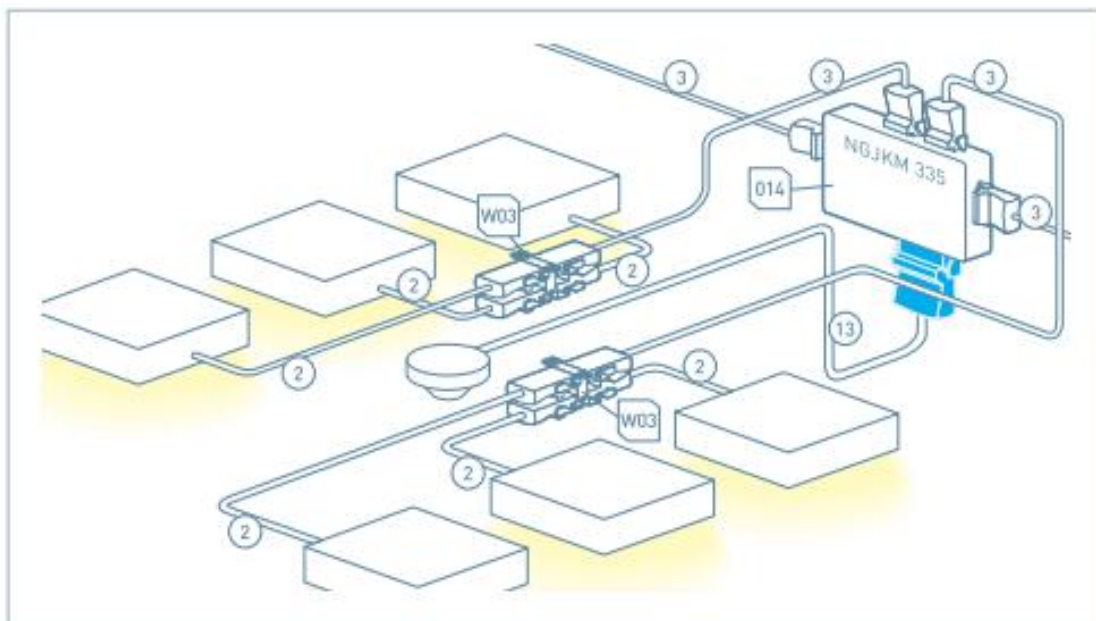
Kaapeleiden asennuksessa on huolehdittava siitä, etteivät ne asennuksen tai käytön aikana joudu alltiiksi mekaaniselle vahingoittumiselle (teräville metallisarville, ruuveille tms.) eikä niiden liittimiin kohdistu haitallista vetoa tai vääntöä. Kaapeleita ei saa asentaa tai peittää lämpöeristeen sisään. [32, s.394.]

7.3 EnstoNet

EnstoNet-järjestelmä on Ensto Oy:n kehittämä joustava pikaliitin asennusjärjestelmä. Se on suunniteltu vastaamaan nykyaikaisten rakennusten muutostarpeita ja helpotta-

maan, sekä nopeuttamaan asennustyötä. EnstoNet-järjestelmä korvaa perinteiset kiinteästi asennettavat ryhmäjohtotason sähköverkot. Asennus nopeutuu, kun esimerkiksi valaisimet on jo kokoonpanovaiheessa varustettu pistoliittimillä ja työmaalla asennuvaiheessa pistoliitinjohdot, haaroittimet ja muut esikytketyt laitteet ainoastaan liitetään yhteen. Asennus voidaan toteuttaa nopeasti kytkettävillä pistoliittimillä aina sähkölaitteelta jakokeskukselle asti. [24, s. 3.]

Myös väylätekniikalla toteutetut valaistuksenohjaukset voidaan toteuttaa EnstoNet-järjestelmää käyttäen. EnstoNet-järjestelmässä on eri pistoketyypit koodattu eri värein sekä kirjaimin: Sähkönsyötön pistokkeiden väri on valkoinen ja koodi NAL..., varmennetun syötön (UPS) ja turva- ja hätävalopistokkeiden väri on musta ja koodi NAL...B, 230 V-ohjauksien, kuten kytkimien ja liiketunnistimien väri on sininen ja koodi NBL...S, sekä pienjännitteisten ohjauksien, kuten DALI, väri on harmaa ja koodi on NCL...G. [24, s. 54–56]

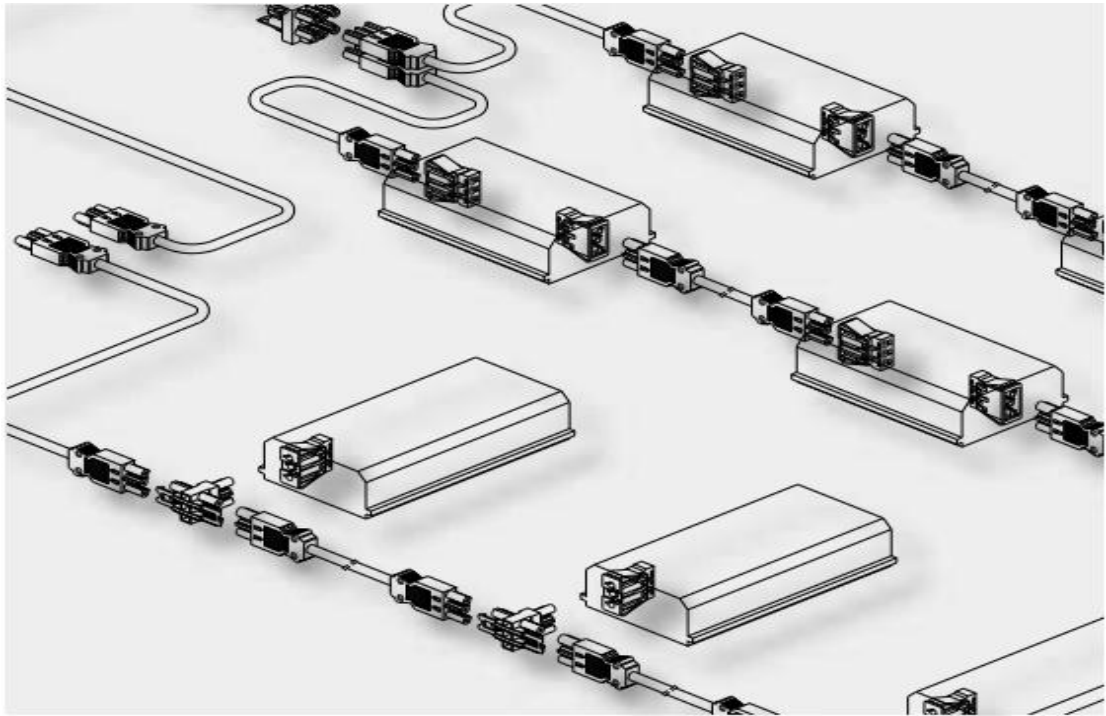


Kuva 14. EnstoNet-järjestelmällä ja liiketunnistimella toteutettu valaistus [24]

7.4 Wieland gesis

Wieland gesis on Gycom Nordic -konserniin kuuluvan Gycom Finland Oy:n maahan tuoma pikaliitinjärjestelmä. Gesis-järjestelmän avulla toteutetun asennuksen luvataan olevan 70 % nopeampi verrattuna perinteiseen johdotukseen. Järjestelmä perustuu

tehtaalla valmistettuihin perustoimintakomponentteihin sekä esikytkettyihin kaapelointeihin. Järjestelmän pikaliitinkomponentit voidaan myös liittää vahempiin perinteisiin asennuksiin. Komponentit ovat rakenteeltaan suunniteltu, niin että virhekytkentöjä ei pääse syntymään eikä jännitteisiä osia ole näkyvillä. Lisäksi järjestelmän komponenteilla on värikoodaus ja osa komponenteista on saatavissa IP66/68-luokituksella (kuvat 15 ja 16). [25]



Kuva 15. Wielandin pikaliitinjärjestelmällä toteutettu valaistus [25]

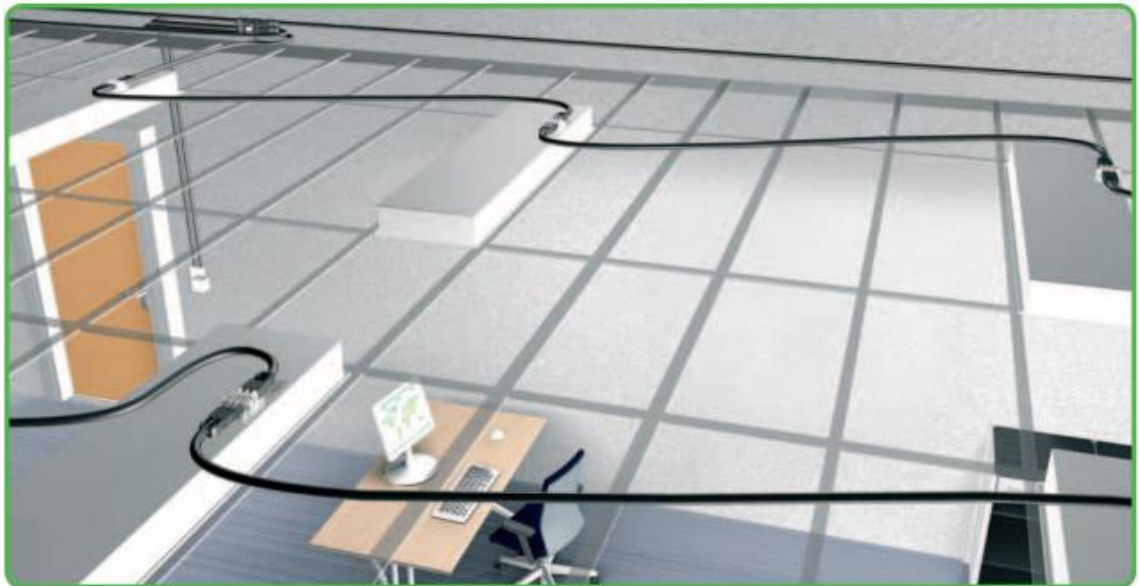
Color	0 – 10 V	DALI	Touch DIM
brown (similar to RAL 8023)	L	L	L
blue (similar to RAL 5015)	N	N	N
green + yellow (similar to RAL 6017 + 1032)	⊕	⊕	⊕
black (similar to RAL 9005)	D2 (-)	D2 (DA-)	D2 (DA-)
gray (similar to RAL 7004)	D1 (+)	D1 (DA+)	D1 (DA+)

Kuva 16. Wielandin pikaliitinjärjestelmän valaistuksenohjauksen koodivärit [25]

7.5 Wago WINSTA

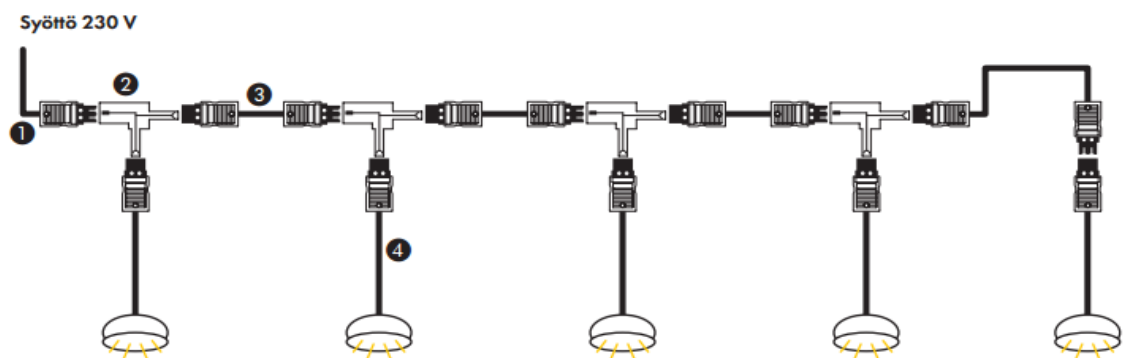
WINSTA-tuoteperhe on suunniteltu kattamaan nykyaikaisten rakennusten liitännät ratkaisut teholähteistä väylälinjoihin. Järjestelmässä on saatavilla eri versiovaihtoehtoja valmiiksi kytketyistä jakorasioista, joista kytkennät hoidetaan muihin järjestelmän pikaliittimillä varustettuihin kojeisiin ja esimerkiksi valaisimiin. Jakorasioita myös valmistetaan tilauksesta tarpeiden mukaan tai sen voi koota itse. WINSTA-järjestelmä on myös yhteensopiva DALI-järjestelmän kanssa, tällöin liittimien tunnusvärinä on sininen. [26, s. 3.]

Esimerkkikuvassa 17 on toimiston alaslaskettuun kattoon asennettu WINSTA-pikaliittimin varustetut valaisimet.







Kuva 17. WINSTA-pikaliittimin toteutettu asennus [26]

Kuviin 18 ja 19 on merkitty edellisen kaltaisen asennuksen vaatimat komponentit sarjakytkentöjen osalta. Kytkentä on joustavasti laajennettavissa. [26, s. 4.]



Kuva 18. Asennukseen tarvittavat WINSTA-pikaliittimet [26]

Tuote	Tuotteen kuvaus	Koodaus	Tuotenro
① 	Liitäntäjohto, 3 x 1,5 mm ² , naarasliitin - vapaa pää, koodaus A	●	771-9993/106-x02
② 	T-haaroitin, 1 x uros pistoke / 2 x naaras pistoketta, sis. 3. lukitus salvan, 3-nap., koodaus A	● ○	770-615
③ 	Liitäntäjohto, 3 x 1,5 mm ² , naaras- ja urosliitin, koodaus A	●	771-9993/006-x02
④ 	Liitäntäjohto, 3 x 1,5 mm ² , urosliitin - vapaa pää, koodaus A	●	771-9993/206-x02

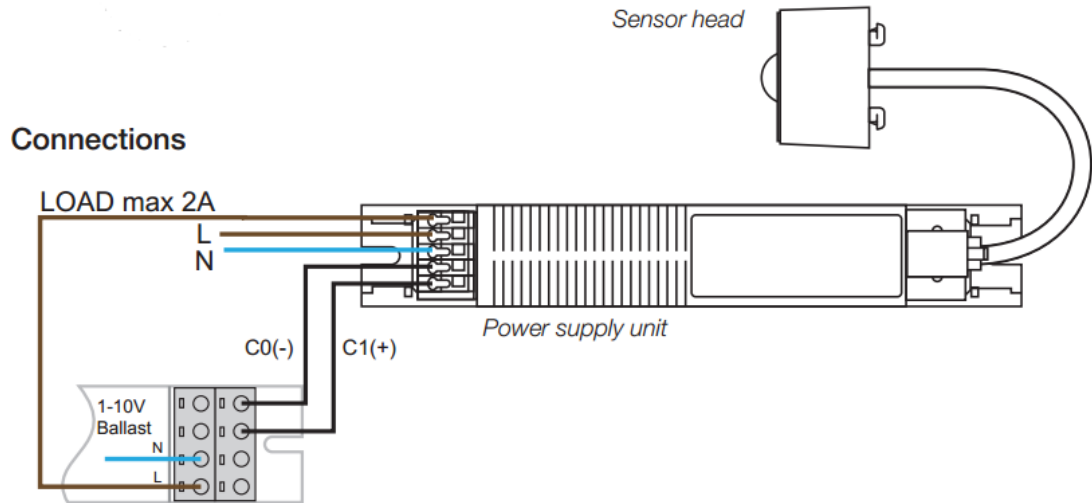
Kuva 19. WINSTA-pikaliittimien tiedot [26]

8 Valaistustilanteet ja komponentit

8.1 Käytävä, SL-PIR

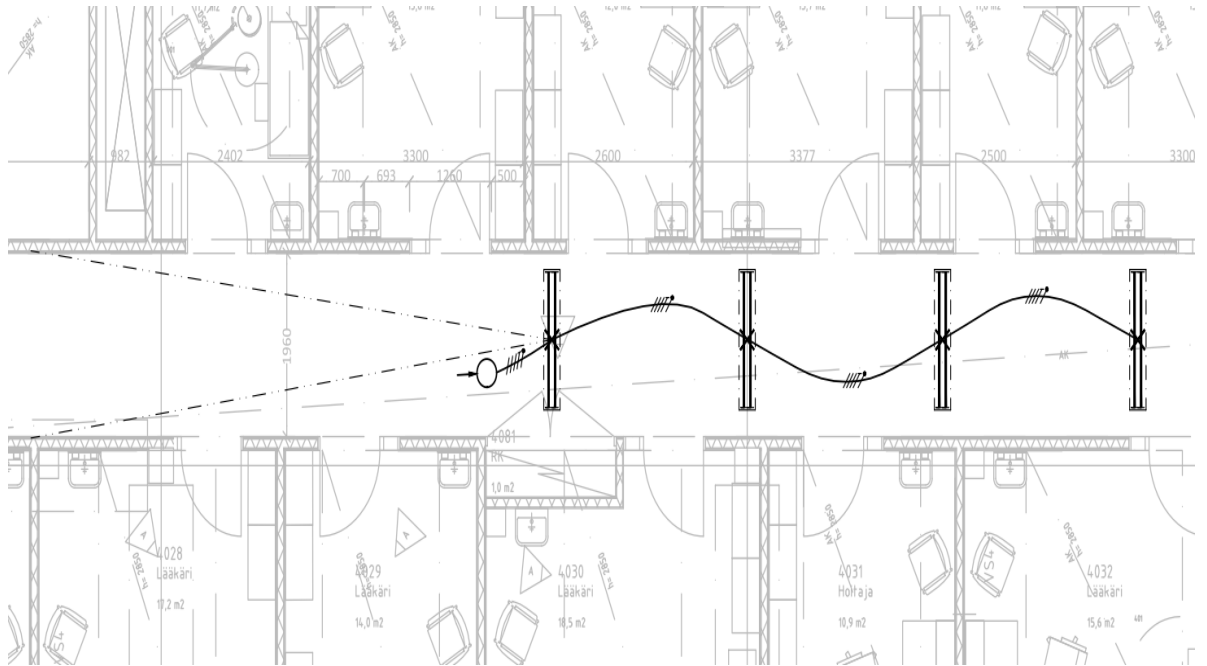
Käytävätilat ovat tiloja, jotka käytöstä riippuen voivat tarvita valaistusta vain satunnaisesti, mutta päälle-pois-kytkimet eivät ole käytännöllisyydeltään optimaaliset eikä valaistuksen jatkuva päällä pitäminen ole energiatehokasta. Liiketunnistin ja päivänvaloanturi on vaihtoehto tilan valaistuksen ohjauksen parantamiseen.

Helvarin SL-PIR (kuva 20) on elektronisen liitäntälaitteen, päivänvaloanturin ja läsnäolotunnistimen yhdistelmä. SL-PIR voi ohjata neljää liitäntälaitetta, ja sen mikroaaltoliiketunnistimen kantama on kahdeksan metriä. SL-PIR-järjestelmällä toteutettu valaistuksen ohjaus on analoginen, eikä se vaadi ohjelmointia. [27]



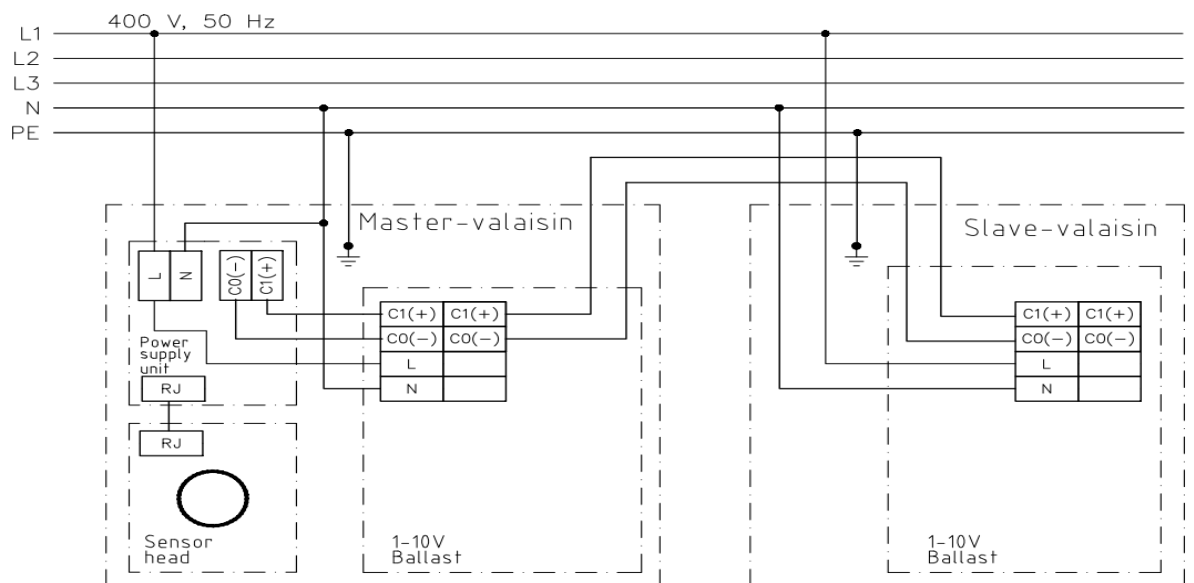
Kuva 20. Helvar SL-PIR [27]

Kuvassa 21 ja liitteessä 1 on esitetty käytävän valaistus neljän valaisimen osalta. Ensimmäinen valaisin vasemmalta katsottuna on master-valaisin, ja se on varustettu Helvarin SL-PIR-liitälaitteella. Valaisimen sisällä on mikroaaltoliiketunnistin ja päivänvaloanturin ja läsnäolotunnistimen yhdistelmä. Valaistus syttyy, kun master-valaisimen liiketunnistin havaitsee liikettä, liiketunnistimen kantama on kahdeksan metriä. Kolme muuta slave-valaisinta syttyy, kun master-valaisimen liitälaitte antaa sanoman niiden elektronisille liitälaitteille. Valaistus sammuu ennalta asetetun ajan jälkeen, jos läsnäoloanturi ei havaitse tilassa ketään. Päivänvaloanturin avulla valaistusta säädetään päivänvalon kirkkauden mukaan.



Kuva 21. Käytävä, SL-PIR tasopiirustus

Kuvassa 22 ja liitteessä 1 on esitetty käytävän valaistuksen kytkentä. Normaalin kolmi-johdin syötön lisäksi valaisimien liitälaitteiden välillä on kaksi johdinta, joiden avulla master-valaisimen anturitekniikka ohjaa myös slave-valaisimien palamista ja kirkkautta.

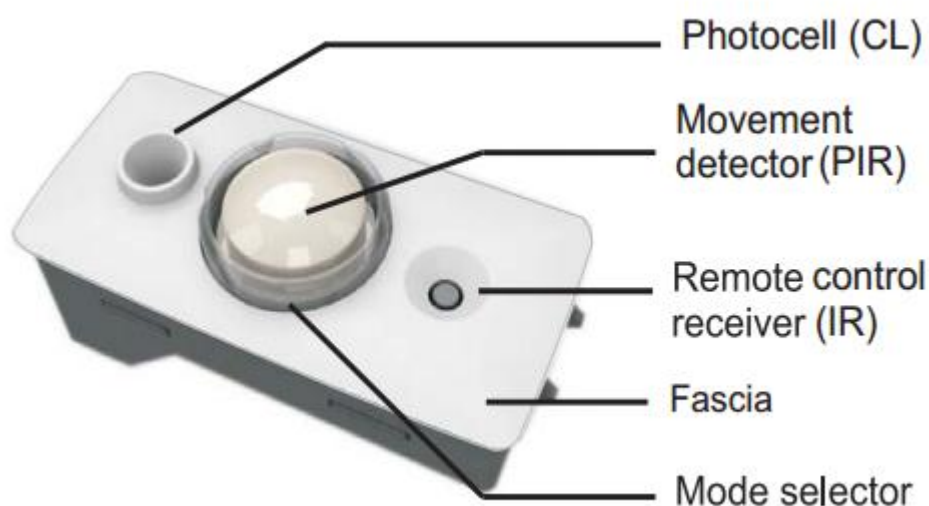


Kuva 22. Käytävä, SL-PIR kytkentä

8.2 Avokonttori, DALI ja Helvar iDim Sense 315

Ihmisten valontarve on hyvin yksilöllistä, joten avokonttorin kukin työpistevalaisin olisi hyvä olla himmennettävissä erikseen. Manuaalinen himmennys ei kuitenkaan ole energian säästön kannalta tehokkain ratkaisu, vaan hyödyntämällä läsnäolo- ja päivänvalo-ohjausta päästään parhaimpiin tuloksiin.

Helvarin järjestelmäsensori iDim Sense 315 (kuva 23) on valaisimeen asennettava DALI-sensori. Sensorissa on kuusi valmiiksi ohjelmoitua valaistusratkaisua erilaisiin tilanteisiin, ja kukin tilanne voidaan valita sensorissa olevalla valintarenkaalla. Lisäksi sensoria sisältää liiketunnistimen (PIR), vakiovalosensorin (CL) ja kauko-ohjaimen vastaanottimen (IR). Sensoria voidaan käyttää myös Helvarin DIGIDIM 910- ja Imagine 920-reititinjärjestelmien DALI-sensorina, jolloin valintarenkaan valaistusratkaisut ohitetaan ja haluttu valaistustilanne saadaan ohjelmoimalla. [28]



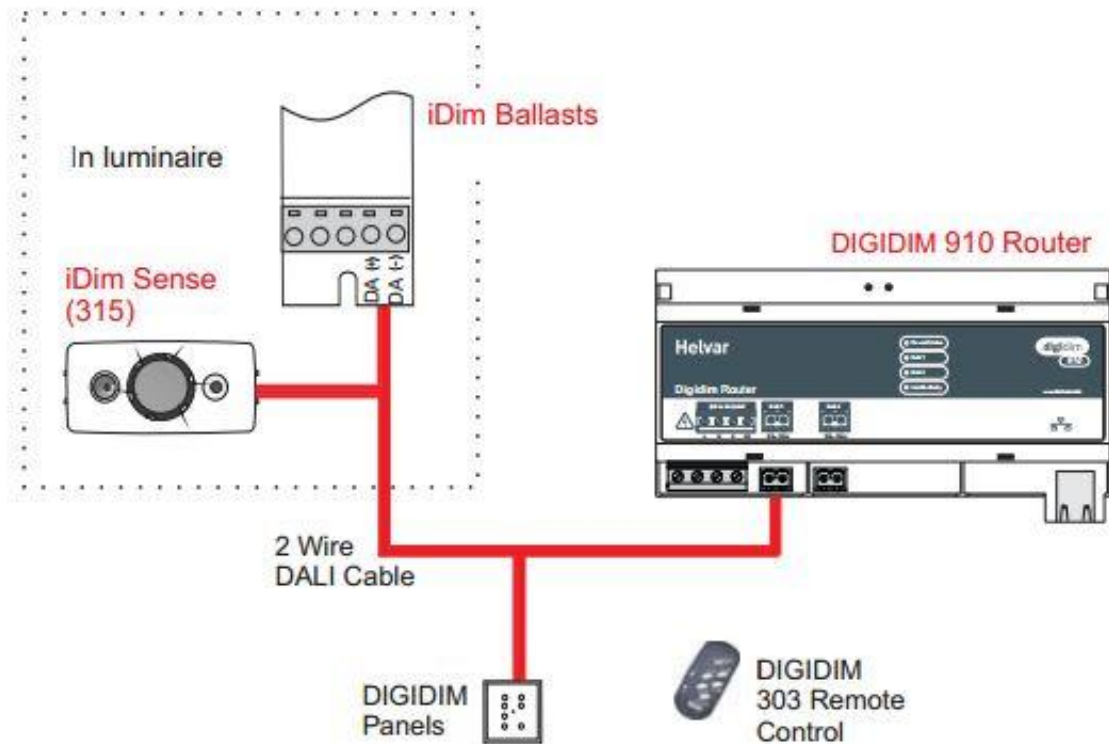
Kuva 23. iDim Sense 315-sensori [28]

Kuvassa 24 on esitetty iDim Sense 315-sensori asennettuna loisteputkivalaisimeen.



Kuva 24. iDim Sense 315-sensori asennettuna valaisimeen [28]

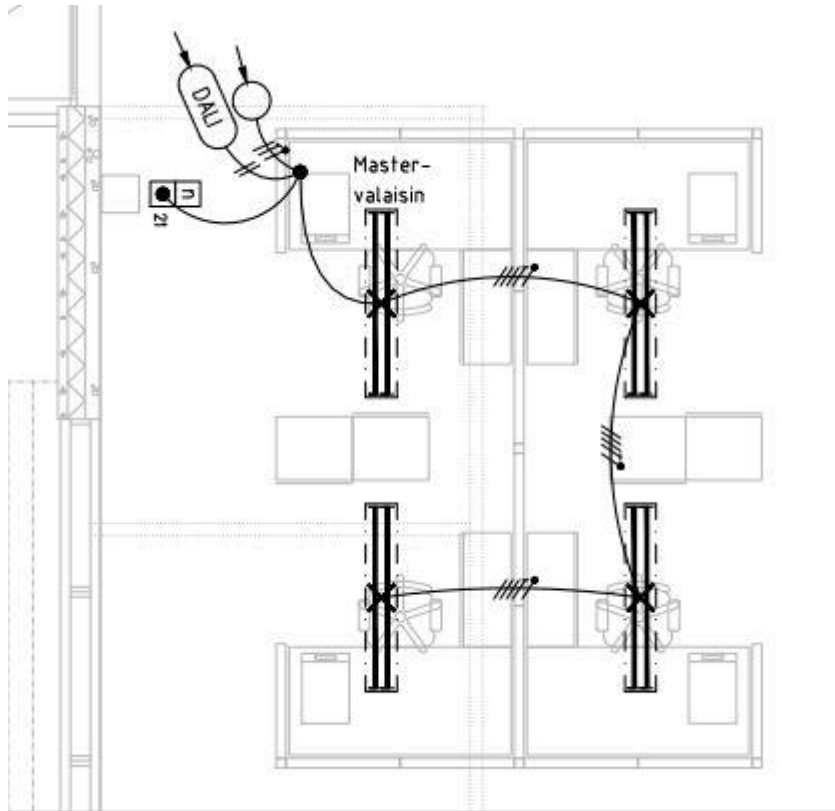
Kuvassa 25 on esitetty iDim-järjestelmän osat ja kytkennät. Järjestelmässä iDim Sense järjestelmäsensori sijaitsee valaisimessa.



Kuva 25. iDim-järjestelmän kytkentäkaavio [34]

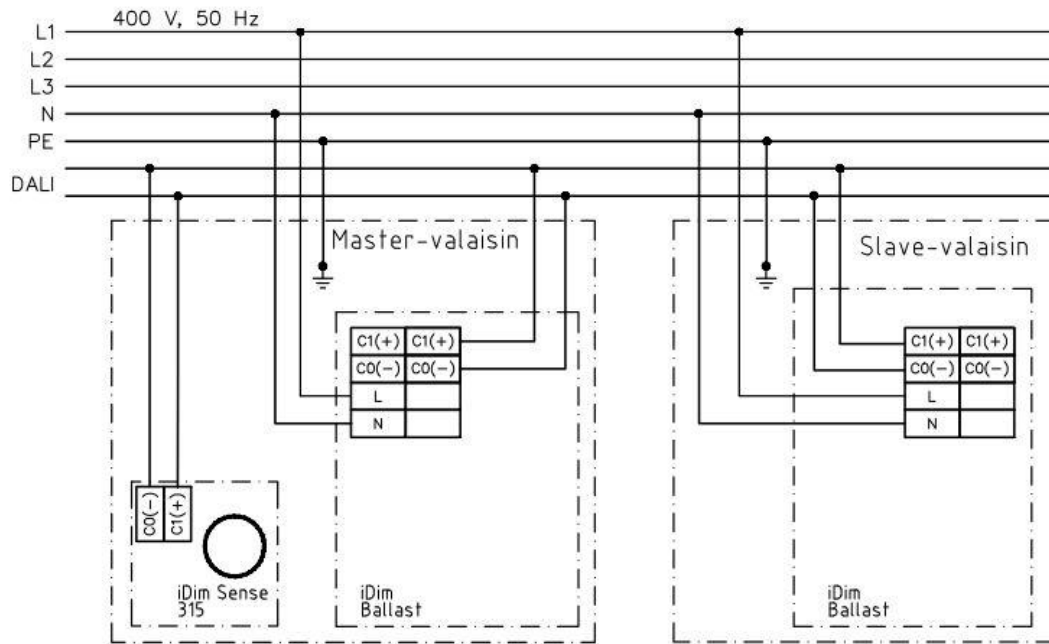
Kuvassa 26 ja liitteessä 2 on esitetty tasopiirustus avotoimiston valaistuksesta. Valaistus on toteutettu neljällä valaisimella, DALI-painikkeella ja DALI-järjestelmän iDim 315-

sensorilla. Master-valaisin on varustettu iDim 315-sensorilla, joka toimii tilassa liiketunnistimena ja vakiovalosensorina. Valaistusratkaisu vaatii DALI-väylän ja ohjelmoinnin.



Kuva 26. Avotoimisto, DALI - iDim Sense 315 -tasopiirustus

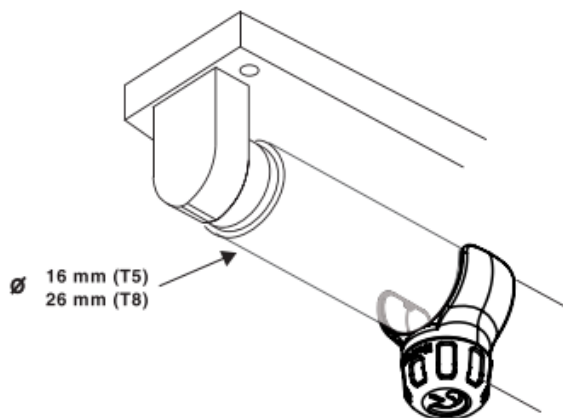
Kuvassa 27 ja liitteessä 2 on esitetty avotoimiston valaistusratkaisun kytkentäperiaate.



Kuva 27. Avotoimisto, DALI - iDim Sense 315 -kytkentä

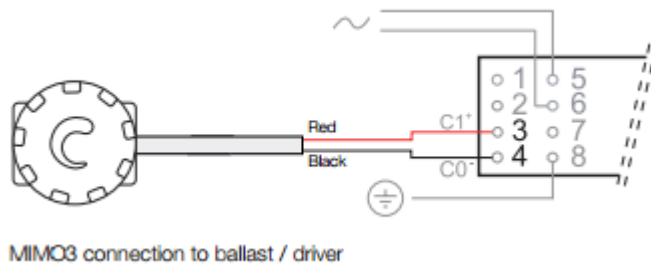
8.3 Työpiste, 1–10 V ja Helvar MIMO3

Helvarin MIMO3 on pienikokoinen, sylinterimäinen vakiovaloanturi. Anturin ominaisuuksia on helppo hyödyntää jo olemassa oleviin valaistusasennuksiin. Anturi voidaan asentaa perinteiseen tapaan valaisimeen tai napsauttaa muovisella kiinnikkeellä T5- tai T8-lamppuihin (kuva 28). Anturi on analoginen, ja kytketään suoraan 1–10 V -liitäntälaitteeseen (kuva 29). Yhdellä anturilla voidaan ohjata enimmillään 15 liitäntälaitteen toimintaa. Anturin avulla valotaso säätyy portaattomasti, ja valon asettumisaika on 1,5 minuuttia. [29]



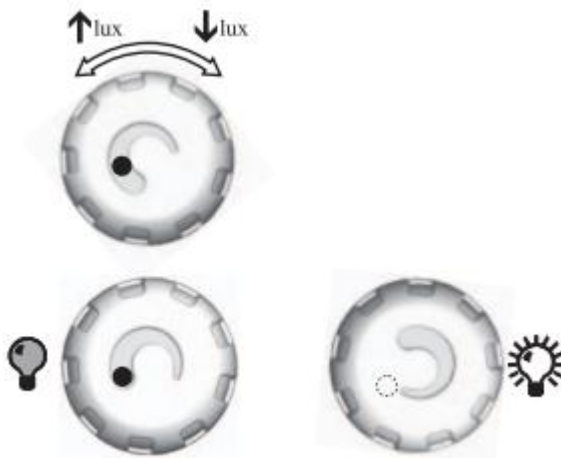
Kuva 28. Loisteputkeen asennettu MIMO3-anturi [29]

Kuvassa 29 on esitetty MIMO3-anturin kytkentä liitännälaitteeseen.



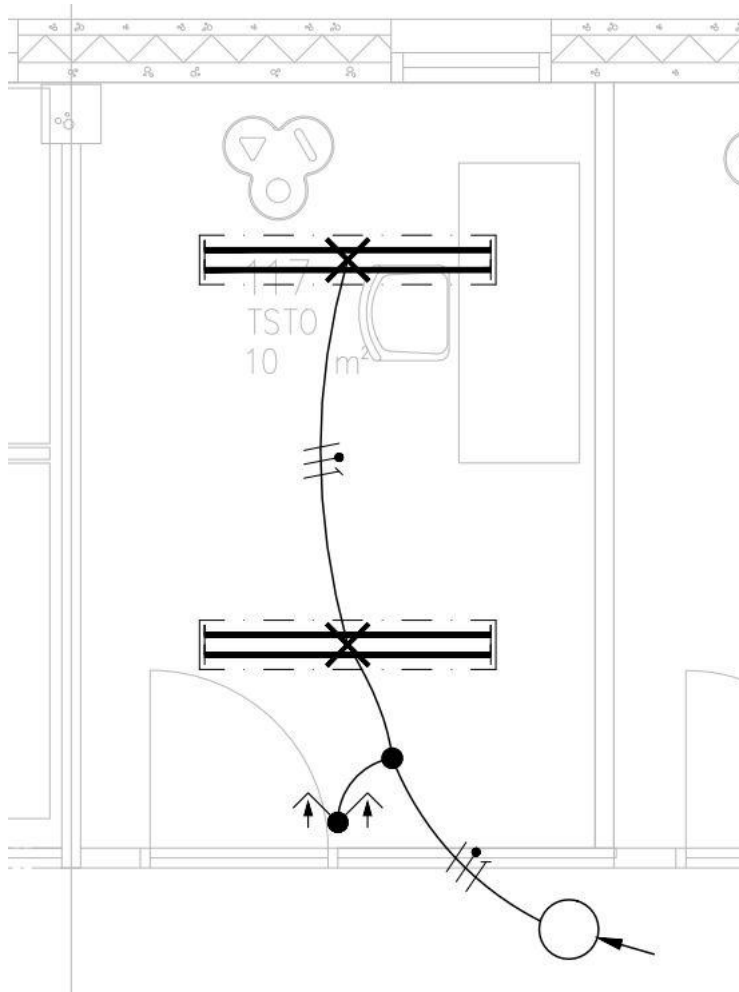
Kuva 29. MIMO3-anturin kytkentä [29]

MIMO3-vakiovaloanturissa voidaan valaistuksen kirkkautta säätää portaattomasti kuvassa 30 esitettyllä säätimellä.



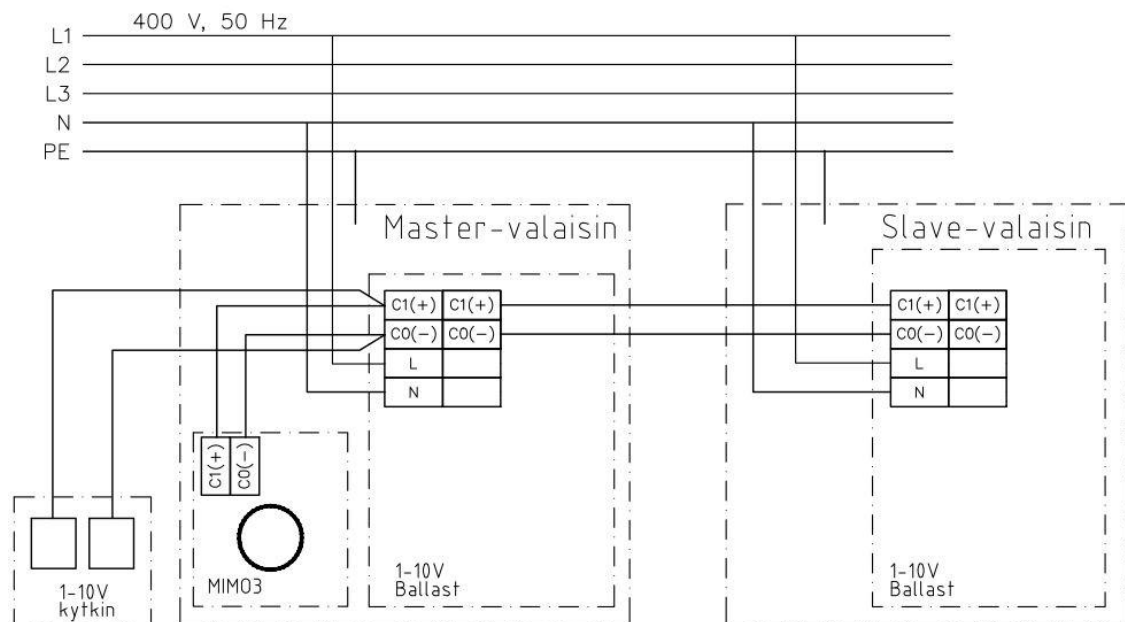
Kuva 30. MIMO3-anturin säädöt [29]

Kuvassa 31 ja liitteessä 3 on esitetty työpisteiden valaistus, joka on toteutettu kahdella valaisimella, kytkimellä ja MIMO3-vakiovaloanturilla. Toinen kytkennän valaisimista on MIMO3-anturilla varustettu, ja se ohjaa molempien valaisimien liitännälaitteita pitäen valon määrän tasaisena. Lisäksi huoneen valaistus voidaan sytyttää ja sammuttaa ovenpielessä olevasta kytkimestä.



Kuva 31. Työpiste, 1–10 V ja MIMO3, tasopiirustus

Kuvassa 32 ja liitteessä 3 on esitetty työpisteen valaistusratkaisun kytkentäperiaate.

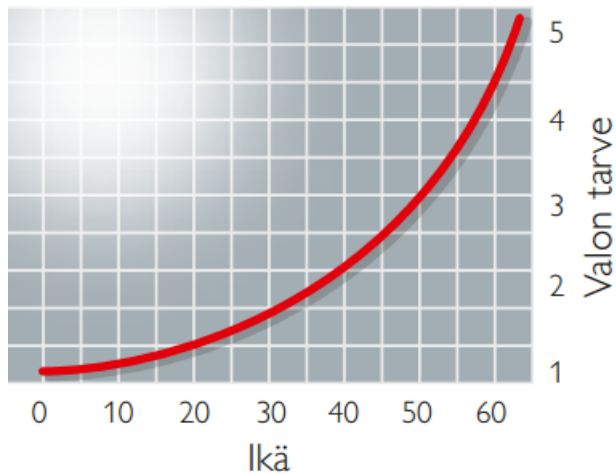


Kuva 32. Työpiste, 1–10 V ja MIMO3, kytkentä

8.4 Työpiste ja Switch-Control

Työpisteen valaistus on tärkeämpää kuin usein ajatellaankaan, sillä se on yksi tärkeimmistä tekijöistä hyvää työympäristöä luotaessa. Monet kivut ja säryt, kuten niska- ja selkävaivat sekä päänsärky saattavat johtua huonosta valaistuksesta. Tämä johtuu siitä, että työntekijä istuu epäterveellisessä asennossa yrittäessään mukautua huonoon valaistukseen. [30, s. 7.]

Työpisteen valaistusta suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon työtehtävän lisäksi työntekijän ikä. Ihmisen valon tarve kasvaa kuvan 33 osoittamalla tavalla ihmisen vanhetessa.



Kuva 33. Ihmisen valon tarve [30]

Switch-Control-kytkimellä toteutettu työpisteen valaistuksen ohjauksen kytkentäperiaate on samanlainen kuin edellä olevassa tapauksessa, lukuun ottamatta MIMO3-anturia. Työpisteen valaistuksen tason tilan käyttäjä pystyy säätämään halutulle tasolle ohjaamalla analogisesti valaisimien liitäntälaitetta.

9 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin valaistuksen ohjausjärjestelmien teknisiä eroavaisuuksia ja ennalta määrättyjen valaistustilanteiden toteuttamiseen tarvittavia komponentteja. Työssä käsiteltiin myös kolmea yleistä pikaliitinjärjestelmää sekä tutustuttiin tiukentuneisiin kansallisiin ja kansainvälisiin määräyksiin valaistusalalla.

Insinööriyön tavoitteena oli luoda Alpilux Oy:n myyntihenkilöstölle piirustukset ennalta määrättyihin esimerkkivalaistustilanteisiin tarvittavista komponenteista ja kaapeloinneista. Työssä todettiin, että valaistuksen ohjaustarpeet ovat jaettavissa kolmeen eri alueeseen: toiminnallisiin, esteettisiin ja energiataloudellisiin.

Insinööriyössä todettiin, että kansalliset ja kansainväliset määräykset ohjaavat käyttämään energiatehokkaampia valaistuksen ohjausratkaisuja. Päivänvalon määrän muutokset huomioon ottava valaistuksen ohjausjärjestelmä on suuri askel kehityksessä, kun puhutaan energiatehokkaasta valaistuksesta. Työssä todettiin myös, että kysyntä

älykkäitä valaistuksen ohjausjärjestelmiä kohtaan on kasvussa ja kehityksen myötä hinnoista on muodostunut kuluttajaystävällisempiä.

Työssä esiteltiin kolmen eri valmistajan kehittämää pikaliitinjärjestelmää, jotka ovat suunniteltu vastaamaan nykyaikaisten rakennusten muutostarpeita sekä helpottamaan ja nopeuttamaan asennustyötä.

Insinööriyön avulla Alppilux Oy:n myyntihenkilöstö saa käyttöönsä tietopaketin kyseisen yrityksen käyttämistä valaistuksen ohjausjärjestelmistä ja tyypillisten valaistutilanteiden vaatimista komponenteista ja kaapeloinneista.

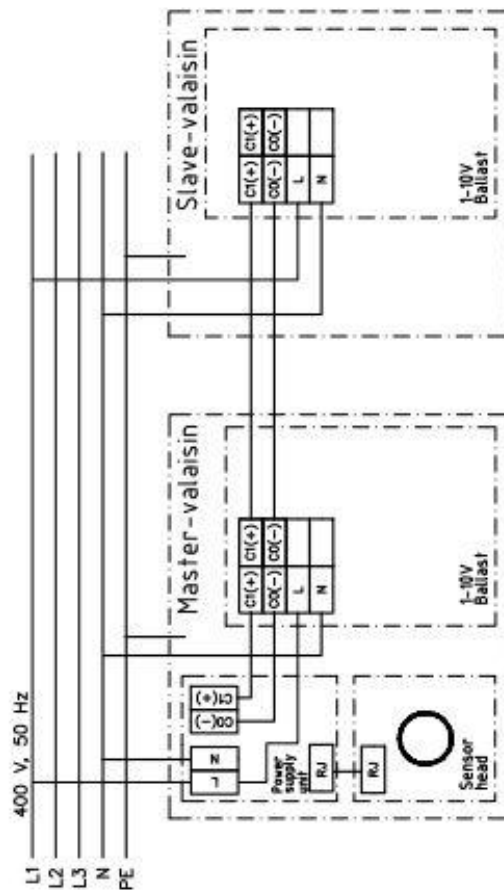
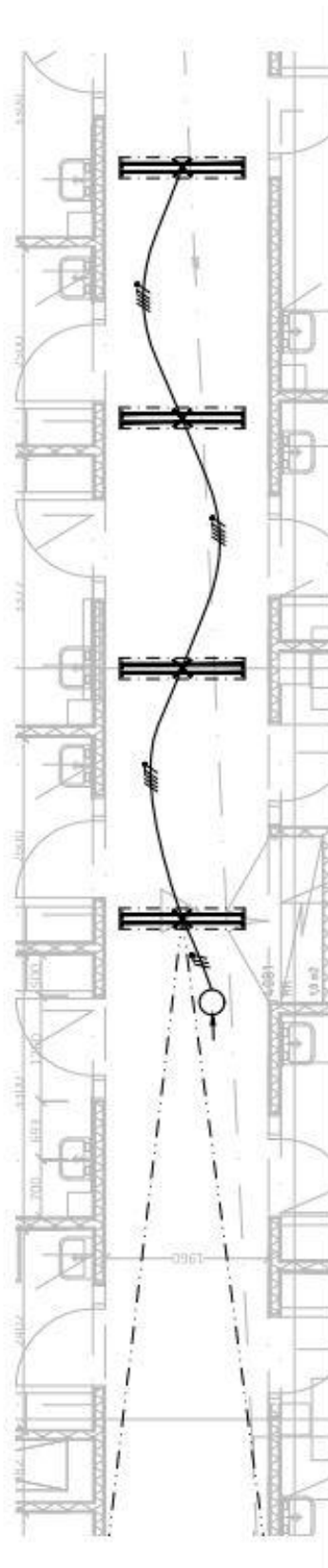
Lähteet

- 1 Alppilux Oy, yritysesittely. 2013.
- 2 Tetri Eino. Halonen Liisa. 2010. Valaistuksen energiankäyttö ja tehokkuus. Espoo: Sähköala 8/2010
- 3 Kari, Simo. 2012. Valaistuksen ohjausjärjestelmät. Opinnäytetyö. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2.5.2012
- 4 Kallasjoki, Tapio. 2011. Energiatehokas valaistus. Verkkodokumentti. <http://www.renewablesb2b.com/data/ahk_finland/publications/files/Kallasjoki.pdf>
- 5 Tetri Eino. Raunio Johannes. Halonen Liisa. 2011. Lamppuopas. Verkkodokumentti. <<http://lightinglab.fi/ekovalo/News/lamppuopas.pdf>>
- 6 Kiinteistön energiategokkaat sähkötekniset ratkaisut. 2012. Motiva Oy. Verkkodokumentti. <http://www.motiva.fi/files/7974/Kiinteiston_energiategokkaat_sahkotekniset_ratkaisut.pdf>.
- 7 SFS-EN 12464-1. 2010. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: sisätilojen työkohteiden valaistus. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki 10.10.2010
- 8 Hiltunen, Risto. 2012. Arvostettu suunnittelu luo laatua: Helsinki: Plaani 1 2012 rakennuttaminen pääkirjoitus
- 9 Salonen, Emma. 2010. Omakotitalon sähkösuunnitteluopas rakentajalle. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen Ammattikorkeakoulu
- 10 Valaistuksensuunnittelu. 2011. Verkkodokumentti. Lampputieto.fi <<http://www.lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/valaistuksenohjaus/>>
- 11 Sisävalaistus. 2011. Verkkodokumentti. Sähköopas.com <<http://www.sahkoopas.com/sahkotietoa/valaistus/sisavaalaistus/>>
- 12 Enroos, Merja. 2011. Älykkäät valaistuksenohjausratkaisut säästävät energiaa luonnonvalon avulla. Plaani 3/2011 Valaistus.
- 13 Varsila, Markku. KT-Interior Oy. Valaistuksen ohjaus yleiset periaatteet. Verkkodokumentti. <<http://www.ktinterior.fi/luettelot/ValaistuksenOhjaus/files/valaistuksen%20ohjaus.pdf>>

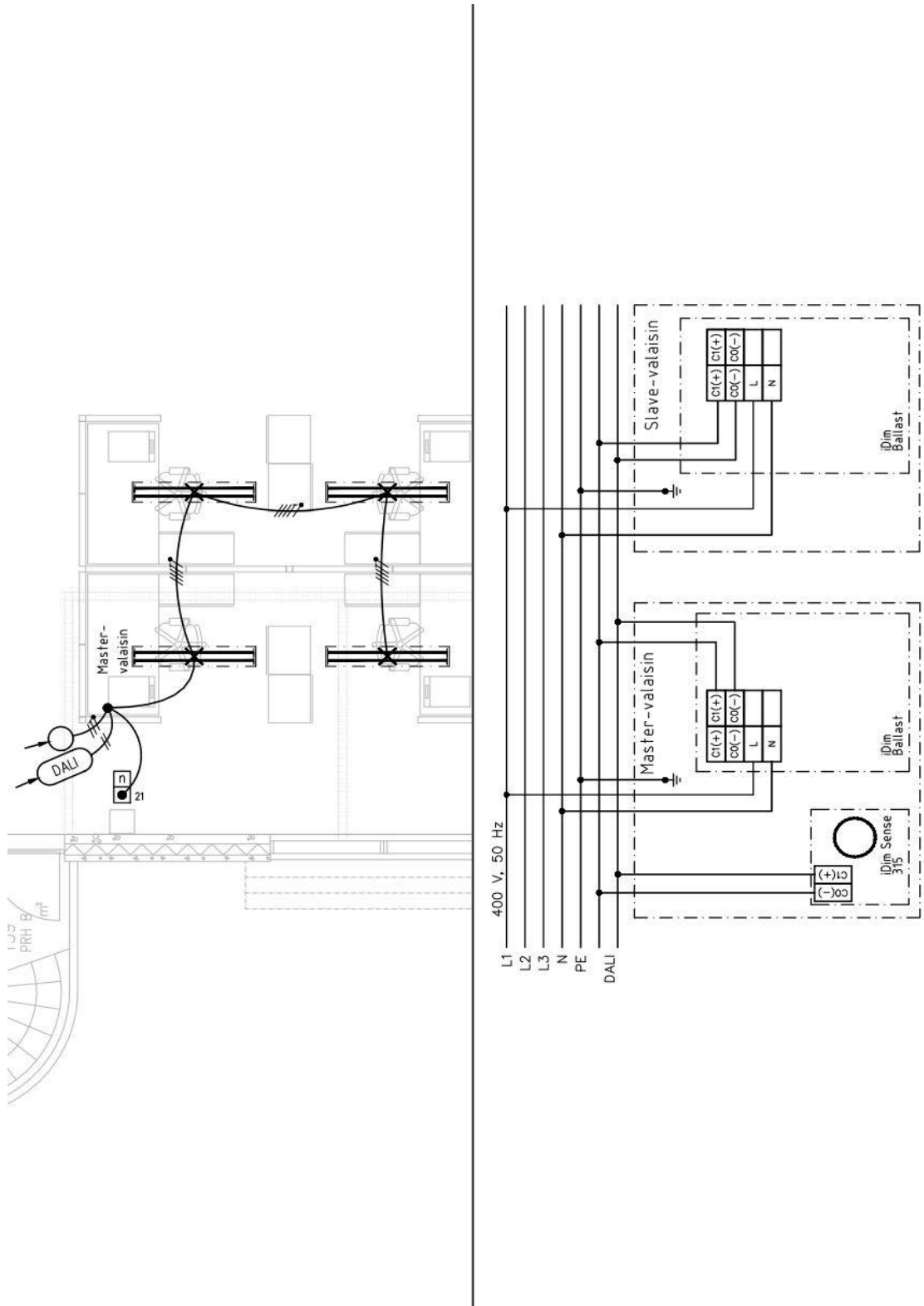
- 14 Pihlajamaa, Kimmo. Studio kuutio. Valoisa elämys. Verkkodokumentti. <http://www.studiokuutio.com/studio-opas/studio-kuutio_valoisaelamys.pdf>
- 15 STUL. SVS. 1998. Lamput ja valaisimet. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy
- 16 Eri valonlähteiden säätö. 2004. ST-kortisto: ST 58.31. Espoo 15.9.2004
- 17 Valonsäätö 2012. Verkkodokumentti. Fagerhult Oy < http://www.fagerhult.fi/indoor/planering/technical-info/pdf/Valonsaato_12.pdf >
- 18 Anttila, Toni. 2011. Energiatehokasvalaistus, ohjausratkaisut. Luentokalvo. Lohja 28.2.2011
- 19 Volotinen, Vesa. 1996. Digitaalitekniikka, Perusteet ja sovellukset. Helsinki. WSOY
- 20 Blom, Kristoffer. 2012. Valaistuksen energiatehokkuus ja energiatehokkaat ohjausjärjestelmät. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.
- 21 Valaistuksen ohjaus. 2004. ST-kortisto: ST 58.32. Espoo 15.9.2004
- 22 Voutilainen, Oskari. 2010. DALI – Digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä. Opinnäytetyö. Imatra: Saimaan ammattikorkeakoulu
- 23 Tuominen, Tero. 2006. Pistoliitinlähdeillä varustetun jakokeskuksen soveltuvuus toimistorakennuksessa. Insinööritö. Helsinki. Stadia.
- 24 Suunnittelijan opas – Ratkaisuja esivalmisteltuun asentamiseen. 2010. Verkkodokumentti. Ensto Oy < http://www.ensto.com/download/13235_designersguide_fi_netti.pdf >
- 25 Wielan Gesis pikaliittimet. Maahantuojan Gycom Nordic AB verkkosivut. <<http://www.gycom.com/fi/tuotteet/asennustekniikka/pikaliittimet-gegis>>
- 26 Winsta – Liitäntäjärjestelmä – Sovellukset. 2010. Verkkodokumentti <http://www.wago.com/cms/doc/D111122_02_WINSTA_Applikationsbroschuere_finnisch_V5_.pdf>
- 27 SL-PIR Tuotetietokortti. 2012. Helvar Verkkodokumentti. <http://www.helvar.com/sites/default/files/product_datasheets/SL-PIR-SW_datasheet_EN_REF_T131371B.pdf>
- 28 iDim Tuotetietokortti. 2011. Helvar. Verkkodokumentti. <http://www.helvar.com/sites/default/files/iDim_FI_ver3_web.pdf>

- 29 MIMO3 Tuotetietokortti. 2012. Helvar. Verkkodokumentti. <http://www.helvar.com/sites/default/files/product_datasheets/T131361E.pdf>
- 30 Oikea valo – Hyvän työpistevalaistuksen merkitys. 2012. Verkkodokumentti. Glamox. <http://glamox.com/upload/2012/10/18/the-right-light_fi.pdf>
- 31 x/e-touchPANEL-ohjelmisto. 2013. Valmistajan verkkosivut. Tridonic GmbH & Co KG. < www.tridonic.com/com/de/software-x-e-touchpanel.asp >
- 32 SFS 6000 Standardi. 2013. Pienjännitesähköasennukset. Asennuspistoliittimien asennus ja käyttö. Suomen Standardisoimisliitto. Helsinki.
- 33 Ohjattavien liitäntälaitteiden markkinakehitys vuosina 2007-2012. Sähköpostiviesti. 2013. Helvar Oy.
- 34 iDim Käyttöohje. 2012. Helvar. Verkkodokumentti. < http://www.helvar.com/sites/default/files/product_user_guides/iDimUserManual_D004735_EN.pdf >

Käytävä, SL-PIR, tasopiirustus ja kytkentäkaavio



Avotoimisto, DALI ja iDim Sense 315, tasopiirustus ja kytkentäkaavio



Työpiste, 1-10 V ja MIMO3, tasopiirustus ja kytkentäkaavio

