



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jari Hietaranta

SEINÄJOEN  
ULKOVAALAISTUSVERKON  
OHJAUSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN

Tekniikka ja liikenne  
2012

## **ALKUSANAT**

Opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun tekniikan ja liikenteen yksikön sähkötekniikan koulutusohjelman päättötöyönä Seinäjoen Energia Oy:lle. Seinäjoen Energia Oy on energia-alan konserniyhtiö, jonka ydinliiketoiminnot ovat sähkön ja lämmön hankinta sekä niiden jakelu asiakkaille.

Opinnäytetyön ohjaavana opettajana toimi Vaasan ammattikorkeakoulun lehtori Juha Nieminen ja työn valvojana Seinäjoen Energia Oy:ssä verkonrakennusyksikön johtaja Tapio Pesu.

Haluan kiittää saamistani neuvoista ja tuesta opinnäytetyöprosessin aikana Juha Niemistä ja Tapio Pesua. Haluaisin kiittää myös Seinäjoen Energia Oy:n muuta henkilöstöä saamistani avusta ja Petri Laitista C2 Smartlight Oy:stä.

Vaasassa 2.4.2012

Jari Hietaranta

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jari Hietaranta
Opinnäytetyön nimi	Seinäjoen ulkovalaistusverkon ohjausjärjestelmän uusiminen
Vuosi	2012
Kieli	suomi
Sivumäärä	39
Ohjaaja	Juha Nieminen

---

Seinäjoen Energia uudistaa ulkovalaistusverkon ohjausjärjestelmän tämän päivän vaatimuksia vastaavaksi. Nykyiset ohjausjärjestelmät eivät toimi halutulla tavalla ja niiden toiminta ei täytä Seinäjoen Energian vaatimuksia.

Työn tarkoituksena oli vertailla kahta vaihtoehtoista ohjaus- ja hallintajärjestelmää. Työssä mietittiin uusimisen aikana syntyviä ongelmia ja etsittiin niihin ratkaisuja. Lisäksi työssä oli tarkoitus tutkia integroinnin mahdollisuutta nykyiseen valvomojärjestelmään.

Ohjaus- ja hallintajärjestelmä valittiin vuoden 2011 loppuun mennessä ja sen käyttöönotto ja asennus alkaa kesällä 2012. Ongelmatilanteisiin on hyvä varautua selkeillä toimintasuunnitelmilla ja varaamalla tarpeeksi aikaa töiden suorittamiselle. Järjestelmien kokonaisvaltainen integrointi todettiin ongelmalliseksi, joten siitä päätettiin luopua.

## ABSTRACT

Author	Jari Hietaranta
Title	Renewal of Outdoor lighting system of Seinäjoki
Year	2012
Language	Finnish
Pages	39
Name of Supervisor	Juha Nieminen

---

Seinäjoen Energia is renewing street lighting control system in today's system requirements. Current controllers don't work in desired way and their operations don't meet requirements of the Seinäjoen Energia.

Work purpose was compare two alternatives for new control and management system. Problems which are possibly arising during renewal of the systems were considered and seek solutions for them. In addition, work was to investigate the possibility of integration with existing SCADA system.

Control and management system was chosen before end of the year 2011. Installation and commissioning will start in the summer of 2012. It will be wise to prepare problem situations with clear action plans and reserving enough time for completion of the works. Systems Integration was found to be problematic, and it was decided to abandon the comprehensive integration.

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	III
ABSTRACT .....	IV
MERKIT JA LYHENTEET .....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Seinäjoen Energia Oy .....	7
1.2 Työn tavoite .....	8
2 KATUVALAISTUS .....	9
2.1 Valaisintyypit nyt ja tulevaisuudessa .....	9
2.1.1 Elohopeahöyrylamppu .....	10
2.1.2 Pien- ja suurpainenatriumlamppu .....	11
2.1.3 Monimetallilamppu .....	12
2.1.4 LED-valaisimet .....	13
2.2 Ohjausjärjestelmien tiedonsiirtomenetelmät .....	15
2.2.1 Tiedonsiirto sähköverkossa .....	15
2.2.2 LonWorks .....	17
2.2.3 Langattomat ratkaisut .....	18
3 ULKOVALAISTUSVERKON UUSIMINEN .....	21
3.1 Ohjausjärjestelmän nykytila .....	21
3.2 Ohjausjärjestelmien vertailu .....	23
3.2.1 C2 Smart Light .....	23
3.3 Ohjauksen uusimisen mahdolliset ongelmat .....	28
3.4 Tavoitteet ja uusimisen aikataulu .....	29
4 OHJAUSJÄRJESTELMÄN INTEGROINTIMAHDOLLISUUDET .....	30
5 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT .....	32
LÄHTEET .....	33

## MERKIT JA LYHENTEET

3G	Third generation mobile telecommunications, lyhenne kolmannen sukupolven matkapuhelinteknologioille
AES256	Advanced Encryption Standard, toistaiseksi murtamaton lohkosalausmenetelmä joko 192 tai 256 bittisenä.
APN	Access Point Name, määrittää GPRS- ja 3G-verkoissa dataliikenne asetukset
EDGE	Enhanced Data rates for Global Evolution, Seuraava kehitysvaihe GPRS:n jälkeen
GPRS	General Packet Radio Service, GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu
GSM	Global System for Mobile Communications, matkapuhelinjärjestelmä
Hz	Hertz, Hertsi, taajuuden yksikkö
LED	Light-Emitting Diode, valodiodi
lm	Lumen, Valovirran yksikkö
MELKO	Mittareiden etäluentaa ja kuorman ohjaus, Enermet Oy:n tuotemerkki
SIM	Subscriber Identity Module, älykortti, jota käytetään matkapuhelinliittymän tilaajan IMSI-avaimen tallentamiseen.
SSL	Secure Sockets Layer, tietoverkkosalausprotokolla
V	Voltti, Virran yksikkö
W	Watti, tehon yksikkö
Wh	Wattitunti, energian yksikkö

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Seinäjoen Energia Oy

Seinäjoen Energia Oy on energia-alalla toimiva konserniyhtiö, joka koostuu neljästä liiketoimintayksiköstä sekä tytäryhtiöistä Seiverkot Oy ja Seinäjoen Vesi Oy. Seinäjoen Energian liiketoimintayksiköt ovat hallinto-, energia-, verkonrakennus- sekä lämpöyksikkö. Seinäjoen Energia Oy kunnossapitää 0,4 kV ja 20 kV sähköverkkoja, joita hallinnoi ja käyttää Seiverkot Oy. Seinäjoen Energia Oy omistaa Seinäjoen kaupungin kaukolämpöverkon. Ulkovalaistusverkko on Seinäjoen Energian omistuksessa, jota ylläpidetään ja rakennetaan yhtiön toimesta. Yhtiön palveluksessa oli vuoden 2010 lopussa 80 henkilöä. Seinäjoen Energia Oy:n vuoden 2010 tunnusluvut on esitetty taulukossa 1. /14/

**Taulukko 1.** Seinäjoen Energia konsernin tunnusluvut vuonna 2010 /14/

<b>Liikevaihto M€</b>	63,0
<b>Omavaraisuusaste %</b>	40,78
<b>Liikevoitto %</b>	18,8
<b>Sijoitetun pääoman tuotto %</b>	21,16
<b>Investoinnit M€</b>	9,4

Seinäjoen Energia Oy perustettiin Seinäjoelle 16.4.1927 maalaiskunnan ja taajaman kasvavan sähköntarpeen takia. Vuonna 1979 aloitettiin kaukolämpötoiminta ja samalla yhtiön nimi muuttui Seinäjoen kaupungin energialaitokseksi. Vuonna 1994 Seinäjoen kaupungin energialaitos yhtiöitettiin, jolloin nimi vaihtui Seinäjoen Energia Oy:ksi. Vuonna 2011 yhtiö sai nykyisen muotonsa ostaessaan Seinäjoen Vesi Oy:n. /13/

## **1.2 Työn tavoite**

Tämän työn tavoitteena oli selvittää Seinäjoen Energian omistuksessa olevan ulkovalaistusverkon ohjausjärjestelmän uusimisen aiheuttamia etuja ja haittoja, sekä kartoittaa ulkovalaistusverkon ohjausjärjestelmän integrointimahdollisuuksia nykyiseen valvomojärjestelmään. Työssä vertaillaan 2 suomalaista katuvalojenohjaus- ja hallintajärjestelmää.



## 2 KATUVALAISTUS

Katuvalaistus koostuu tienvarsiin asennetuista valaisimista, joita käytetään pimeään ja hämärän aikana. Katuvalojen tarkoitus on parantaa tienkäyttäjien turvallisuutta ja vähentää pimeän aikana tapahtuvia onnettomuuksia.

### 2.1 Valaisintyypit nyt ja tulevaisuudessa

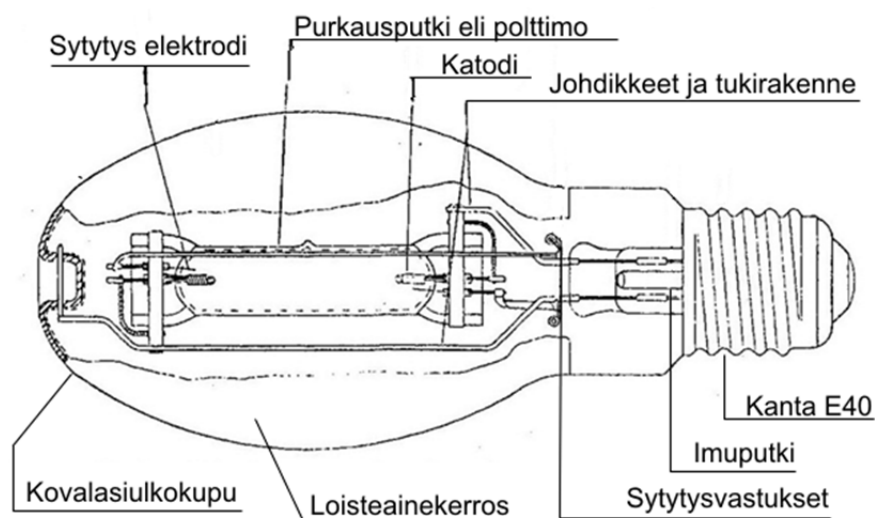
Katuvalaistuksessa on tällä hetkellä murrosaika. Vanhat elohopeahöyrylamput tullaan vaihtamaan uusiin energiaa säästävämpiin lamppuratkaisuihin. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2005/32/EY aiheuttaa muutoksia nykyisissä katu- ja tievalaistuksissa. Suomessa käytetään suunnilleen 950 GWh katujen ja teiden valaistukseen. Vaihtamalla nykyiset elohopealamput suurpainenatriumlamppuihin voidaan energian kulutusta vähentää suunnilleen 25 %.

Euroopan unionin puitedirektiiviä 2005/32/EY täydennetään yksityiskohtaisilla lisäasetuksilla. Direktiivi asettaa energiaa käyttävien laitteiden suunnittelulle erilaisia vaatimuksia. Palvelusektorin valaistusta koskeva asetus N:o 245/2009 tuli voimaan 13.4.2009 ja se kattaa tie- ja katuvalaistuksen, sekä toimistovalauksen. Asetuksen tavoite on estää nykykehityksen mukainen valaistuksen energiankulutuksen kasvaminen, jonka on arvioitu olevan 25 %:n kokoluokkaa vuoteen 2020 mennessä. /16/

Tulevaisuudessa katu- ja tievalaistus tulee uudelleen murroksen partaalle, sillä jossain vaiheessa tiukkenevat säästötavoitteet poistavat markkinoilta ne tällä hetkellä käytössä olevat valaisimet, joita EuP-direktiivin asetukset eivät ole vielä poistamassa markkinoilta. Tiukkenevat energiansäästötavoitteet ajavat lamppuvalmistajat kehittämään uusia ja tehokkaampia valaisimia. Tällä hetkellä lamppuvalmistajat yrittävät saada LED-valaisimia katu- ja tievalaistuksen uusiksi valaistusvaihtoehdoiksi. LED-tekniikan yleistymisen tiellä on ollut valmistajien heikko pysyvyys markkinoilla.

### 2.1.1 Elohopeahöyrylamppu

Elohopeahöyrylamppun valontuotto perustuu elohopeahöyryn säteilyyn korkeassa paineessa ja lämpötilassa. Lampun polttimo on valmistettu kvartsilasista, koska elohopea tarvitsee suuren paineen ja lämpötilan valon tuottamiseen. Elohopeahöyryn tuottama valo on pääasiassa näkyvää valoa, osa on ultraviolettisäteilyä. Polttimon sisäpinta on pinnoitettu loisteaineella, joka muuttaa haitallisen ultraviolettisäteilyn punertavaksi valoksi. Elohopeahöyrylamppun rakenne on hyvin yksinkertainen. (Kuvio 1.) Elohopeahöyrylamppun tuottama valo on vaaleaa, se voi olla sinertävää tai vihertävää. Elohopeahöyrylamput ovat suuritehoisista purkauslampuista edullisimpia, mutta kuluttavat eniten energiaa suhteessa tuotettuun valotehoon. Elohopeahöyrylamppu on käytetyin katuvalaistuslamppu Suomessa. Uusia katuvalaistusalueita rakennettaessa muut lampputyypit ovat syrjäyttäneet elohopeahöyrylamppun. /4/, /17/



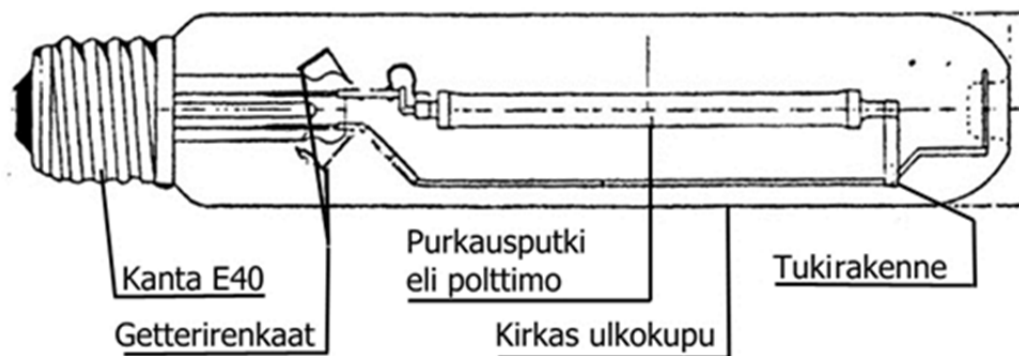
**Kuvio 1.** Elohopeahöyrylamppun rakenne /17/

Euroopan unionin EuP-direktiivin asetus N:o 245/2009 lopettaa vuonna 2015 elohopeahöyrylamppun valmistamisen johtuen sen heikosta valotehokkuudesta 25 – 50 lm/W. Värintoistoltaan elohopeahöyrylamppu on kohtalainen, sillä sen värintoistoindeksi on 40 ja 55 välillä riippuen lampun tehosta. Korvaavista

vaihtoehtoista suurpainenatriumlampun värintoistoindeksi on heikompi. Monimetallilamppu on parempi valotehokkuudeltaan ja laadultaan, mutta sen käyttöikä on elohopeahöyrylamppua huonompi. /16/

### 2.1.2 Pien- ja suurpainenatriumlamppu

Pien- ja suurpainenatriumlamput ovat rakenteeltaan lähes samanlaisia kuin elohopeahöyrylamput, mutta niiden valotehokkuus on huomattavasti parempi, 50 – 150 lm/W. (Kuvio 2.) Lamppujen valotehokkuuden suuri vaihtelu selittyy sillä, että painenatriumlamppuja valmistetaan pieni- ja suuritehoisiksi. /3/



**Kuvio 2.** Suur- ja pienpainenatrium lampun rakenne /17/

Pienpainenatriumlampun valontuotto perustuu natriumhöyryn lähettämään säteilyyn. Oikean valomuodon saamiseksi täytyy polttimon paine ja lämpötila saada tarkasti oikealle tasolle. Lampun ulkokuvun sisäpinta on päällystetty ohuella kerroksella infrapunasäteilyä palauttavaa kalvoa, joka läpäisee näkyvän valon. Vaikka ulkokupu onkin pinnoitettu, se ei vähennä lampun valovoimakkuutta. Pienpainenatriumlampusta voidaan saada jopa 200 lm/W valotehokkuus, kun käytössä on hybridikytkentäinen liitäntälaite. Värintoistoltaan pienpainenatriumlamppu on heikko: värintoistoindeksin arvo on lähes 0. Tieliikennekäytössä pienpainenatriumlamppu on heikko, sillä ihmisten silmät ovat herkimmillään sinisemmällä valon aallonpituuksilla.

Suurpainenatriumlamppu on yleisemmin käytetty katu- ja tievalaistuksessa kuin pienpainenatriumlamppu. Rakenteeltaan suurpainenatriumlamppu muistuttaa

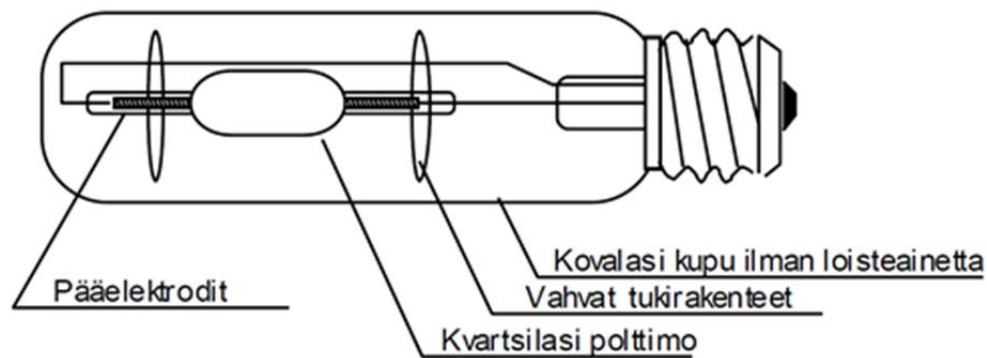
elohopealamppua, mutta poikkeaa siitä purkausputken osalta. Purkausputki suurpainenatriumlampussa on valmistettu alumiinioksidista, joka kestää natriumhöyryn kemiallisen rasituksen suurissa lämpötiloissa. Vaikka purkausputken läpi ei voi nähdä, läpäisee se suunnilleen 90 % syntyvästä säteilystä. Suurpainenatriumlampun valo on pienpainenatriumlampun valoa miellyttävämpää johtuen leveämmästä spektrin jakautumisesta. Myös värintoistoltaan suurpainenatriumlamput ovat miellyttävämpiä: värintoistoindeksin arvo vaihtelee 20 ja 70:n välillä. Värintoistoindeksin arvon vaihtelu johtuu valontehon vaihtelusta. /3/, /17/

Euroopan unionin EuP-direktiivin asetus N:o 245/2009 poisti markkinoilta energiatehokkuudeltaan huonot suurpainelamput vuoden 2011 aikana. Mitään suurta muutosta ei kuitenkaan ole tulossa ennen vuotta 2020, sillä lampputyyppejä on käytetty asetusta vastaavasti jo ennen direktiivin voimaantuloa. Lampputyypin kehityksen seurauksena energiatehokkuus saadaan paremmaksi, joten energiankulutus tulee laskemaan. /16/

### **2.1.3 Monimetallilamppu**

Monimetallilamppu muistuttaa elohopealamppua, sillä polttimo sisältää elohopeaa. Lampun rakenne on esitelty kuviossa 3. Monimetallilampun polttimo sisältää elohopean lisäksi muita metalleja kuten natriumia, talliumia, indiumia ja dysprosiumia. Kun edellä mainittuja metalleja lisätään sopivasti polttimoon elohopean kanssa, saadaan aikaiseksi hyvät värintoisto-ominaisuudet. Monimetallilamppu on tällä hetkellä markkinoiden paras lamppu värintoisto-ominaisuuksiltaan saavuttamalla lähes päivänvaloa vastaavat ominaisuudet värintoistossa. Normaaleilla monimetallilampuilla värintoistoindeksi vaihtelee välillä 60 – 80. Valotehokkuus vaihtelee eri lampputyypeillä riippuen siitä, millaisia värintoisto-ominaisuuksia lampuilla on. Yleiskäyttöön tarkoitetuilla lampuilla valotehokkuus vaihtelee välillä 80 – 105 lm/W. Hyvän värintoiston omaavilla lampuilla valotehokkuus vaihtelee välillä 70 - 80 lm/W. Monimetallilamppuja käytetään pääasiassa sellaisissa kohteissa, joissa värintoisto on tärkeä yleisen viihtyvyyden kannalta. Tievalaistuksessa monimetallilamppuja

käytetään vähemmän kuin suurpainenatriumlamppuja johtuen monimetallilampun lyhyemmästä polttoikästä, joka on suunnilleen 10000–12000 tuntia, kun taas suurpainenatriumlampun polttoikä on 12000 – 20000 tuntia. Tulevaisuudessa tämä lampputyyppi tulee yleistymään energiatehokkuutensa ansiosta. /3/, /17/



**Kuvio 3.** Monimetallilampun rakenne /3/

Euroopan unionin EuP-direktiivi vaikuttaa monimetallilamppuihin ainoastaan hiukan, sillä vain tehottomat ja huonosti väriä toistavat lamput poistuvat markkinoilta vuoden 2012 aikana. /16/

#### 2.1.4 LED-valaisimet

LED-valaisimet ovat rakenteeltaan erilaisia verrattuna kaasupurkauslamppeihin, sillä ledi itsessään on puolijohdekomponentti. Ledi tuottaa monokromaattista valoa, kun sen läpi johdetaan sähkövirtaa. LED-valonlähteet antavat uusia mahdollisuuksia valaistussuunnitteluun valonlähteiden pienen koon ja pitkän käyttöiän johdosta. LED-valaisinten käyttöäksi luvataan 50000 tuntia, mikä on huomattavasti suurempi kuin muilla katuvalaistukseen käytetyillä valonlähteillä. Ainoat ongelmat LED-valaisimissa ovat valaisinten häikäisy ja heikko valonjaon laatu, jolloin LED-valaisinten tuottama valo on liian pistemäistä. LED-valaisinten värintoistoindeksi on välillä 70–80. Valotehokkuudeltaan LED-valaisimet ovat vielä heikompia kuin parhaat purkauslamput, mutta LED-valaisinten valotehokkuus on ollut jatkuvassa kasvussa. Tällä hetkellä LED-valaisinten valotehokkuus on 50 - 70 lm/W:n välillä. Värintoistoindeksi ja valotehokkuus

riippuvat käytetyistä puolijohdekomponenteista. Uusien ja parempien komponenttien avulla voidaan nostaa LED-valaisinten värintoistoindeksiä ja valotehokkuutta. Valonjaon laatua voidaan parantaa uusilla optisilla menetelmillä, jolloin saadaan tasaisempi valo valaistavalle alueelle. Nykytilanteessa LED-valaisinten lyhytikäiset toimittajat ovat suurimpia esteitä valaisintyyppin yleistymiselle. Kuviossa 4 on esitetty Osramin LED-valaisin, joka on tarkoitettu tie- ja katuvalaistukseen. /12/



**Kuvio 4.** LED-valaisin /10/

Euroopan unionin EuP-direktiivillä ei ole vaikutusta LED-valaisimiin. Tulevaisuudessa LED-valaisinten kehityksen myötä saatetaan katu- ja tievalaistuksessa siirtyä käyttämään LED-tekniikkaa, sillä se mahdollistaa valaisinkohtaisen ohjauksen ja valaistuksen säädön. /15/,/10/

Uutta katu- ja tievalaistusta rakennettaessa pyritään ekologisuuteen. Seinäjoen ulkovalaistusverkossa tullaan vaihtamaan kaikki elohopeahöyrylamput suurpainenatriumlamppuihin vuoden 2020 loppuun mennessä 1000 kappaleen vuosivauhtia. Uutta valaistusverkkoa rakennettaessa valaisimiin asennetaan yleensä suurpainenatriumlamppuja, joiden energiatehokkuus on riittävää. Tulevaisuudessa Seinäjoen alueella kiinnitetään huomiota valaistusverkon ekologisuuteen ja energiatehokkuuteen siten, että yritys täyttää sille asetetut tavoitteet.

## 2.2 Ohjausjärjestelmien tiedonsiirtomenetelmät

Katuvalojen ohjausmenetelmät ovat hyvin erilaisia riippuen siitä, kuka hoitaa ja rakentaa tie- ja katuvalaistusta. Yksinkertaisimmillaan ohjaukset on tehty paikallisesti hämärä- ja kellokytkimien avulla. Isoimmissa valaistuskokonaisuuksissa ohjauksia on saatettu siirtää ulkovalokeskukselta toiselle erillistä ohjauskaapelia pitkin. Uusiin katu- ja tievalaistuskohteisiin pyritään asentamaan nykyajan ohjausmenetelmiä vastaavat ohjausyksiköt.

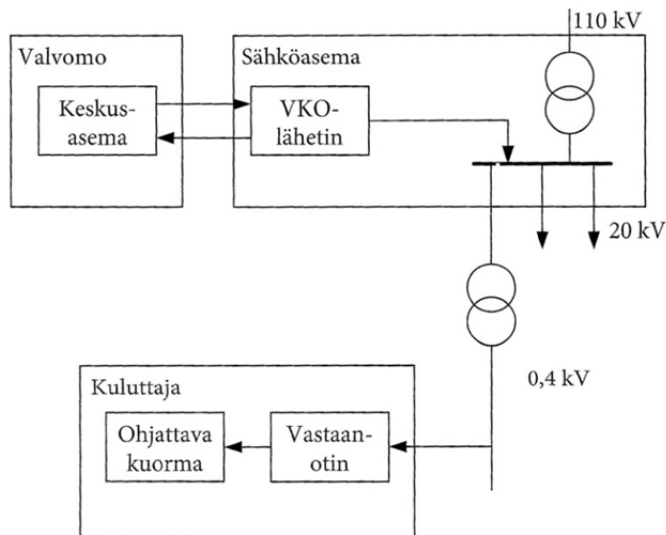
### 2.2.1 Tiedonsiirto sähköverkossa

Sähköverkko rakennetaan sähkönsiirtoa varten, joka tapahtuu 50 Hz:n perustaajuudella. Nykyään sähköverkossa liikkuu paljon tietoa, josta osa kuuluu sähköyhtiölle ja osa sen asiakkaille. Sähköyhtiöt käyttävät sähköverkon tiedonsiirtokapasiteettia kaukoluettavien mittareiden lukemiseen ja sähköverkon automatisointiin. Sähköyhtiöiden asiakkaat puolestaan voivat rakentaa oman asuntonsa sähköverkosta lähiverkon käyttäen siihen tarkoitettuja sovittimia. Suomen sähköverkossa tiedonsiirto tapahtuu 3 – 148,5 kHz:n välisillä taajuuksilla. Tämä taajuusalue on jaettu 4 osaan, jossa jokaisella taajuusalueella on oma käyttötarkoitus. Taulukossa 2 on esitetty jaetut taajuusalueet ja niiden käyttötarkoitus. 95 – 125 kHz:n ja 140 – 148,5 kHz:n kaistoilla ei ole käytössä lähetyksikäytäntöä, mikä tarkoittaa, että näillä alueilla voidaan liikennöidä ilman SFS-standardin 50065 – 1 määrittelemää yhteyskäytäntöä. 125 - 140 kHz:n kaistalla on SFS-standardissa määritelty yhteyskäytäntö. Sähköverkkoa voidaan hyödyntää myös katu- ja tievalaistuksen ohjauksessa, jolloin verkkoon kytkettyjä laitteita voidaan ohjata automatisoidusti.

**Taulukko 2.** Tiedonsiirtotaajuuksien käyttötarkoitukset /15/

Taajuusalue	Käyttötarkoitus
3 – 95 kHz	Ainoastaan sovelluksiin, jossa valvotaan tai ohjataan pienjänniteverkkoa
95 – 125 kHz	Vapaa kaista, jossa ei edellytetä lähetyksikäytäntöä
125 – 140 kHz	Vapaa kaista, jossa edellytetään lähetyksikäytäntöä
140 – 148,5 kHz	Vapaa kaista, jossa ei edellytetä lähetyksikäytäntöä

Sähköyhtiöt ovat käyttäneet taulukossa 2 mainittuja ensimmäisen osan taajuuksia verkkokäskylaitteen ohjaamiseen. Verkkokäskyleitteistolla voidaan ohjata asiakkaan kuormaa valvomosta tai automatiikan avulla. Kuviossa 5 on esitetty verkkokäskylaitteiston periaate. Verkkokäskylaitteisto toimii siten, että valvomosta tai vastaavasta automatiikasta on kiinteä yhteys 110 kV:n sähköasemalle. Tätä yhteyttä pitkin ohjataan verkkokäskylähetintä, joka lähettää halutun tiedon 20 kV:n linjaa pitkin eteenpäin. Verkkokäskylaitteen signaali siirtyy jakelumuuntajan läpi ja saavuttaa asiakkaan vastaanottimen, joka suorittaa pyydetyn toimenpiteen. Verkkokäskylaitteessa on yleensä releitä, joiden koskettimilla suoritetaan haluttu toimenpide asiakkaan verkossa. Nykypäivän etäluettavat mittarit ovat syrjäyttämässä verkkokäskyjärjestelmän. /7/



**Kuvio 5.** Verkkokäskylaitteen periaatekuva /2/

Seinäjoen Energia käyttää oman jakelualueensa sisällä verkkokäskylaitteeseen perustuvaa katuvalojen ohjausjärjestelmää. Samaa ohjausjärjestelmää ei voi käyttää koko valaistusverkon alueella, koska katuvalokeskukset sijaitsevat eri verkkoyhtiöiden alueilla. Lisäksi verkkokäskylaitteiston vanhenemisen seurauksena laitteisto on poistumassa käytöstä lähivuosina.

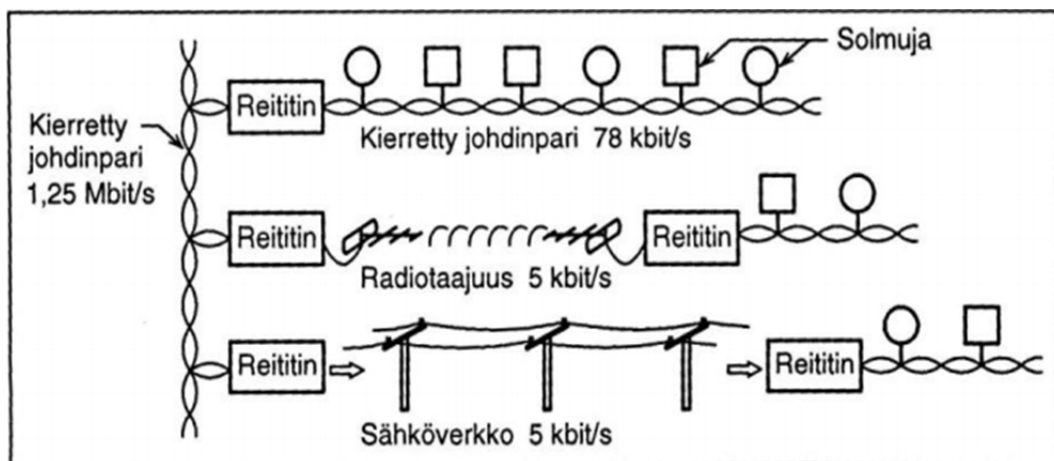


### 2.2.2 LonWorks

LonWorks on yhdysvaltalaisen Echelon Corporationin kehittämä järjestelmä, joka julkistettiin vuonna 1991. Järjestelmän tarkoituksena on luoda yleiskäyttöinen ja joustava kenttäväyläratkaisu, joka on painottunut rakennusautomaation alueelle. Tätä järjestelmää käytetään rakennusautomaation lisäksi myös kaupunkien, sähkönsiirtoverkkojen ja teollisuuden automaatiossa, joten se on hyvin laajalle levinnyt kenttäväylätekniikka.

LonWorks-kenttäväylä perustuu hajautettuun järjestelmään, jonka äly sijaitsee kenttälaitteissa, joita kutsutaan solmuiksi. Toimilaitteita voi yhdessä verkossa olla 32385, mutta jokaista 127 solmua kohden täytyy olla reititin. Jokainen kenttälaitte on itsenäinen laite, joka hyödyntää kenttäväylää itsenäisesti. Solmut käyttävät kenttäväylää tiedonsiirtoon toisten laitteiden kanssa ja hyödyntävät kenttäväylää ohjelmointiin. Jokainen solmu sisältää lähettimen ja vastaanottimen jännitelähteen sekä neuron-piirin, joka toimii laitteen älynä ja ohjaa sen toimintaa. /11/

Kenttäväylä voidaan toteuttaa monilla eri tavoilla, kuten kierretyllä johdinparilla, sähköverkon avulla, tai langattomasti radioverkon ja infrapunavälityksellä. Johdinpari voidaan korvata koaksiaalikaapelilla, verkkokaapelilla tai valokuidulla. (Kuvio 6.)



**Kuvio 6.** LonWorks-verkon rakenne /4/

Kenttäväylän liikennöintinopeudet eri siirtoteitä pitkin on esitetty taulukossa 3. Kuten taulukosta 3 käy ilmi, kaapelilla rakennetuissa verkoissa on 2 nopeutta.

Suurempi nopeus tarkoittaa runkoverkon nopeutta ja pienempi on sivuhaaran tiedonsiirtonopeus. Kun tiedonsiirtoverkko vaihtuu kaapelista sähköverkkoon tai langattomiin sovelluksiin, täytyy siirtotien kummassakin päässä olla reititin. Reititin muuntaa tiedon sopivaksi siirtotiestä riippuen. /11/,4/

**Taulukko 3.** LonWorks kenttäväylän nopeudet rakenteesta riippuen /4/

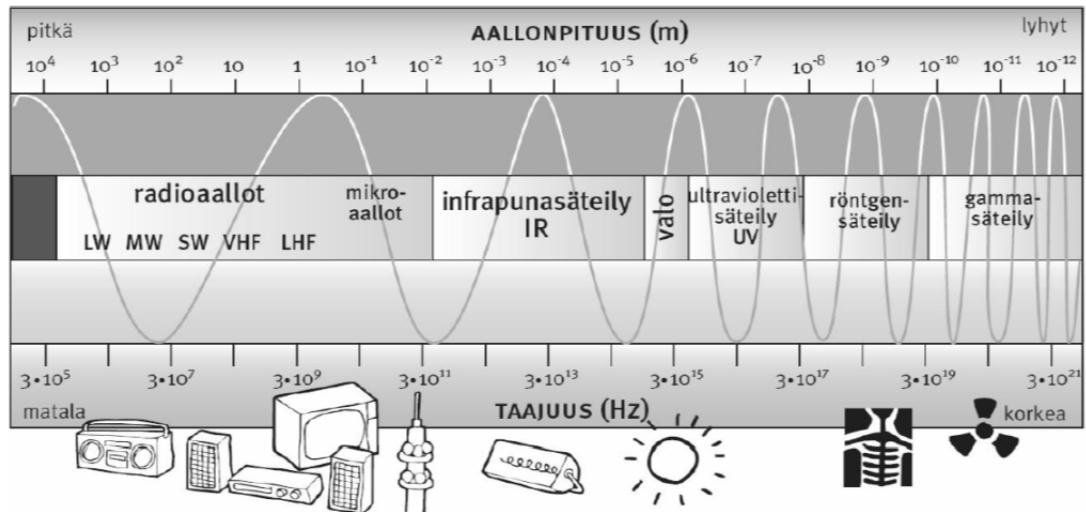
Väylän rakenne	Nopeus
Koaksiaalikaapeli	1,25 Mbit/s tai 78 kbit/s
Verkkokaapeli	1,25 Mbit/s tai 78 kbit/s
Valokuitu	1,25 Mbit
Kierretty johdinpari	1,25 Mbit/s tai 78 kbit/s
Infrapuna	5 kbit/s
Sähköverkko	5 kbit/s
Radioverkko	5 kbit/s

Käytettäessä LonWorksia sähköverkossa tiedonsiirto tapahtuu 125 – 140 kHz taajuusalueella, joka vaimenee nopeasti muuntajaan. Siirtotien maksimipituus sähköverkossa on 300 m, jolloin sitä ei voida käyttää ulkovalaistusverkon ohjausjärjestelmän pääliikennöintiväylänä. LonWorksia käytettäessä liikennöintinopeus sähköverkon ja radiotaajuuksien kautta on hidasta, eikä siinä voi siirtää suuria määriä tietoa. Erillistä ohjausverkkoa ei voida rakentaa, koska sen rakennuskustannukset ovat erittäin suuret./11/

### 2.2.3 Langattomat ratkaisut

Langattomat tiedonsiirtoratkaisut perustuvat yksinkertaisimmillaan siihen, että tieto siirtyy elektromagneettisia aaltoja pitkin lähettimeltä vastaanottimelle. Nykyisissä tiedonsiirtoon tarkoitetuissa laitteistoissa vastaanotin ja lähetin ovat samassa laitteessa, jolloin ei tarvita erillisiä laitteita vastaanottamaan ja lähettämään tietoa. Yksityiskohtaisemmin tiedonsiirto langattomasti laitteelta toiselle tapahtuu siten, että lähettimessä muutetaan haluttu tieto radiosignaaliksi, joka lähtee etenemään kohti vastaanotinta. Vastaanotin tulkitsee kokoajan saamiaan signaaleja. Kun lähetetty tieto saapuu vastaanottimeen, se puretaan takaisin ymmärrettävään muotoon. Langattoman viestinnän taajuusalueet on jaettu

pääasiassa 3:een eri luokkaan, joita ovat infrapunasäteily, mikroaallot sekä radioaallot. (Kuvio 7.)



**Kuvio 7.** Langattoman viestinnän taajuusalueet /6/

Radiolla toimivissa tiedonsiirtotekniikoissa lähettyä viestiä ei aina saada 100 %:sti vastaanottimeen, vaan viesti voidaan joutua lähettämään monta kertaa uudelleen ennen kuin viesti saadaan perille. Viestin perillemeno ei ole suuri ongelma silloin, kun verkossa ei ole tarkoitus siirtää suuria tietomääriä. Liikennöintimäärien kasvaessa todennäköisyys vastaanottajan saaman tiedon osittaiseen virheellisyyteen kasvaa. Virheellinen tieto johtuu yleensä siirron aikana tapahtuneesta signaalin vääristymisestä. Sähkömagneettisen säteilyn ominaisuuksiin lukeutuvat muun muassa vaimeneminen, taipuminen, heijastuminen sekä sironta, jotka aiheuttavat erilaisia häiriöitä

Radioaaltojen matalan taajuuden ansiosta viestit kuuluvat kauaksi pienillä lähetystehoilla, mutta tiedonsiirto matalilla taajuuksilla on hidasta. Jos taajuutta nostetaan lähettimessä, niin tiedonsiirtokapasiteetti nousee, mutta lähettimen tehokas käyttöetäisyys pienenee. Radioaaltoihin perustuvia viestintämenetelmiä ovat esimerkiksi radio ja GSM-yhteydet. /6/

Mikroaallot ovat radioaaltojen kaltaisia sähkömagneettisia aaltoja, mutta niiden taajuus on korkeampi. Korkeiden taajuuksien ansiosta tiedonsiirto mikroaalloilla

on nopeaa, mutta mikroaaltojen tehokas käyttöetäisyys on huomattavasti pienempi kuin radioaalloilla. Mikroaalloilla toimivia tiedonsiirtoteitä ovat muun muassa langaton lähiverkko ja puhelinten 3G-yhteydet. Voimakas mikroaaltosäteily on vaarallista ihmiskehölle, sillä säteily voi vaurioittaa kehon kudoksia. /8/

Infrapuna on tiedonsiirtoon käytetystä säteilystä korkeataajuisinta. Infrapun avulla päästään suuriin tiedonsiirtonopeuksiin, mutta etäisyydet ovat hyvin rajalliset. Infrapuna-aallot vaativat esteettömän alueen viestintään, sillä infrapuna ei läpäise läpinäkymättömiä kohteita. Infrapunaa käytetään esimerkiksi kaukosäätimissä. Infrapunayhteyksiä ei käytetä ulkovalaistuksen ohjaukseen. /5/

Seinäjoen Energia ei halunnut ottaa käyttöön radioaaltoja hyväksikäyttävää järjestelmää katuvalaistuksen ohjaukseen ja hallintaan, koska tiedonsiirtonopeus radiolla toimivissa järjestelmissä ei täytä tulevaisuuden tarpeita. Mikroaalloilla toimivan tiedonsiirron nopeus ja kohtuullinen kantomatkä täyttää nykyaikaisen tietoliikennöinnin tarpeet. Hyvänä esimerkkinä voimme pitää nykyisiä mobiililaajakaistoja, joiden tietoliikennenopeudet ovat suunnilleen 3,5 Mbit/s. Uudessa ohjaus- ja hallintajärjestelmässä yhteydet perustuvat jo olemassaoleviin 3G-yhteyksiin.

Tällä hetkellä ulkovalaistusverkkoa ohjataan sähköverkkoa pitkin niillä alueilla, joissa Seinäjoen Energia toimittaa sähköenergiaa asiakkailleen. Niillä alueilla, joissa sähköverkkoa ei voida hyödyntää, käytetään paikallisohjausta. Tulevaisuudessa kaikki katuvalot tullee olemaan saman järjestelmän piirissä, jossa yhteydet kulkevat langattomasti GSM tai 3G verkkoja pitkin.

### 3 ULKOVALAISTUSVERKON UUSIMINEN

#### 3.1 Ohjausjärjestelmän nykytila

Seinäjoen Energia omistaa Seinäjoen, Nurmon, Ylistaron sekä Peräseinäjoen ulkovalaistusverkon. Seinäjoen Energia osti Seinäjoen kaupungin ulkovalaistusverkon syksyllä 2005. Vuoden 2010 alussa Nurmon ja Ylistaron ulkovalaistusverkko siirtyi Seinäjoen Energialle, kun edellä mainitut kunnat liittyivät Seinäjoen kaupunkiin. Kunkin kunnan ulkovalaistusverkko on ollut kuntien omassa hallinnassa, joten mitään yhtenäistä ohjausverkostoa ei kuntien välillä ole ollut.

Seinäjoen Energialla on tällä hetkellä käytössään kaksi erilaista ohjausmenetelmää, joilla ohjataan katuvaloja Seinäjoen kaupungin alueella. Toinen ohjausmenetelmä toimii verkkokäskylaitteella ja toinen hämärä- ja kellokytkimen yhteistoiminnalla.



**Kuvio 8.** Verkkokäskylaitte katuvalokeskuksessa

Verkkokäskylaitteeseen perustuva valaistuksen ohjaus tapahtuu Enermetin kehittämällä MELKO -järjestelmällä. MELKO on kehitetty 80-luvulla, joten se on vanhentumassa ja tullaan poistamaan käytöstä lähivuosina. MELKO-järjestelmän avulla on voitu kytkeä ulkovalaistus päälle lähes yhtäaikaaisesti niillä alueilla, joissa Seiverkot Oy hallinnoi sähköverkkoa. Kuviossa 8. on esitelty katuvalokeskus, jota ohjataan MELKO -järjestelmällä.

Hämärä- ja kellokytkimellä varustetut katuvalokeskukset toimivat itsenäisesti, jolloin valojen syttymisen ja sammumisen erot korostuvat. Hämärä- ja kellokytkimen käyttö ohjauksissa lisää huoltotarvetta, sillä kellokytkimen aika ei ole aina oikea ja kaupungin jatkuva muutos vaikuttaa hämäräkytkimen toimintaan. Kaupungin laajeneminen, ympäristön muuttuminen ja ulkovalopisteiden lisääntyminen häiritsevät hämäräkytkinten toimintaa, minkä seurauksena katuvalokeskusten hämäräkytkimen asetteluja joudutaan muuttamaan. Kellokytkimen toiminta on sähköstä riippuvaista; jos sähköt katkeavat, kellokytkin ei pysy oikeassa ajassa. Kuviossa 9. on esitelty katuvalokeskus, jota ohjataan hämärä- ja kellokytkimellä.



**Kuvio 9.** Kello- ja hämäräkytkin ulkovalokeskuksessa

Seinäjoen Energia Oy vastaa Seinäjoen kantakaupungin ulkovalaistusverkosta Seiverkot Oy:n hallinnoiman sähköjakeluverkon avulla. Katuvalaistusta ohjataan Enermetin verkkokäskylaitteistolla koko sähköjakeluverkon alueella. Kantakaupungin alueella jokaisella sähköasemalla on MELKOn käskytslaite, jonka avulla voidaan ohjata katuvalaistusta. MELKO-järjestelmän avulla on voitu kytkeä ulkovalaistus päälle lähes yhtäaikaaisesti koko kantakaupungin alueella.

Peräseinäjoki liitettiin Seinäjoen kaupunkiin vuonna 2005, jolloin silloisen Peräseinäjoen kaupungin katuvalot siirrettiin Seinäjoen kaupungin omistukseen. Syksyllä 2005 tehdyn ulkovalaistusverkon kaupan myötä siirtyivät myös katuvalojen huoltotoimet Peräseinäjoen alueella Seinäjoen Energialle, joka ulkoisti huollot paikallisille yrityksille.

Vuonna 2009 Seinäjoen kaupunkiin liitettiin 2 uutta kuntaa. Kummankin kunnan alueella oleva ulkovalaistusverkko siirrettiin Seinäjoen Energian omistukseen vuoden 2010 alusta. Seinäjoen Energia ulkoisti Ylistaron katuvalojen huollon paikallisille yrityksille. Nurmon ulkovalaistusverkon Seinäjoen Energia huoltaa ja kunnossapitää itse. Ylistaron ja Nurmon ulkovalaistusverkon ohjaus on toiminut hämärä- ja kellokytkimen yhteistoiminnalla.

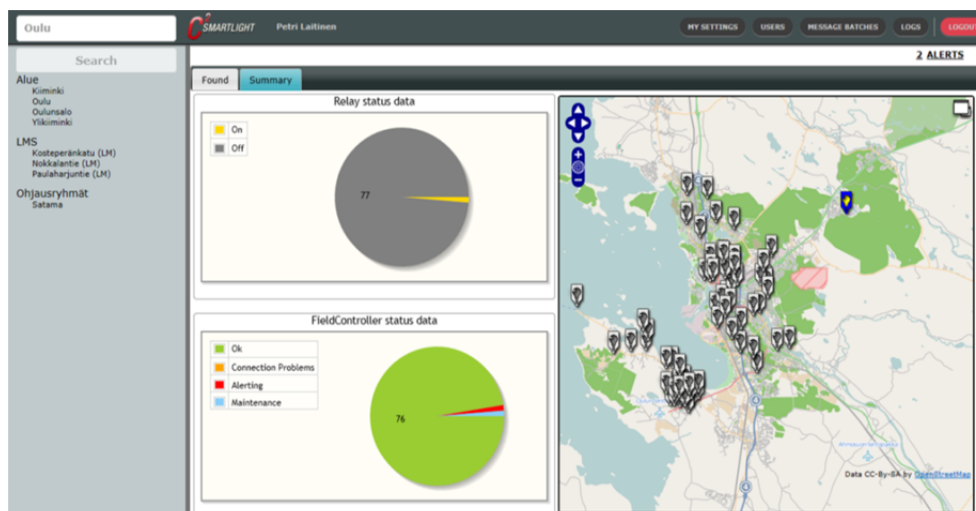
### **3.2 Ohjausjärjestelmien vertailu**

Koska Seinäjoen Energian ulkovalaistusverkko on laaja ja hajanainen, ei ole järkevää rakentaa kaapeloitua ohjausverkkoa ulkovalaistukselle, vaan on pyrittävä valitsemaan paras vaihtoehto langattomista järjestelmistä. Ulkovalaistusverkon ollessa laajalla alalla ei radioaaltoihin perustuvaa ohjausjärjestelmää voida asentaa, koska radio on herkkä häiriöille. Mahdolliset katvealueet myös heikentävät radiosignaalin kuulumista. Ainoina vaihtoehtoina ovat GPRS/EDGE- tai 3G-yhteyksien sekä GSM-verkon hyödyntäminen ohjausverkossa, joka on suunniteltu kestämaan suuria tiedonsiirtomääriä.

#### **3.2.1 C2 Smart Light**

C2 Smart Light ohjausratkaisu koostuu 2:sta eri järjestelmästä, joita ovat tietojärjestelmä ja itsenäinen ohjausverkko. Nämä järjestelmät ovat

riippumattomia toisistaan, mutta tuottavat hyödyllistä informaatiota toisilleen. Tietojärjestelmä tuottaa informaatiota käyttäjille ja käyttäjät hallitsevat ohjausjärjestelmää tietojärjestelmän kautta. Käyttäjä määrittelee tietojärjestelmään alueellisesti kunkin ohjausyksikön toiminta-ajat relekohtaisesti, sekä sytytys- ja sammutusvaloisuudet. Ohjausjärjestelmä on modulaarinen, joten jokainen voi koota itselleen tarvitsemansa komponentit. C2 SmartLight valaistuksenohjausjärjestelmä tukee valaisinkohtaista ohjausta, johon C2 tarjoaa omat ohjauslaitteensa. Liikennöinti tieto- ja ohjausjärjestelmän sisällä on salattu käyttäjältä viimeiseen ohjauslaitteeseen asti. Tietojärjestelmän liikennöinti tapahtuu internetissä. Ohjausjärjestelmän tiedonsiirto tapahtuu pääasiassa teleoperaattorin rakentamassa 3G- tai GPRS/EDGE-verkossa, mutta valaisinkohtaisten ohjauslaitteiden tietoliikenne kulkee langattomasti ja pienjänniteverkkoa pitkin.



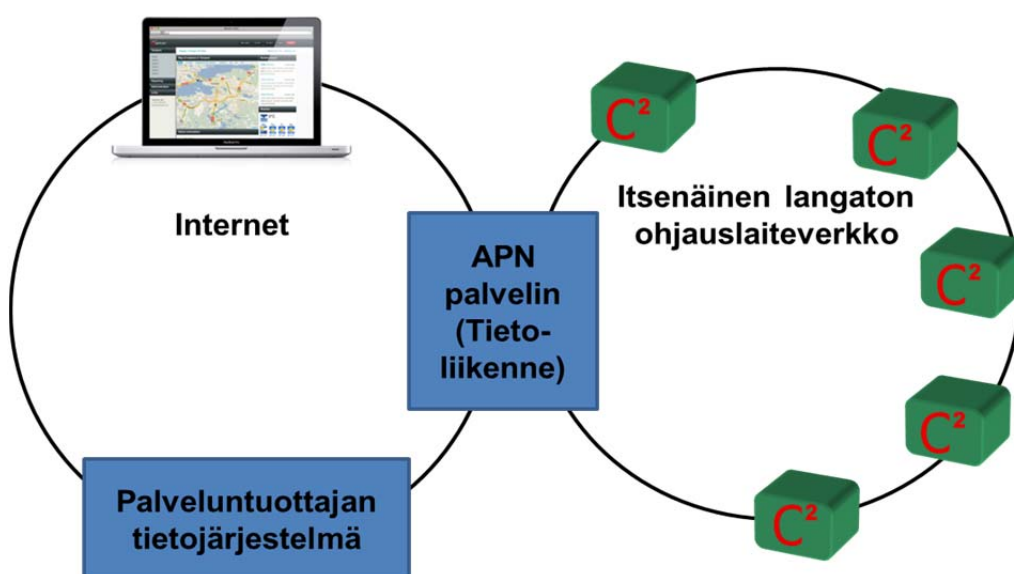
**Kuvio 10.** C2 SmartLight järjestelmän web-pohjainen käyttöliittymä /1/

Tieto- ja ohjausjärjestelmät toimivat erillisinä järjestelminä. Tietojärjestelmä kattaa käyttäjälle näkyvän web-pohjaisen käyttöliittymän. (Kuvio 13.) Operointi tapahtuu karttapohjalla, jossa jokainen keskus on sijoitettu tarkasti omalle paikalleen koordinaattien avulla. Tietojärjestelmästä käyttäjä saa tiedon vikatilanteista ja haluamiaan raportteja järjestelmän toiminnasta, kuten valistuksen kokonaistilanteesta, lamppujen polttoajoista ja energiankulutuksesta. Käyttäjä voi



asetella ohjausjärjestelmän parametreja tai muuttaa niitä haluamallaan tavalla tietojärjestelmässä. Muutokset ohjausjärjestelmän parametreissa siirtyvät tietojärjestelmästä automaattisesti ohjausyksiköihin. Koska parametrit siirretään tietojärjestelmästä ohjausjärjestelmään, pystyy ohjausjärjestelmä toimimaan itsenäisesti eikä tarvitse tietojärjestelmää valojen ohjaamiseen. Tietojärjestelmän ansiosta ohjauslaitteille voidaan asettaa parametreja ryhmittäin, joten käyttäjän ei tarvitse asettaa jokaista ohjausyksikköä erikseen.

Liikennöinti tietojärjestelmän ja käyttäjän välillä on salattua verkkoliikennettä. Salaus on toteutettu SSL-tekniikalla, joka on yleisin internet-sivuilla käytetty salausmenetelmä. Salattu yhteys avataan kirjautumalla tietojärjestelmään. Yhteys tietojärjestelmän ja katuvalokeskukseen asennettavan kenttälaitteen välillä toimii kiinteän ja verkko-operaattorin 2G- tai 3G-yhteyden yhdistelmällä. Tämä yhteys on suojattu SSL-tekniikalla. Lisäksi yhteys tietojärjestelmästä operaattorin APN:ään on suojattu operaattorin rakentamalla suojatulla yhteydellä. Liikennöinti kenttälaitteiden välillä tapahtuu SSL tekniikalla suojatun 3G- tai 2G-yhteyden avulla. Kaikki kenttälaitteissa käytetyt SIM-kortit kuuluvat samaan M2M -pooliin, joka parantaa järjestelmän tietoturvaa. Tietoliikenne kenttälaitteen ja valaisinkohtaisen ohjauslaitteen välillä noudattaa Zigbee Pro -liikennöintiprotokollaa, joka on salattu AES256-salausprotokollalla. Kuviossa 14 on esitetty C2 Smart Light tieto- ja ohjausjärjestelmän yhteysarkkitehtuuri.



**Kuvio 11.** C2 Smart Light ulkovalojen ohjausjärjestelmän arkkitehtuuri. /1/

C2 Smart Light ulkovalojen ohjausjärjestelmä on modulaarinen, mikä takaa jokaiseen kohteeseen asiakkaan tarpeet täyttävän ohjausratkaisun. Ohjausjärjestelmän moduulit on esitetty kuviossa 15. Kuviossa on vasemmalta alkaen virtalähde, keskusyksikkö, releyksikkö, mittayksikkö sekä valaisinohjausyksikkö. Moduuleita voidaan asentaa 1:n keskusyksikön ja virtalähteen rinnalle 6 kappaletta.



**Kuvio 12.** Ohjausjärjestelmän moduulit. /1/

Keskusyksikkö toimii ohjausyksikön aivoina ja toimii saamiensa tietojen mukaan. Keskusyksikkö huolehtii yhteyksistä muihin järjestelmän ohjausyksiköihin ja tietojärjestelmään. Yhteys tietojärjestelmään ja toisiin ohjauslaitteisiin on päällä jatkuvasti, mutta liikennöinti järjestelmässä tapahtuu vain muutosten seurauksena. Kaikki käyttäjän tekemät muutokset parametreissa tallentuvat keskusyksikön muistiin, jolloin keskusyksikkö voi toimia itsenäisesti. Keskusyksikkö sisältää yhden releen, jonka toiminta ohjelmoidaan tietojärjestelmän kautta. Kommunikointi ohjausyksikön muihin laitteisiin tapahtuu laitteiston omaa liikennöintiväylää pitkin. Keskusyksikössä on 1 relelähtö ja kontaktorin valvontaan tarkoitetut liittimet.

Releyksikkö koostuu 3:sta eri releestä, jotka voidaan asettaa toimimaan eri parametreilla. Releyksiköllä ohjataan katuvalokeskuksissa olevia kontaktoreita, jotka taas ohjaavat ulkovalaistusta. Releyksikössä on myös kontaktorin valvontaan tarkoitettut liittimet sekä laajennuspaikka mittausyksikölle.

Mittausyksikkö koostuu kuormavirran ja –jännitteen mittaukseen soveltuvista komponenteista. Mittausyksiköllä voidaan laskea hetkellinen teho, kumulatiivinen energiankulutus ja tehokerroin keskuskohtaisesti. Kolmikanavainen mittaus mahdollistaa myös vaihekohtaisen tarkastelun.

Valaisinohjausyksikkö huolehtii yhteyksistä valaisinkohtaisille ohjaimille. Yhteydet kulkevat pienjänniteverkon kautta ja radiosignaalia pitkin, joka on vapaalla 2,4 GHz:n taajuudella.

Valaisinkohtainen ohjain voi olla joko katuvalaisinpylvääseen asennettava pienohjain tai valaisimen sisälle asennettava piirilevyohjain. Katuvalopylväisiin asennettava pienohjain voi toimia valaisimen himmentäjänä tai sillä voidaan ohjata pieniä valaistusryhmiä. Piirilevyohjain soveltuu uusien LED-valaisimien ohjaukseen ja himmentämiseen.

Ohjausjärjestelmän toiminta on varmennettu kolminkertaisella varmennuksella. Ensimmäinen varmennustaso on tekstiviesti, joka lähetetään sen jälkeen kun ohjausyksikkö on lähettänyt tiedon valojensytyttämisestä 3G-verkon kautta. Toinen varmennustaso on kehänaapuri, jolloin yhden laitteen vikautuminen ei estä valaistusverkon toimintaa, vaan kehänaapurit huolehtivat viestin välittymisestä koko kehän sisällä. Tietojärjestelmä määrittää laitteiden kehänaapurit, mutta käyttäjä voi muokata tietojärjestelmän luomaa kehää. Viimeisin varmistustapa on astronominen kello, joka huolehtii valojen sytyttämisestä, jos laite ei saa mistään käskyä valojen sytyttämiseksi. /1/

C2 ei tarvitse palvelinyhteyttä valojen sytyttämiseen vaan ohjausjärjestelmä huolehtii valojen sytyttämisestä. C2 SmartLight on varautunut valaisinkohtaiseen ohjaukseen, mutta suurempien alueiden himmentäminen ei onnistu. C2

SmartLightin järjestelmä on modulaarinen ja siihen voi lisätä tai poistaa tarvitsemiaan moduuleita.

Seinäjoen Energia valitsi C2 SmartLight-ohjausjärjestelmän uudeksi järjestelmäksi tuotteen monipuolisuuden, hallittavuuden, muokattavuuden ja käytettävyyden vuoksi. Valintaan vaikutti myös yrityksen asiakaslähtöisyys ja muiden käyttäjien tuoma positiivinen kuva järjestelmän toimivuudesta. Valinta tehtiin ennen vuoden 2011 päättymistä.

### **3.3 Ohjauksen uusimisen mahdolliset ongelmat**

Uuden järjestelmän asennuksessa ja käyttöönotossa ilmenee lähes aina jonkinlaisia ongelmia, esimerkkinä yhteysongelmat. Ennen järjestelmän osien toimitusta pyrittiin kartoittamaan kaikki mahdolliset uusimisen aiheuttamat tai mukanaan tuomat ongelmat.

Ohjausjärjestelmän asennuksessa ilmeneviä ongelmia voivat olla laitteiden sopimattomuus asennustilaan tai asennuksen aiheuttamat yllättävät muutokset keskuksissa, kuten kontaktoreiden vaihto, lisäys tai poisto. Lisäksi asennuksissa voi ilmetä katuvalokeskuksen huono kunto, jolloin keskus tulisi vaihtaa. Kaikki asennusvaiheen ongelmat voidaan ennaltaehkäistä hyvällä ja tarkalla kunto- ja järjestelmänvaatimuskartoituksella. Siinä kartoitettaisiin jokaiseen keskukseen tehtävät muutokset ja lisääntennitarpeet sisätilojen katuvalokeskuksissa.

Ohjaus- ja tietojärjestelmän käyttöönotossa voi ilmetä erilaisia yhteysongelmia, joihin ei voi etsiä ratkaisuja etukäteen. Yhteysongelmia voi esiintyä kiinteissä yhteyksissä palveluntarjoajan tietojärjestelmän ja asiakkaan käyttöpäätteen välillä tai verkko-operaattorin kautta kulkevissa yhteyksissä tietojärjestelmän ja ohjausjärjestelmän välillä. Tietojärjestelmän ja asiakkaan käyttöpäätteen välillä olevat yhteysongelmat syntyvät julkisen verkon tietoliikennekatkoksista. Yhteysongelmat ohjausjärjestelmässä voivat johtua verkon heikosta kuuluvuudesta tai verkon liiallisesta käytöstä. Verkko-operaattoreilla saattaa myös ilmetä tietoliikennehäiriöitä, jotka estävät liikennöinnin ohjausjärjestelmässä.

### 3.4 Tavoitteet ja uusimisen aikataulu

Ulkovalaistusverkon ohjauksen uusimisella voidaan helpottaa ohjauksen käyttöä ja huoltotöitä sekä parantaa asiakastyytyväisyyttä niillä alueilla, joissa valaistus ei ole täyttänyt Seinäjoen Energian ulkovalaistukselle asettamia vaatimuksia ja tavoitteita. Ulkovalaistuksen tavoitteet on asetettu katuvalojen huoltosopimuksessa. Ohjauksen uusimisen tavoitteena on valaistuksen laadun parantaminen, mikä sisältää valaistuksen yhdenaikaisen toiminnan sekä asiakastyytyväisyyden parantamisen.

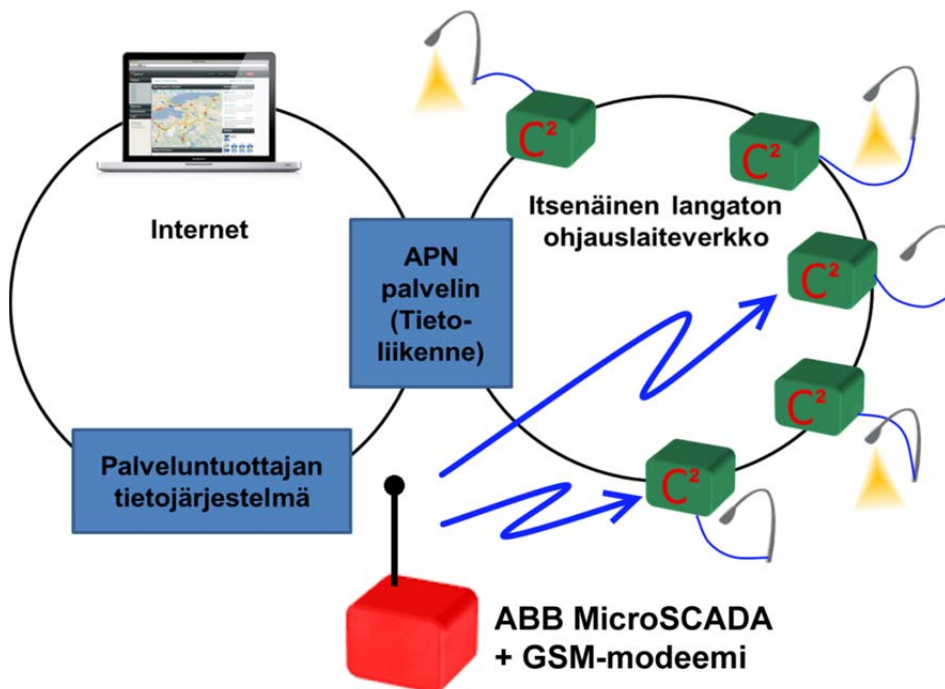
Ohjausjärjestelmä tullaan uusimaan vuoden 2014 loppuun mennessä. Seinäjoen Energia omistaa noin 340 kappaletta katuvalokeskuksia ja niissä olevat ohjausjärjestelmät vaihdetaan uusiin noin 100 keskuksen vuosivauhdilla. Vaihtoa vaativiin keskuksiin ohjausjärjestelmän laitteet asennetaan jo keskuksen toimittajan toimesta. Lisäksi uusia katuvalokeskuksia asennettaessa jokaiseen uuteen ulkovalokeskukseen asennetaan uuden ohjausjärjestelmän mukainen ohjauslaite.

Uusimisen yhteydessä valaisimille tehdään ryhmävaihdot, joissa jokaiseen valaisimeen vaihdetaan uusi lamppu. Tällöin saadaan tarkka tieto lamppujen paloajasta. Tarkka paloaika auttaa ulkovalaistusverkon kunnossapidossa, sillä lamppujen elinikä kuvataan polttoaikana, joten voidaan ennustaa missä suurimmalla todennäköisyydellä valaistus ei ole enää vaadittavalla tasolla. Tämänhetkiseen tilaan verrattuna muutos tulee olemaan valtava, sillä toistaiseksi valaisinten lamppuja vaihdetaan satunnaisesti siellä missä ne eivät pala.

## 4 OHJAUSJÄRJESTELMÄN INTEGROINTIMAHDOLLISUUDET

Ohjausjärjestelmän integrointia nykyiseen valvomojärjestelmään lähdettiin ajattelemaan valvomohenkilöstön kannalta, joten valvomosovelluksen tulisi soveltua hyvin nykyiseen ABB:n SCADA-järjestelmään. Integroiminen vähentäisi eri ohjelmistojen käyttämistä ja näyttöpäätteiden määrää valvomossa.

Integrointia selvitettiin yhdessä järjestelmän toimittajan kanssa. Kaikkien järjestelmän toimintojen täydellinen integroiminen nykyiseen valvomojärjestelmään vaatisi ulkovalaistuksen ohjausjärjestelmän toimittajalta koko järjestelmän ohjelmiston uusimisen., mikä olisi erittäin kallista ja veisi aikaa. Osittainen integrointi nykyiseen järjestelmään olisi mahdollista toteuttaa suhteellisen helposti lisäämällä ABB:n MicroSCADA-järjestelmään GSM-modeemi ja tekemällä siihen tarvittavat ohjausratkaisut. Kuviossa 16 on esitetty verkon arkkitehtuuri, kun MicroSCADA on liitetty järjestelmään.



**Kuvio 13.** Ohjausjärjestelmän arkkitehtuuri kun MicroSCADA on liitetty

Ainoana järkevänä rajapintana pidettiin GSM-ohjausta. Osittainen integrointi toimisi valojen sytyttämiseen ja sammuttamiseen siten, että GSM-modeemilla voitaisiin soittaa haluttuun katuvalokeskukseen ja sytyttää tai sammuttaa katuvalaistus. MicroSCADAan tehtävän ohjauksen lisäksi palvelun tarjoaja joutuisi tekemään muutamia muutoksia järjestelmän ohjelmistossa.

Palveluntarjoaja voisi muokata ohjelmistoa siten, että kun MircoSCADAan liitetty puhelin suorittaa soiton katuvalaistuskeskukseen, keskus menee manuaalitilaan ja sammuttaisi tai sytyttäisi valot. Jos valot sytytetään tai sammutetaan MicroSCADA:n kautta, automaattitoiminnot täytyisi kytkeä takaisin päälle järjestelmän omasta valvomosovelluksesta. Soitto ei vaikuta muihin katuvalokeskuksiin eikä viestien etenemiseen järjestelmässä, vaan ainoastaan sen keskuksen valaistuksen ohjaukseen, johon soitto suoritetaan.

## 5 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Seinäjoen kaupungin ulkovalaistuksen ohjausjärjestelmät ovat toteutukseltaan vanhentuvaa tekniikkaa ja suurimalta osin elinkaarensa päässä. Tärkeimmät syyt ohjausjärjestelmän uusimiselle ovat valaistuksen yhdenaikaisuuden parantaminen, sekä huollon tehostaminen ja helpottaminen.

Modulaarisuus antaa minusta C2:lle selvän edun tarkasteltaessa Seinäjoen ulkovalaistusverkkoa, sillä Seinäjoen Energia ei tarvitse kaikkia mittausominaisuuksia, mitä laitteistoon on saatavissa. Modulaarisuus parantaa myös ohjausjärjestelmän muokkausta tulevaisuuden tarpeita varten. Valaisinkohtainen ohjaus saattaa lyödä itsensä läpi LED-valaistustekniikan mukana. Valaisinkohtainen himmennys saadaan toimimaan, kun ohjauslaitteistoon lisätään moduuli ja valaisinkohtaiset ohjaimet jokaiselle valaisimelle.

Tässä työssä tutkittiin uuden ohjausjärjestelmän integrointimahdollisuutta nykyiseen valvomojärjestelmään. Koko ohjaus- ja tietojärjestelmän integroiminen nykyiseen valvomoon on mahdotonta nykyisillä ohjelmistoilla. Jos järjestelmä haluttaisiin integroida, täytyisi hallinta- ja ohjausjärjestelmän ohjelmisto tehdä uudelleen, mikä on kallista ja aikaavievää. Näiden syiden takia täysimittaisesta integroinnista luovuttiin. Tutkittaessa täysmittaista integrointia huomattiin, että osittainen integrointi olisi mahdollista. Jos osittaista integrointia halutaan käyttää, tulisi mielestäni arvioida huolellisesti, onko osittaiseen integrointiin todellista tarvetta ja mitkä ovat siitä saadut hyödyt verrattuna integroinnin kustannuksiin.

Integroinnin tutkimisen lisäksi arvioin työssäni ohjausjärjestelmän uusimisessa mahdollisesti ilmeneviä ongelmia. Mielestäni suurin osa ongelmista voitaisiin välttää hyvällä suunnittelulla, jossa huomioidaan keskuksen tyyppi, nykyiset ohjauslaitteet ja keskuksen sijainti. Laitteiden asennuksessa pidän tärkeänä sitä, että Seinäjoen Energian omat työntekijät ovat paikalla tekemässä tai valvomassa laitteiden asennuksia. Lisäksi tärkeää on, että asennusten jälkeen uudet ohjauskaaviot päivittyvät katuvalokeskuksiin. Kun ohjauskaaviot ovat ajan tasalla, helpottuvat keskuksella suoritettavat huoltotyöt.



## LÄHTEET

- /1/ C2 SmatLight. 2012. Järjestelmän kuvaus ja tekniset tiedot 2012.
- /2/ Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot 2.
- /3/ Esala, T. 2010. Purkauslamput, erikoislamput. Opetusmateriaali.
- /4/ Honkanen H. 2007. LonWorks. Opetusmateriaali. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.2.2012.  
[http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honhar/ma/KAT\\_LonWorks.pdf](http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honhar/ma/KAT_LonWorks.pdf)
- /5/ Honkanen, H. 2011. Lyhyen kantaman langattomat siirtotavat. Opetusmateriaali. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.3.2012.  
[http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/ELE\\_Langaton%20%C3%A4hisiirto.pdf](http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/ELE_Langaton%20%C3%A4hisiirto.pdf)
- /6/ Juutilainen, M. 2007. Radiotekniikan opetusmateriaali. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 29.2.2012. [www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/](http://www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/)
- /7/ Koski, J. 2012. Customer Automation. Opetusmateriaali.
- /8/ Mikroaaltojen diffraktio. 2003. Opetusmateriaali. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Viitattu 15.3.2012. <http://tfy.tkk.fi/kurssit/Tfy-3.15x/Teoria/tyo42.pdf>
- /9/ OSRAM. 2012. Katuvalo esite. Viitattu 19.3.2012  
[https://www.myosram.com/sap/its/mimes/zisaglobal/99/asp/omd/cz\\_ecz\\_030.asp?bildId=332137&Path=TechSpecification\ati\&res=hires&typ=pdf](https://www.myosram.com/sap/its/mimes/zisaglobal/99/asp/omd/cz_ecz_030.asp?bildId=332137&Path=TechSpecification\ati\&res=hires&typ=pdf)
- /10/ Piikkilä, V. 2004. LonWorks-tekniikan perusteet.
- /11/ Rantakallo, A. Diplomityö, Suomen tieverkko, nykyaikaiset valaistusvaihtoehdot ja käyttäjätutkimus ledivalaistukselle. Viitattu 31.12.2011.  
<http://lib.tkk.fi/Dipl/2011/urn100424.pdf>

- /12/ Seinäjoen Energia. 2010. Seinäjoen Energian historia.
- /13/ Seinäjoen Energia. 2011. Toimintakertomus 2010. Viitattu 23.8.2011. <http://seinajoki.fi/energia/yritysinfo/.toimintakertomus.html/35071.pdf>
- /14/ SFS standardi 50065 – 1
- /15/ Siirainen, R. Valoa design rhs Oy. 2009. EuP-direktiivin vaikutusten arviointi: tie- ja katuvalaistus sekä toimistovalistus. Teoksessa EuP-direktiivin vaikutusarvio suomessa, Liite 2. Gynther, L. Motiva Oy. 2009. Viitattu 30.8.2011. [http://www.motiva.fi/files/2648/EuP-direktiivin\\_vaiikutusten\\_arviointi\\_Tie- ja\\_katuvalaistus\\_seka\\_toimistovalistus.pdf](http://www.motiva.fi/files/2648/EuP-direktiivin_vaiikutusten_arviointi_Tie- ja_katuvalaistus_seka_toimistovalistus.pdf)
- /16/ Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry ja Suomen Valoteknillinen Seura ry. 1998. Lamput ja valaisimet.