

Teemu Saustamo

PIENOISJÄNNITE LED-VALAISTUSJÄRJESTELMÄ
OMAKOTITALOSSA

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2012

PIENOISJÄNNITE LED- VALAISTUSJÄRJESTELMÄ OMAKOTITALOSSA

Saustamo, Teemu
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2012
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 17
Liitteitä:0

Asiasanat: pienoisjännite, led, kustannukset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella pienoisjännite LED- valaistusjärjestelmän sopivuutta omakotitalokäyttöön.

Aluksi tutustuin pienoisjännitteen hyötyihin, sen mukanaan tuomaan muunneltavuuteen ja uusiin valaistusteknisiin ratkaisuihin. Tämän jälkeen syvennyin järjestelmän kustannuksiin verrattuna perinteiseen järjestelmään. Lopuksi tein katsauksen järjestelmän liitettävyydestä muihin järjestelmiin.

LOW VOLTAGE LED- LIGHTING SYSTEM IN DETACHED HOUSES

Saustamo, Teemu

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

February 2012

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 17

Appendices:0

Keywords: low voltage, led, costs

The purpose of this thesis was to study the usability of low voltage LED-lighting system in detached houses.

At first I explored the profitability qualities of low voltage system, the transformability it brings and the new lighting solutions. After that I decided to go deeper in to the costs of the system compared to traditional system. In the end I did an overview about different systems that are connectable to the lighting system.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PIENOISJÄNNITTEINEN LED-VALAISTUS.....	6
2.1	Pienoisjännitevalaistuksen muunneltavuus.....	7
2.2	Tulevaisuuden valaistustoteutukset.....	7
3	KUSTANNUKSET.....	8
3.1	Esimerkki 1: Yleisvalona valonauhat.....	9
3.1.1	Materiaalikustannukset.....	9
3.1.2	Käyttökustannukset.....	10
3.2	Esimerkki 2: Valaistuksen toteutus kokonaan uppoasennettavilla valaisimilla.....	11
3.2.1	Materiaalikustannukset.....	11
3.2.2	Käyttökustannukset.....	12
3.3	Perinteinen 230V käyttöjännitteellä toimiva valaistus.....	13
3.3.1	Valaistuksen toteutus hehkulampuilla.....	13
3.3.2	Valaistuksen toteutus energiansäästölampeilla.....	14
3.4	Järjestelmien kustannusten vertailu.....	14
4	LIITETTÄVYYS MUIHIN JÄRJESTELMIIN.....	16
5	YHTEENVETO.....	17
	LÄHTEET.....	18

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään pienoisjännitteellä toimivan LED- valaistusjärjestelmän sopivuutta omakotitalokäyttöön, sen tuomia laajennusmahdollisuuksia ja mahdollisia hyötyjä perinteiseen 230V järjestelmään verrattuna. Kaikki tämän opinnäytetyön led-valoihin liittyvät arvot ja laskut perustuvat Limic oy:n valokas tuotemerkin led-valoihin. Logiikkana olen käyttänyt Siemen LOGO! järjestelmää.

Idea tämän opinnäytetyön tekemiseen lähti kun aloin miettiä ratkaisuja ostamani vuonna -69 rakennetun omakotitalon valaistuksen uusimiseen. Internetistä ei tuntunut löytyvän kovinkaan paljon tietoa pienoisjännitteellä toimivista led-järjestelmistä, joten näin tarpeelliseksi perehtyä asiaan. Varmistus siihen että pienjännitetasasähköllä toteutetut valaistusratkaisut voivat tulevaisuudessa yleistyä tuli kun törmäsin SESKO lehden artikkeliin jossa kerrottiin, että IEC:ssä on perustettu teknistä standardointityötä ohjaavan hallintokomitean (Standardization Management Board, SMB) alaisuuteen erityinen strategiaryhmä SMB/SG 4: LVDC distributionsystems up to 1 500V DC, jossa kartoitetaan pienjännitetasasähkölakeluun liittyvän teknologian etuja ja haittoja. Asennustarvike komiteassa on jo alkanut tekninen standardointi kytkimille ja muille asennustarvikkeille.

2 PIENOISJÄNNITTEINEN LED-VALAISTUS

Nykyiset rakennusten energiatehokkuusvaatimukset tulevat tulevaisuudessa tiukentumaan. Talot kuluttavat entistä vähemmän energiaa lämmitykseen, jolloin valaistuksen prosentuaalinen osuus kokonaisenergiankulutuksesta kasvaa. Pienoisjännitteen käyttö ei ole ennen ollut käytännöllistä mökkiä isommissa käyttökohteissa, koska perinteisten valaistusmuotojen suuri tehontarve on vaatinut paksun ja kalliin kaapeloinnin. Led-valaistuksen pieni tehontarve mahdollistaa pienoisjännitteen käytön myös omakotitaloissa. Pienoisjännitettä käytettäessä ei tarvita jokaisessa valaisimessa tai lampussa omaa muuntajaa, jolloin järjestelmän hyötysuhde paranee ja lampun polttoaika pitenee. Pienoisjännitteellä toimivat ledit eivät myöskään lämpene, koska led-ohjaimet voidaan asentaa valaisimesta erilleen, jolloin ne voidaan asentaa paikkoihin joihin perinteisen järjestelmän valaisimia ei pysty asentamaan. Tämä mahdollistaa tilojen valaisemisen perinteisestä poikkeavalla tavalla. Perinteisessä valaistusmallissa valo tuotetaan katossa olevalla valaisimella, jossa on hehkulamppu, loisteputki, halogeeni tai led-lamppu ja lisävalo tuotetaan jalka- tai pöytälamppuilla. Pienoisjännitteinen led-teknologia mahdollistaa kuitenkin aivan toisenlaisen valaistuksen tuottamisen. Led-valonlähteitä pystytään sijoittamaan jalkalistoihin, kattolistoihin, huonekaluihin, jne. Tällöin valo ei tule yhdestä määrätystä suunnasta vaan joka puolelta huonetta.

Pienoisjännitteellä toimiva järjestelmä on helppo liittää muihin rakennuksen energiatehokkuutta lisääviin järjestelmiin. Tästä kuitenkin lisää myöhemmin.

2.1 Pienoisjännitevalaistuksen muunneltavuus

Pienoisjännitteellä toimiva led-valaistus kannattaa toteuttaa ohjelmoitavan logiikan kautta, jolloin valokatkaisijat lähettävät logiikkaan vain ohjaussignaalin. Tämä mahdollistaa valojen sytyttämispaikkojen muuttamisen vain logiikan ohjelmointia muuttamalla, myös mahdolliset lisäykset on helppo linkittää johonkin katkaisijaan. Pienoisjännitteisen järjestelmän ohuet johdot on helppo piilottaa, jolloin huonekalujen kuten kirjahyllyjen ja kaapistojen valaisu onnistuu helposti. Logiikkaohjatun valaistuksen toteutuksessa vain mielikuvitus on rajana. Toteutettaessa vain yhden tai kahden huoneen valaistusta voidaan logiikka jättää pois jos sen hankinta nostaa liikaa kustannuksia.

2.2 Tulevaisuuden valaistustoteutukset

Tulevaisuudessa julkisten tilojen ja myöhemmin myös omakotitalojen valaiseminen pienoisjännitteistä led-teknologiaa käyttäen tulee yleistymään. Rakennuksissa kuten sairaaloissa ja tietoliikennekeskuksissa, joissa olisi tarvetta pienjännitetasasähkösyötölle, luonnollisin valaistusjärjestelmä olisi pienoisjännitteellä toimiva led-järjestelmä. Yhä useampaan uuteen asuinrakennukseen tulee erilaisia elektronisia ohjausjärjestelmiä, jotka vaativat tasalaatuista tasasähköä, jolloin myös asuinrakennuksiin muodostuu tarvetta pienjännitetasasähkösyötölle. Kuten johdannossa jo kerroin, on IEC:ssä alettu selvittää pienjännitetasasähköjakeluun liittyvän teknologian etuja ja haittoja ja tekninen standardisointi asennustarvikekomiteassa on jo käynnissä. Teknologian yleistyessä se myös halpenee ja uskonkin vakaasti, että tulevaisuudessa pienoisjännitteinen led-valaistus tulee olemaan yleisin valaistusmuoto.

3 KUSTANNUKSET

Kustannukset on laskettu 170m² omakotitalolle jossa on 4h + keittiö + wc + suihku + sauna + eteinen + varasto/työtila + autotalli.

Led- valaistuksen kustannuksista suurin osa tulee materiaalien hankinnasta. Suurin kustannus on led-valaisimien hankinta. Led-ohjaimet tulee myös huomioida kustannuksissa. Johdotuksenkin hinta pysyy maltillisena, koska käytettäessä pienoisjännitettä voidaan käyttää poikkipinnaltaan pientä johdinta. Käsistään kätevä rakentaja tekee valokatkaisijat itse rasioiden peitelevyistä ja elektroniikkaliikkeestä löytyvistä palautuvista painonapeista. Hintaakin kertyy vain muutamia euroja per katkaisija. Markkinoilta löytyy myös jopa 100€ hintaisia design-katkaisijoita, joten katkaisijoiden osuus hinnassa voi olla muutamasta kymmistä useisiin satoihin euroihin. Kustannuslaskuissa en ole laskenut katkaisijoita mukaan, koska katkaisijat ovat suurin piirtein saman hintaisia 230V järjestelmässä. Pienoisjännitteellä toimivien led-valaisimien suuren käyttötuntimäärän takia laskettaessa kustannuksia, esimerkiksi kahdenkymmenen vuoden käytölle, voidaan lamppujen vaihdosta aiheutuvat kustannukset jättää kokonaan pois laskuista. Monilla nettisivuilla, esim. Motiva, joilla voi laskea toisen tyyppisiin lamppuihin vaihtamisen etuja päivittäiseksi lampun polttoajaksi on valittu 3h/vrk jolloin 50 000:n käyttötunnin led- lamppu kestää yli 30 vuotta ilman vaihtoa.

Valonauhojen elinajanodote on jopa 100 000h. Vaikka valoja pitäisi päällä ympäri vuorokauden, niiden vaihtaminen tulisi ajankohtaiseksi vasta 10 vuoden kuluttua. Upotettavien 9W valojen elinajanodote on 75 000h -30 – 25 °C lämpötilassa ja 50 000h 26 – 55 °C lämpötilassa. 3W upotettavan valon elinajanodotteeksi on ilmoitettu yli 50 000h. Suomessa keskimääräinen lamppujen polttoaika huipputehoon suhteutettuna on 1000h/a.

Tein kaksi esimerkkitoteutusta, joista ensimmäisessä yleisvalo tuotetaan led-valonauhalla ja lisävalo kattoon upotettavilla spot-valoilla. Toisessa esimerkissä koko valaistus on toteutettu kattoon upotettavilla valaisimilla. Vertailuna perinteinen järjestelmä sekä hehkulamput, että energiansäästölamput toteutettuna.

3.1 Esimerkki 1: Yleisvalona valonauhat

Olohuoneen, käytävätilojen sekä makuuhuoneiden yleisvalon tuottaa kattolistoihin asennettu lämmintä valkoista valoa tuottava led-valonauha F150M-24V. Olohuoneessa led-valonauhan lisäksi 4kpl UA-MK-W3-M-EYB-30 3W spot-valoja 30° avautumiskulmalla ja kirkkaalla lasilla. Väriämpötilana lämmin valkoinen (n. 3200 – 3400K).

Keittiön yleisvalon tuottavat 3kpl UA-MK-W3-VAM-80-00N9W uppoasennettavia valaisimia 80° avautumiskulmalla. Valaisimissa mattalasi, joka siroaa valoa, jolloin valon avautumiskulma on jopa 180°. Väriämpötilana lämmin valkoinen (n. 3200 – 3400K). Keittiön työtasot valaistetaan F150M-24V valonauhalla.

Wc:n yleisvalona toimii 1kpl UA-MK-W3-VAM-80-00N 9W valaisin ja peilin edessä 2kpl UA-MK-W3-M-EYB-30 3W uppoasennettavia valaisimia.

Suihku- ja saunatiloissa valon tuottaa lämmintä valkoista valoa tuottava PVC:hen valettu led-valonauha F300M-24V-C. Suihkutiloissa led-valonauha on asennettu kattolistoihin. Saunassa valonauha on asennettu lauteisiin, osa valaisemaan kattoa ja osa lattiaa.

Varaston/työtilan ja autotallin valaistuksen hoitaa puhtaan valkoista valoa tuottava led-valonauha F150T-24V ja eteisen valona toimii 2kpl UA-MK-W3-M-EYB-30 3W uppoasennettavia valaisimia.

3.1.1 Materiaalikustannukset

Taulukko 1: Valonauhalla tehdyn järjestelmän kustannuserittely

Tuote	kpl	Hinta €/kpl	Hinta € yht.
Valonauhat			
F150M-24V	6	129 €	774
F300M-24V-C	1	109 €	109
F150T-24V	1	129 €	129

Spot-valot			
UA-MK-W3-VAM-80-00N	4	89 €	356
UA-MK-W3-M-EYB-30	8	29 €	232
Ohjaimet			
HPD005B-ADJ-D3-3	8	13,90 €	111,2
Johdot			
C102-0,75 100M	2	51,53	103,06
11-LAP24-GR 250M	1	33,28	33,28
Logiikka			
LOGO! 12/24RC, 8DI (4AI) / 4DO, 200 blocks 6ED1052-1MD00-0BA6	1	115	115
DM16 24R, 24 V DC, 8 DI, 8 x relay 5 A 6ED1055- 1NB10-0BA0	1	102	102
DM8 12/24R, 12/24V DC, 4 DI, 4 x relay 5 A 6ED1055-1MB00-0BA1	1	63	63
		Kok.	2127,54

3.1.2 Käyttökustannukset

Taulukko 2: Valonauhalla tehdyn järjestelmän tehontarve

Kpl	Teho W	Yht. W
7	40	280
1	18	18
4	9	36
8	3	24
	Kok.	358

Koko valaistuksen yhteenlaskettu teho on 358W joten vuotuinen kulutus on helppo laskea. $358W * 1000h = 358\ 000Wh$ eli 358kWh. Koko maan sähkön keskihinta 22.5 2012 on 15,03 snt/kWh (toimitusvelvollisuushinta) ja 14,97 snt/kWh (tarjoushinta, määräaikainen sopimus). Käytetään keskihintana 15,00 snt/kWh. Valaistuksen kuluttaman sähkön hinta vuodessa $0,15€ * 358kWh = 53,7€$. Tarkasteltavalla 20:n vuoden jaksolla sähkөөn kuluu siis $53,7€ * 20 = 1074€$. Kokonaiskustannukset 20:n vuoden käytölle rakennuskustannuksineen on $1074€ + 2157,54€ = 3231,54€$.

3.2 Esimerkki 2: Valaistuksen toteutus kokonaan uppoasennettavilla valaisimilla

Huoneiden, myös varasto/työtilan ja autotallin, yleisvalo tuotetaan UA-MK-W3-VAM-80-00N 9W uppoasennettavilla valaisimilla, joilla on 80° avautumiskulma. Valaisimissa on mattalasi, joka siroaa valoa, jolloin valon avautumiskulma on jopa 180°. Väriämpötilana on lämmin valkoinen (n. 3200 – 3400K).

Keittiön työtason valoina toimii 2kpl A54-T-24-2 luonnollisen valkoista valoa tuottavia valolistoja.

Eteisen valona toimii 2kpl UA-MK-W3-M-EYB-30 3W uppoasennettavia valaisimia.

WC:n yleisvalona on 1kpl UA-MK-W3-VAM-80-00N ja peilin edusta valaistaan kahdella UA-MK-W3-M-EYB-30 valaisimella.

Suihku- ja saunatiloissa valon tuottaa lämmintä valkoista valoa tuottava PVC:hen valettu led-valonauha F300M-24V-C. Suihkutiloissa led-valonauha on asennettu kattolistoihin. Saunassa valonauha on asennettu lauteisiin, osa valaisemaan kattoa ja osa lattiaa.

3.2.1 Materiaalikustannukset

Taulukko 3: Uppoasennettavilla valaisimilla tehdyn järjestelmän kustannuserittely

Tuote	Kpl	Hinta €/kpl	Hinta € yht.
Valaisimet			
UA-MK-W3-VAM-80-00N	24	89 €	2136
UA-MK-W3-M-EYB-30	4	29 €	116
A54-T-24-2	2	32 €	64
F300M-24V-C	1	109 €	109
Ohjaimet			
HPD005B-ADJ-D3-3	26	13,90 €	361,4
Johdot			
C102-0,75 100M	2	51,53	103,06
11-LAP24-GR 250M	1	33,28	33,28
Logiikka			

LOGO! 12/24RC, 8DI (4AI) / 4DO, 200 blocks 6ED1052-1MD00-0BA6	1	115	115
DM16 24R, 24 V DC, 8 DI, 8 x relay 5 A 6ED1055-1NB10-0BA0	1	102	102
DM8 12/24R, 12/24V DC, 4 DI, 4 x relay 5 A 6ED1055-1MB00-0BA1	1	63	63
		Kok.	3202,74

3.2.2 Käyttökustannukset

Taulukko 4: Upposennettavilla valaisimilla tehdyn järjestelmän tehontarve

Kpl	Teho W	Yht
24	9	216W
4	3	12W
2	8	16W
1	18	18W
	Kok.	262W

Koko valaistuksen yhteenlaskettu teho on 262W joten vuotuinen kulutus on helppo laskea. $262W * 1000h = 262\,000Wh$ eli 358kWh Koko maan sähkön keskihinta 22.5.2012 on 15,03 snt/kWh (toimitusvelvollisuushinta) ja 14,97 snt/kWh (tarjous-hinta, määräaikainen sopimus). Käytetään keskihintana 15,00 snt/kWh. Valaistuksen kuluttaman sähkön hinta vuodessa $0,15€ * 262kWh = 39,3€$. Tarkasteltavalla 20:n vuoden jaksolla sähkөөn kuluu siis $39,3€ * 20 = 786€$. Kokonaiskustannukset 20:n vuoden käytölle rakennuskustannuksineen on $786€ + 3202,74€ = 3988,74€$.

3.3 Perinteinen 230V käyttöjännitteellä toimiva valaistus

Monien eri myymälöiden valaisimien hintoja tarkasteltuani laskin perinteisten valaisimien keskihinnaksi 50€. Hehkulamppujen hinnaksi sain 1€. Energian säästölamppuista kaikkein halvimpia malleja ei kannata edes harkita niiden epävarman toiminnan takia, joten päädyin 8€/kpl hintaan. MMJ 3*1,5 100m nipun hinta oli valmistajasta riippuen 0,9€/m – 1,5€/m. Lopulta päädyin keskihintaan 1€/m.

3.3.1 Valaistuksen toteutus hehkulampuilla

Taulukko 5: Hehkulampuilla tehdyn valaistuksen kustannuserittely

Tuote	Kpl	Hinta €/kpl	Hinta € yht.
Valaisimet	22	50	1100
Hehkulamput	35	1	35
Johdot MMJ 3*1,5	200	1	200
		Kok.	1335

Taulukko 6: Hehkulampuilla tehdyn valaistuksen tehontarve

kpl	W	kok. W
35	40	1400

Lasketaan vuotuinen kulutus $1400\text{W} * 1000\text{h} = 1\,400\,000\text{Wh}$ eli 1400kWh . Koko maan sähkön keskihinta 22.5.2012 on $15,03\text{ snt/kWh}$ (toimitusvelvollisuushinta) ja $14,97\text{ snt/kWh}$ (tarjoushinta, määräaikainen sopimus). Käytetään keskihintana $15,00\text{ snt/kWh}$. Valaistuksen kuluttaman sähkön hinta vuodessa $0,15\text{€} * 1400\text{kWh} = 210\text{€}$. Tarkasteltavalla 20:n vuoden jaksolla sähkөөn kuluu siis $210\text{€} * 20 = 4200\text{€}$. Hehkulampun keskimääräinen polttoikä on 1000h jolloin 20 vuoden ajanjaksolla lampun vaihtotarve on: $(3\text{h/vrk} * 365\text{d} * 20\text{a}) / 1000\text{h} = 21,9 \approx 22$ kertaa. Lamppuihin kuluva raha: $35\text{kpl} * 22 * 1\text{€} = 770\text{€}$. Kokonaiskustannukset 20:n vuoden käytölle rakennuskustannuksineen on $1335\text{€} + 4200\text{€} + 770\text{€} = 6305\text{€}$.

3.3.2 Valaistuksen toteutus energiansäästölamputilla

Taulukko 7: Energiansäästölamputilla tehdyn valaistuksen kustannuserittely

Tuote	Kpl	Hinta €/kpl	Hinta € yht.
Valaisimet	22	50	1100
Energiansäästölamput	35	8	304
Johdot MMJ 3*1,5	200	1	200
		Kok.	1604

Taulukko 8: Energiansäästölamputilla tehdyn valaistuksen tehontarve

kpl	W	kok. W
35	9	315

Lasketaan vuotuinen kulutus $315W * 1000h = 315\ 000Wh$ eli $315kWh$. Koko maan sähkön keskihinta 22.5.2012 on $15,03\ \text{snt/kWh}$ (toimitusvelvollisuushinta) ja $14,97\ \text{snt/kWh}$ (tarjoushinta, määräaikainen sopimus). Käytetään keskihintana $15,00\ \text{snt/kWh}$. Valaistuksen kuluttaman sähkön hinta vuodessa $0,15€ * 315kWh = 47,25€$. Tarkasteltavalla 20:n vuoden jaksolla sähkөөn kuluu siis $47,25€ * 20 = 945€$. Energialampun keskimääräinen polttoikä on $10000h$ jolloin 20 vuoden ajanjaksolla lampun vaihtotarve on: $(3h/vrk * 365d * 20a) / 10000h = 2,19 \approx 2$ kertaa. Lamppuihin kuluva raha: $35kpl * 2 * 8€ = 560€$. Kokonaiskustannukset 20:n vuoden käytölle rakennuskustannuksineen on $1604€ + 945€ + 560€ = 3109€$.

3.4 Järjestelmien kustannusten vertailu

Taulukko 9: Kustannusvertailu

Valaistusmuoto 1	Hinta €/20a	Valaistusmuoto 2	Hinta €/20a	Erotus €
Pienojännite + Led- valonauha	3231,54	Pienojännite+ Led- uppoasennus	3988,74	-757,2
Pienojännite + Led- valonauha	3231,54	230V + Hehkulamppu	6305	-3073,46
Pienojännite + Led- valonauha	3231,54	230V + Energiansäästölamppu	3109	122,54
Pienojännite + Led- uppoasennus	3988,74	230V + Hehkulamppu	6305	-2316,26
Pienojännite + Led- uppoasennus	3988,74	230V + Energiansäästölamppu	3109	879,74

230V + Hehkulamppu	6305	230V + Energiansäästölamppu	3109	3196
--------------------	------	-----------------------------	------	------

Vielä tällä hetkellä näyttäisi siltä että perinteinen järjestelmä energiansäästölamppuilla on kaikkein halvin, mutta led-valonauhoilla toteutettu valaistus on vain 6€/a kalliimpi. Uppoasennettavilla led-valaisimilla toteutetun valaistuksen korkeampi hinta johtuu valaisimien korkeasta kappalehinnasta. Tekniikan yleistyessä valaisimienkin hinnat todennäköisesti putoavat.

4 LIITETTÄVYYS MUIHIN JÄRJESTELMIIN

Logiikkaohjattuun led-valaistusjärjestelmään on helppo lisätä liiketunnistimia, paikallaolosensoreita ja muita valaistuksen energiatehokkuutta lisääviä ominaisuuksia, jos logiikassa vain on vapaita tulokanavia. Jos talossa on käytössä aurinkosähkö- tai jokin muu akustoa lataava järjestelmä, voidaan pienoisjännitteinen valaistusjärjestelmän liittää siihen. Tällöin sähkökatkon sattuessa valot pysyvät päällä kunnes akustosta loppuu virta. Akuston liittäminen valaistusjärjestelmään parantaa myös hyötysuhdetta, koska tällöin ei tarvita jännitteen muunnosta.

5 YHTEENVETO

Kustannuslaskujen tulokset olivat hyvin pitkälti odotetun kaltaiset. Valaistusvoimakkuus eri toteutuksissa vaihtelee ja tämä aiheuttaa pientä epätarkkuutta kustannuslaskelmissa. Tarkempaan tulokseen pääsisi tekemällä jokaisesta toteutuksesta erillisen valaistussuunnitelman siten että kaikissa toteutuksissa olisi sama valaistusvoimakkuus. Perinteisten järjestelmien laskuissa valaisinten hintana on käytetty keskihintaa, jolloin järjestelmän todellisiin kustannuksiin vaikuttaa voimakkaasti valaisinten valinta. Suuremmissa taloissa kuin esimerkkitalo tai jos valaistusjärjestelmä on monimutkainen Siemens LOGO! logiikka ei ole riittävä, koska siinä on maksimissaan 16 lähtöä ja 24 tuloa.

Saatujen tulosten perusteella sanoisin että jos rakentaa uutta omakotitaloa ja aikoo asentaa aurinkopaneeli- tai jonkin muun akustoa lataavan järjestelmän kannattaa pienisjännitteellä toimiva valaistusjärjestelmä ottaa varteenotettavaksi ehdokkaaksi valaistusjärjestelmää valittaessa.

LÄHTEET

- 1 Limic Oy:n verkkosivu, viitattu 18.5.2012, <http://valokas.fi/www/>
- 2 SESKO Nro 3/2011
- 3 Siemens LOGO! käyttöohje
- 4 Motiva Oy:n verkkosivut, viitattu 22.5.2012 <http://www.motiva.fi/>