

Iin kunnan katuvalaistuksen nykytilanne

Taisto Karppila

Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalan opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa, koulutusohjelmavastaava Aila Petäjäjärveä Lapin ammattikorkeakoulusta, ja kunnallistekniikan päällikkö Pekka Paasoja ja liikuntapaikka-mestari Pasi Rajalaa Iin kunnasta sekä insinööri Jukka Härkiniä ja insinööri Kari Mannista Ii-laakso Oy:stä työn tekemisen aikana saamastani avusta ja palautteesta.

Kempeleessä 31.3.2014

Taisto Karppila

TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisala

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Taisto Karppila
Opinnäytetyön nimi:	Iin kunnan katuvalaistuksen nykytilanne
Sivuja (joista liitesivuja):	52 (9)
Päiväys:	1.4.2014
Opinnäytetyön ohjaajat:	Insinööri Aila Petäjäjärvi, insinööri Kari Manninen
<p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Iin kunta. Työn tavoitteena oli selvittää katu-, puisto-, kuntorata- ja satamavalaistuksen sekä ohjausjärjestelmien nykytilanne. Vanhimpien katuvalaistuksien tilalle oli tarkoitus löytää mahdolliset korvaavat valaistus- ja ohjausjärjestelmät. Tätä kautta saadaan aikaan energiasäästöjä, joilla voidaan maksaa pois investointikuluja.</p> <p>Työn teoreettisina lähtökohtina kuvataan katuvalaistusta yleisesti sekä käydään läpi SFS 6000-standardit, ErP-direktiivi, katuvalaistuksen komponentit ja ohjausjärjestelmät.</p> <p>Opinnäytetyön tekemiseen aineisto tuli dokumentteina ja haastatteluina Iin kunnalta sekä teknisinä tietoina ohjaus- ja valaisinlaittevalmistajilta. Saatujen teknisten tietojen avulla saatiin kartoitettua opinnäytetyön aineisto ja työn vaatimukset.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kartoitettua koko kunnan alueen katuvalaistus yhteen tiedostoon ja lähtökohdat valaistuksen sekä ohjauksien uusimiseen ja mahdolliseen energian säästöön.</p>	
Asiasanat: katuvalaistus, lamppu, ohjausjärjestelmä, valaistus	

ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Industry and natural resources

Degree programme:	Electrical engineering
Author:	Taisto Karppila
Thesis title:	The Present Situation of Street Lighting in the Municipality of Ii
Pages (of which appendices):	52 (9)
Date:	1 April 2014
Thesis instructors:	Petäjajarvi Aila, BEng Manninen Kari, BEng
<p>The commissioner of this Bachelor's Thesis was the municipality of Ii. The purpose of the thesis was to look into the present state of lighting of the streets, parks, jogging tracks and the harbour area. The object was to discover potential substitutive lighting and control systems and thus create savings on energy consumption in order to disburse investment costs.</p> <p>General issues concerning street lighting, the Finnish Standards Association SFS 6000 standard, the Energy-related Products Directive (ErP) and the components and control systems of street lighting constitute the theoretical framework of this thesis.</p> <p>The data of this research constitutes documents and interviews from the municipality of Ii as well as technical data from the control device and light fitting manufacturers. This technical data contributed to establishing the material and requirements of this research.</p> <p>As a result of this thesis the entire street lighting system of Ii was recorded in a single file, and a basis for renewing lighting and control systems as well as for potential savings on energy consumption was obtained.</p>	
Keywords: street lighting, lamp, control system, lighting	

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO.....	8
2 KATUVALAISTUS.....	9
2.1 Katuvalaistus yleisesti.....	9
2.2 ErP-direktiivi ja SFS-standardit.....	9
2.3 Katuvalaistuksen komponentit.....	10
2.3.1 Valaisinpylväät	10
2.3.2 Ohjauskeskukset	11
2.3.3 Lampputyypit	12
2.3.4 Kaapelointi	15
2.4 Ohjausjärjestelmät	15
2.4.1 Paikallisohjaukset	16
2.4.2 Ketjutus.....	17
2.4.3 Valaisinkohtainen ohjaus.....	17
2.4.4 SMS-, GSM- ja data-ohjaukset.....	18
3 IIN KUNNAN KATUVALAISTUS.....	20
3.1 Katuvalaistus.....	20
3.2 Valaistuksen nykytilanne	20
3.3 Ohjausjärjestelmien nykytilanne.....	26
3.4 Kaapeloinnit.....	27
4 KATUVALAISTUKSEN KEHITYS MAHDOLLISUUDET	28
4.1 Valaistus ja valaisimet	28
4.2 Keskukset ja älykkäät ohjausjärjestelmät	31
4.3 Valaisimien vaihtojärjestys alueittain	34
4.4 Lamppujen vaihdon tuoma energian- ja kustannustensäästö.....	35
4.5 Valaisimien investointi- ja käyttökustannuksien vertailu	39
5 POHDINTA	40
LÄHTEET	42

LIITTEET 44

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

HE	High energy absorption. Korkea energian vaimennus
LE	Low energy absorption. Alhainen energian vaimennus
NE	No energy absorption. Ei energian vaimennusta
K	Kelvin, valon värielämpötila
Ra	Värintoiston Ra-indeksi, mitataan 8 värin osalta
Lm	Lumen, valovirran yksikkö
SMS	Matkapuhelinverkossa lähetettävä tekstiviesti
GSM	Digitaalinen matkapuhelinverkko
GPRS	GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiir- topalvelu
3G	Kolmannen sukupolven tiedonsiirtoverkko
TCP/IP	Internet tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, joka vastaa päätelaitteiden osoitteistamisesta ja datapakettien reitit- tämisestä
RF	Radio-signaali
PLC	Power Line Communications. Tiedonsiirto sähköverkossa

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Iin kunta. Työn tavoitteena oli tutkia katu-, puisto-, kuntorata- ja satamavalaistuksen sekä ohjausjärjestelmien nykytilanne kunnan alueella. Toimeksiantona oli saada selville valaisimien tyyppi, korkeus maasta, valaisinvarren pituus, maa- tai ilmakaapeloinnin tila, arvioida valaistuksen kunto sekä pylväiden yhteiskäyttö muiden kaapelointien kanssa. Valaistuksesta olisi tehtävä myös alueittain karttapohja, johon merkittäisiin metalli- ja puupylväät sekä keskukset. Tarkoituksena oli löytää vanhimpien katuvalaistuksien tilalle mahdolliset korvaavat valaistus- ja ohjausjärjestelmät, joista voisi saada energiasäästöinä investointikustannuksia pois.

Opinnäytetyön tekemiseen aineisto saatiin Iin kunnalta dokumentteina ja haastatteluina sekä ohjaus- ja valaisinlaitevalmistajilta teknisinä tietoina. Työ aloitettiin kartoittamalla valaistus karttapohjiin, minkä jälkeen kenttätutkimuksissa kuvattiin alueiden erityyppiset valaisimet ja keskukset. Tällä saatiin selville keskusten ja valaistuksen kuntoarvio sekä keskusten ohjaukset ja näin tuli koko kunnan alueen katuvalaistus kartoitettua yhteen tiedostoon. Kuntoarviossa päädyttiin pelkästään valokuvaamiseen ja silmämääräiseen tarkastukseen valaisimien ja pylväiden kunnosta tutkimusajan rajallisuuden ja selvitettävän alueen laajuuden vuoksi.

Työn ensimmäisessä vaiheessa käsitellään katuvalaistusta teoreettisesti yleiskuvan saamiseksi. Toinen osa koostuu valaistuksien ja ohjauksien nykytilanteen selvityksestä. Viimeisessä osiossa tuodaan esiin valaistuksen ja ohjauksen uusimiseen käytettävissä olevat järjestelmät ja näihin liittyviä kehittymismahdollisuuksia. Lisäksi käsitellään mahdollisesti uusimista vaativia väyliä, ja niihin liittyviä kustannus- ja elinkaarilaskelmia. Työssä ei oteta kantaa valaistuksen suunnitteluun, asennuksiin, kunnossapitoon ja niihin kuuluviin kustannuksiin, koska niissä olevien muuttujien vertailun vaikutus senhetkiseen kustannustasoon on vaikeaa, vaan pyritään selvittämään valaistuksen nykytilanne sekä käsittelemään eri valonlähde- ja ohjaustapavaihtoehtoja.

Työssä esiintyvät valokuvat, joissa ei ole lähdeviitettä, ovat opinnäytetyön tekijän ottamia tai tekemiä.

2 KATUVALAISTUS

2.1 Katuvalaistus yleisesti

Katuvalaistuksen tarkoituksena on lisätä henkilöiden ja omaisuuden turvaa ja luoda samalla turvallisuuden tunnetta, viihtyvyyttä sekä minimoida liikenneonnettomuuksien riskejä pimeällä. Sen avulla myös korostetaan useasti historiallisesti merkittäviä kohteita, rakennusten julkisivuja ja taideteoksia, joten valaistus on tässä suhteessa tärkeä osa ympäristöä. Sillä vaikutetaan merkittävästi ulkoalueiden viihtyvyyteen. Hyvin suunniteltu ja toteutettu valaistus lisää huomattavasti alueiden käyttöarvoa, energiatehokkuutta sekä ympäristöystävällisyyttä.

2.2 ErP-direktiivi ja SFS-standardit

ErP-direktiivi (entinen EuP-direktiivi) on puitedirektiivi, jonka nojalla annetaan tuoter ryhmäkohtaisia täytäntöönpanosäädöksiä. Palvelusektorin valaistusta koskeva asetus EY N:o 245/2009 annettiin 18.3.2009 ja se tuli voimaan 13.4.2009. Se kattaa myös tie- ja katuvalaistuksen että toimistovalauksen. Vaatimukset koskevat kaikkia EU:n jäsenmaita ilman kansallista lainsäädäntöä. (Motiva Oy:n www-sivut 2014, hakupäivä 4.2.2014.)

ErP-direktiivin asetuksen tavoitteena on estää valaistuksen kasvaminen 23 %:iin, minkä sen on ennustettu olevan vuoteen 2020 mennessä. Asetuksen lähtökohtana on ollut nykyinen tie-, katu-, ja toimistovalaistus, jolla se pyrkii ohjaamaan myös muiden kohteiden valaistusta niin, että kohteisiin valitaan kulloinkin käyttötarkoitukseltaan parasta mahdollista teknologiaa. (Motiva Oy:n www-sivut 2014, hakupäivä 4.2.2014.)

SFS-EN 13201-2:2004 standardia sovelletaan katu- ja ulkoalueiden valaistukseen ja siinä esitetään valaistusluokat sekä niiden valotekniset vaatimukset. Näitä ajoneuvoliikenteen luokkia ovat AL- ja AE-luokat sekä pihojen, pysäköintialueiden ja kevyenliikenteen väylien K-luokat. AL-valaistusluokat, kun mitoitus tehdään kuivan ja märän ajoradan, estohäikäisyn ja ympäristön valaistuksen luminanssien mukaan. AE- ja K-valaistusluokat, missä mitoitus tehdään valaistusvoimakkuuden mukaan. Näitä AE- ja

K-luokkia käytetään, kun liikenneympäristön on monimutkainen ja luminanssimitoitusta ei voida käyttää. E-luokat esitetään CEN-standardissa EN 12193:2007, jossa rajataan erityyppisiin ympäristöihin häiriövalon määrää, joka suuntautuu muuhun kuin tavoiteltuun kohteeseen. (LiCon-AT Oy:n www-sivut 2014, hakupäivä 13.2.2014.)

SFS-EN 40 standardi antaa tyyppihyväksynnän metalli- ja komposiittipylväille. CE-merkintä korvaa tieviranomaisten antaman tyyppihyväksynnän ja merkkiin on laitettu tuulen referenssinopeus maastoluokassa II, jolle pylväs on mitoitettu. SFS 2662:1985 luokan 2 mukaiset puupylväät eivät tarvitse erityistä tyyppihyväksyntää ja CE-merkkiä niille ei voi saada, koska EN-standardia ei ole. Törmäysturvalliset ja muut vaihtoehtoiset pylväät vaativat liikenneviraston hyväksynnän, missä arvioidaan kuormituskestävyys, törmäysturvallisuus ja säänkestävyys. (Liikenneviraston www-sivut 2010, hakupäivä 11.2.2014.)

SFS 6000-7-741 -standardi antaa sähköturvallisuus vaatimukset teiden, puistojen, urheilalueiden, muiden ulkokohteiden valaistukselle, suojausmenetelmille ja johtojärjestelmille. (SFS-KÄSIKIRJA 600-1 2012, 491- 493.)

2.3 Katuvalaistuksen komponentit

Katuvalaistus kokonaisuudessa koostuu metalli- tai betonijalustasta, metalli- tai puupylvästä, valaisinvarresta, valaisimesta, valonlähteestä, maa- tai ilmakaapeloinnista sekä katuvalokeskuksista, joissa erilaisia valaistuksenohjausjärjestelmiä. Tämä kokonaisuus vaikuttaa valaisimen tuottamaan valoon, elinikään ja energiankulutukseen.

2.3.1 Valaisinpylväät

Katuvalaistuksessa käytetyt pylväät ovat kuumasinkitty rauta-, alumiini- ja komposiitti- ja puupylväs. Metall- ja komposiittipylväiden pituus maasta on yleensä 6 - 18 m ja puupylväillä 6 - 10 m. Teräsjalustalla päästään puupylväissä 13,5 m:n pituuteen. Näillä on sallittu tuulikuorma 21 m/s ja taipuma 6 %. Myötääviä pylväitä suositellaan, kun liikennemäärät ovat 1000 ajoneuvoa/vrk sekä nopeus yli 50 km/h ja 700 ajoneuvoa/vrk

ja nopeus vähintään 80 km/h. Energiaa vaimentavia pylväitä suositellaan teille, joissa pylväiden takana on vilkasliikenteinen pyörätie tai kapean sivuojan takana puustoa. Energianvaimennusluokat ovat HE, LE ja NE. (Lehtonen 2012, hakupäivä 13.2.2014.)

2.3.2 Ohjauskeskukset

Katuvalaistuksessa käytetyt ohjauskeskukset ovat metallisia kotelointiluokaltaan vähintään IP23C. Ne on useimmiten sijoitettu maahan (kuva 1) tai kiinnitetty valaisinpylvääseen (kuva 2) sekä sellaiseen paikkaan, josta saadaan syöttö muuntajalta helposti ja voidaan optimoida valaisimien määrä keskusta kohden. Keskus sisältää yleensä tariffin mittauksen, varokkeet ja ohjausjärjestelmän tai ohjaus on ketjutettu muualta. (SFS-KÄSIKIRJA 600-2 2012, 352.)



Kuva 1. Maahan asennettu katuvalokeskus



Kuva 2. Pylvääseen asennettu katuvalokeskus

2.3.3 Lamputyytit

Elohopeahöyrylampun valon väri on lämpimän valkeasta valkoiseen, 3200–4200 K (kuva 3) ja värintoisto-ominaisuus kohtalainen, Ra 50–60, mutta valotehokkuus on huono, 40–55 lm/W. Valotehokkuus heikkenee eliniän aikana, joka on 15000 h. Elohopeahöyrylamput poistuvat käytöstä 2015, joten näille on etsittävä korvaavat tuotteet. (Ketomäki & Mäkeläinen 2013, hakupäivä 13.2.2014; Tiehallinnon www-sivut 2006, hakupäivä 18.2.2014.)



Kuva 3. Elohopeahöyryvalaisin

Suurpainenatriumlampun valon väri on keltainen, 1900–2000 K (kuva 4) ja värintoisto-ominaisuus huono, Ra 20–65. Valotehokkuus on erittäin hyvä, 70–120 lm/W ja elinikä on 20000 h. Yleisimpiä ulkovalaistuksen valonlähteitä, mutta ongelmana huono värintoisto. (Ketomäki & Mäkeläinen 2013, hakupäivä 13.2.2014; Rantakallio & Ylinen 2011, hakupäivä 18.2.2014.)



Kuva 4. Suurpainenatriumvalaisin

Monimetallilampun valon väri on lämpimän valkeasta valkoiseen, 3000–4900 K (kuva 5) ja värintoisto-ominaisuus hyvä, Ra 80–95. Valotehokkuus on melko hyvä, 80–95 lm/W, mutta elinikä on vain 10000 h. Ongelmana on lyhytikäisyys ja kalleus. (Ketomäki & Mäkeläinen 2013, hakupäivä 13.2.2014; Rantakallio & Ylinen 2011, hakupäivä 18.2.2014.)



Kuva 5. Monimetallivalaisin

Pienpainenatriumlampun valon väri on syvän keltainen, 1800 K. (kuva 6) ja värintoisto-ominaisuus olematon, Ra 0 – 39. Valotehokkuus on erittäin hyvä ja elinikä on 18000 h. Moottoritien valaistuksena käytetty pienpainenatriumlamppu on poistumassa käytöstä. (Ketomäki & Mäkeläinen 2013, Hakupäivä 13.2.2014; Lamppuexpress.com:n www-sivut 2014, hakupäivä 19.2.2014.)



Kuva 6. Pienpainenatriumvalaisin

LED-valoilla on useita valon värejä. Lämmin valkea, 3000–4000 K ja kylmä valkea, 5000–6700 K (kuva 7) ja värintoisto-ominaisuus hyvä, Ra 70–90. Valotehokkuus on melko korkea, 100–120 lm/W ja elinikä on 50000–100000 h. Led-valojen tekniikka on kehittyvä, mutta kallis, joskin pitkä käyttöikä kompensoi kustannuksia. (Ketomäki & Mäkeläinen 2013, hakupäivä 13.2.2014; Rantakallio & Ylinen 2011, hakupäivä 18.2.2014.)



Kuva 7. LED-valaisin

Induktiovalaisimen valon väri on lämmin valkoinen, 3200 K (kuva 8) ja värintoisto-ominaisuus hyvä, Ra 80, mutta valotehokkuus on kohtalainen, 55–75 lm/W. Elinikä on 60000 h. Rajoittunut valaisinvalikoima ja kallis. (Rantakallio & Ylinen 2011, hakupäivä 18.2.2014.)

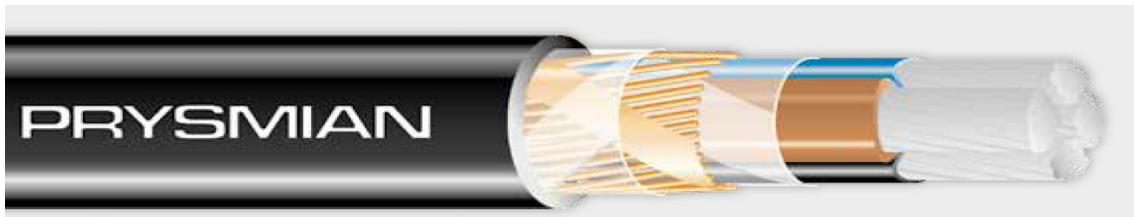


Kuva 8. Induktiovalaisin (Rantakallio & Ylinen 2011, hakupäivä 18.2.2014.)

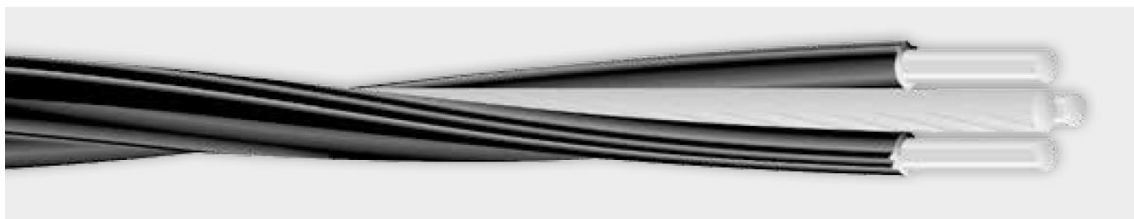
Näiden edellä mainittujen valaisimien valon väri on 1900–6700 K välillä, missä 2000 K on keltainen, 3000 K lämmin valkoinen, 4000 K valkoinen ja 5000 K päivänvalo.

2.3.4 Kaapelointi

Katuvalaistuksen kaapelointi jaotellaan valaistuskeskuksen liittymisjohtoon, keskuksen nousujohtoon, valaistusryhmäjohtoon, valaisinjohtoon ja ohjausjohtoon. Valaistuksen kaapeloinnista suurin osa asennetaan nykyään maahan, koska käytetään paljolti metalli pylväitä ja puupylväissä taas käytetään maa- tai ilmakaapelointia. Kaapelointina käytetään pääsääntöisesti AXMK tai AMCMK-alumiinikaapeleita maajohtoina (kuva 10) ja ilmajohtoina AMKA-riippukierrejohtoa (kuva 11). Molemmissa kaapeleissa poikkipinta-alat ovat 16–35 mm² sekä lisäksi ilmajohdossa on teräksinen kannatusvaijeri. Erillisinä ohjausjohtoina käytetään maakaapeliasennuksessa MCMK 2x6+6 tai MCMK 4x2,5+2,5 maakaapelia ja ilmajohtoasennuksessa ohjausjohto on usein AMKA 1x16+25, mutta myös AMKA-5-johdin on mahdollinen. (Tiehallinnon www-sivut 2006 hakupäivä 18.2.2014.)



Kuva 10. AMCMK alumiinijohtiminen PVC-eristeinen kaapeli (Prysmian Finland Oy:n www-sivut, hakupäivä 26.2.2014.)



Kuva 10. AMKA alumiinijohtiminen riippukierrekaapeli (Prysmian Finland Oy:n www-sivut, hakupäivä 26.2.2014.)

2.4 Ohjausjärjestelmät

Ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmäkokonaisuutta, jolla voidaan ohjata katuvalaistusta ja joka sisältää kaikki ohjauksessa tarvittavat laitteet. Laitteita ovat hämärä- ja kellokytkin, ketjutuksessa käytetyt ohjauslaitteet sekä älykkäissä ohjauksissa käytettävät erilaiset tietojärjestelmät ja komponentit (kuva 11).



Kuva 11. Älykkään ohjausjärjestelmän komponentteja (C2 SmartLight Oy:n [www-sivut](http://www.c2smartlight.fi) 2014, hakupäivä 26.2.2014.)

2.4.1 Paikallisohjaukset

Paikallisohjauksena käytetään yleisimmin hämärä- ja kellokytkintä tai pelkästään astrologista kellokytkintä, joilla voidaan aseteltujen ehtojen mukaisesti ohjata valaistusta päälle ja pois. Jokaisella asuinalueella on tavallisesti omat paikallisohjaukset. Tätä ohjaustekniikkaa käytetään yleisesti haja-asutusalueilla ja erillisillä valaistuilla alueilla. Kuntoratojen valaistuksessa voi olla myös lisäksi lämpötilaohjaus, jolloin lämpötilan laskiessa alle $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, valaistus sammuu (kuva 12).



Kuva 12. Kello- ja lämpötilakytkin

2.4.2 Ketjutus

Ketjutusta käytetään useasti paikallisohjauksen lisänä, jolla ohjataan usean lähekkäin olevan asuinalueiden valaistus syttymään samanaikaisesti. Ohjaus lähtee keskukselta ohjauskaapelia pitkin seuraavan keskuksen ohjausreleelle, jolla saadaan kontaktori toimineeksi ja katuvalot syttymään. Ketjutuksessa voidaan ensimmäisessä keskuksessa käyttää esimerkiksi astrologista kellokytkintä, mihin ohjelmoidaan paikkakoordinaatti. Tämän jälkeen kellokytkin laskee automaattisesti auringon nousu ja laskuajat sekä sytyttää ja sammuttaa katuvalaistuksen isoiltakin alueilta. Kytkimeen voidaan ohjelmoida lisäksi yksi poiskytkentäaika, jolla sammutetaan valaistus yön ajaksi. (Trifitek Finland Oy:n www-sivut 2014, hakupäivä 25.2.2014.)

2.4.3 Valaisinkohtainen ohjaus

Valaisinkohtaisessa ohjauksessa voidaan käyttää 1 - 10 V:n ohjattavia valonsäätimiä, jotka ohjaavat elektronista liitäntälaitetta. Säätimet himmentävät valaisimen valaistustasoa portaallisesti ohjaimeen tallennetun aikaohjelman mukaisesti (kuva 13). On myös kaksitehoisia elektronisia liitäntälaitteita, jotka pienentävät lampun vuota ja kulutetun

virran määrää määrättyllä aikajaksolla eivätkä vaadi ulkoista ohjainta. (Philips Suomi www-sivut, hakupäivä 14.3.2014.)



Kuva 13. Philips Dynadimmer portaallinen säätäjä ja Lumistep vuon ja virran säätäjä (Philips Suomen www-sivut, hakupäivä 14.3.2014.)

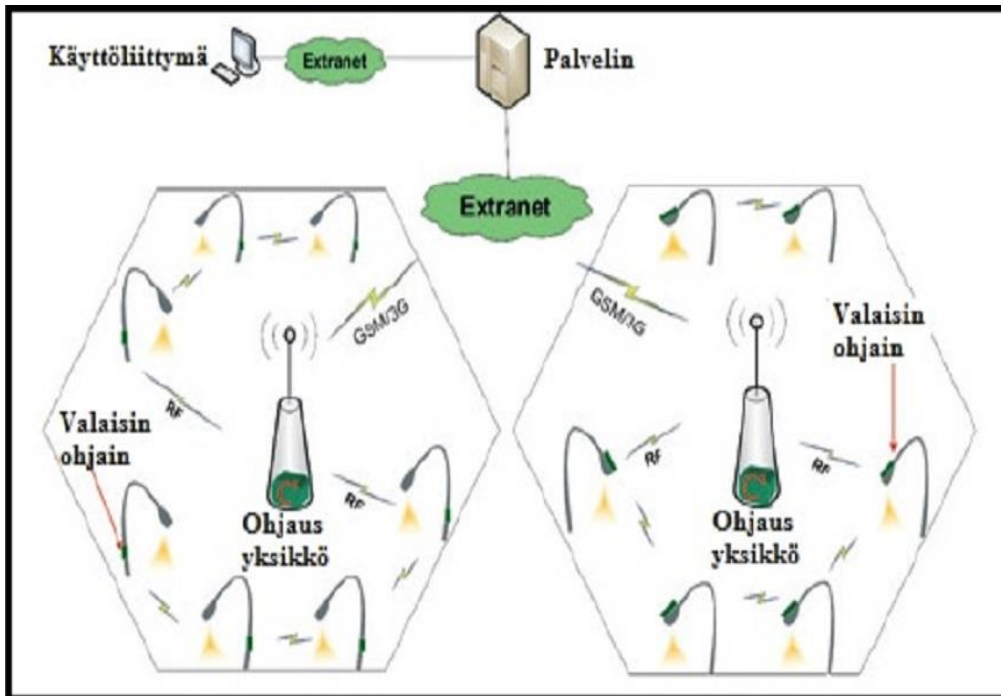
2.4.4 SMS-, GSM- ja data-ohjaukset

Älykkäät kaksisuuntaiset ohjausjärjestelmät toimivat yleensä GSM-verkoissa puhelin, teksti tai data-periaatteella, joilla ohjataan valaistusjärjestelmiä, joko omasta selaimesta tai palvelimen kautta.

SMS- ja GSM-ohjauksessa käytetään tietokonetta, johon on asennettu ohjausohjelma sekä GSM-moduuli ja lisäksi katuvalokeskuksiin ohjausyksiköt, joissa on myös GSM-moduulit. Tietokoneelle ohjausparametrit tulevat hämäräkytkimeltä, joista ohjaukset menevät tekstiviestinä ohjauskeskuksien ohjausyksiköille, joilla valot sytytetään, samutetaan tai himmennetään. Keskuksien ohjausyksiköt lähettävät soittokuittauksen toiminnastaan ohjausohjelmalle ja jos kuittausta ei tule tietokone lähettää viasta ilmoituksen eteenpäin tekstiviestinä. Vikailmoitukset ja kuittaukset toiminnan muutoksista tallennetaan ohjausohjelman muistiin. (Leveltec Oy:n www-sivut 2014, hakupäivä 26.2.2014.)

Data-ohjaukset ovat pakettikytkentäisiä tiedonsiirtopalveluja, jotka toimivat GSM-verkossa. GPRS-, EDGE- tai 3G-yhteyden päällä käytetään yleensä TCP/IP:tä, jolloin

valaistuksenohjausta voidaan käyttää internetin kautta. Ohjaustiedot menevät palvelimen kautta katuvalokeskusten ohjausyksiköille data-paketteina ohjaten valaistusta. Tässä voidaan myös ohjata yksittäisiä valaisimia RF-signaalilla Zigbee mesh-tietoliikenneverkossa tai galvaanisesti sähkönsyöttökaapeleiden kautta (kuva 14). Viat ilmoitetaan tekstiviesteillä tai sähköpostilla. Tällainen käyttöjärjestelmä on yleensä valmistajan hallinnoima ja valaistuksen haltijan näkymä on rajattu omaan toimialueeseensa. (C2 SmartLight Oy:n www-sivut 2014, hakupäivä 26.2.2014.)



Kuva 14. Data-pohjainen ohjausjärjestelmä (C2 SmartLight Oy:n www-sivut 2014, hakupäivä 26.2.2014.)

3 IIN KUNNAN KATUVALAISTUS

3.1 Katuvaalaistus

Iin kunnan alueella (Ii, Kuivaniemi, Olhava ja Oijärvi) ensimmäisiä katuvaalaistuksia alettiin laittaa jo 60-luvulla. Määrä on kasvanut vuoteen 2014 mennessä n. 1940 valaisimeen, joista katuvaalaistuksen osuus on 1720, kuntoratavalaistuksen 210. Lisäksi valonheittäjiä on kuntoratojen lähtöalueilla ja satamissa yhteensä 30. Lamppuista on n. 1110 elohopeahöyrylamppuja, 640 suurpainenatriumlamppuja ja 190 monimetallilamppuja. Katuvalokeskuksia on 57 kappaletta pylvääseen tai maahan asennettuna ja lisäksi on vielä kiinteistöjen keskuksista ohjattu valaistusta neljässä kohteessa. Liite 1:ssä on tarkemmin eritelty alueittain valaisimien ja keskusten määrät.

Sähkötoimittajina ovat Iin Energia Oy sekä Rantakairan Sähkö Oy. Iin kunnan alueen valaistuksen kokonaisenergiankulutus on 1 032 300 kWh vuonna 2013 (puuttuu kiinteistöistä ohjattujen valaistuksien kulutusarvot). Tästä Iin energia Oy osuus on n. 8 000 000 kWh. Sähkölaskun kokonaiskustannukset vuodessa ovat n. 100000 €. Liitteessä 2 on alueiden katuvalokeskusten mitatut energiakulutukset sekä valaistuksen ohjaukset.

Suurimpien pääteiden katuvaalaistus on pääosin Ely-keskuksen omistuksessa ja kunnosapitovelvollisuus kuuluu Ely-keskukselle. Iin kunnan alueella olevasta valaistuksen kunnosta huolehtii kilpailutuksen kautta huoltoyritys.

3.2 Valaistuksen nykytilanne

Iin kunnan valaistuksen nykytilanteen kartoituksessa selvitettiin taajama-alueiden katu- ja kuntorataverkoston, satamien ja uimarantojen valaistusta. Alueita oli 18, joista jokaisesta kuvattiin joitakin valaisimia pylvääseen sekä kaikki keskuksat. Niistä myös tehtiin taulukot, joissa asuntoalueittain selvitettiin pää- ja sivuteiden valaistuksen kuntoarvio, valolaji, pylvään korkeus, pylvään materiaali, kaapelointi, pylväsväli, pylväiden yhteiskäyttö, valaisinvarsi, tien leveys, lamppujen- ja keskusten määrä sekä tehtiin karttapohja kaikista alueista. Liitteessä 3 on esimerkkinä Kauppilan ja Länsi-Iilaakson Excel-tiedostot.

Kuntoarvio katuvalaistuksesta ja keskuksista tehtiin silmämääräisesti ja valokuvaamalla. Tarkastuksessa katsottiin pylvään yleiskunto valaisimineen ja keskuksineen. Pylväistä tarkastettiin mahdolliset mekaaniset vauriot ja lahovauriot sekä kallistumat. Lahovaurioita tarkastettiin vain silmämääräisesti, johtuen talviajasta ja roudasta. Yleisesti katuvalaistuksen kunto oli hyvä ja välttävän välillä, mutta vanhemmilla asunto- ja teollisuusalueilla löytyi lyhyitä tienpätkiä, missä oli joitain pylväitä kallistunut sekä löytyi huonokuntoisia valaisimia. Kuntoratavalaituksen lähtöpaikoilta löytyi myös huonokuntoisia pylväitä ja valaisimia. Kuvassa 15 valaisinvarren kiinnike on irronnut yläpäältä lahoamisen vuoksi ja korjattu pylvään ympäri olevalla pannalla Luola-aavan kuntoradalla.



Kuva 15. Kuntoratavalaitusta Luola-aavalla

Lampputyypit arvioitiin valonväristä ja lampun mallista sekä alueen katuvalaistuksen valmistumisvuodesta (kuva 16). Iin kunnan alueella valmistumisvuotta ei ollut tiedossa kuin uusimmista asennuksista, joista löytyi piirustukset, muut oli arkistoitu ja olivat erittäin vaikeasti löydettävissä. Pylväsvälit ja pylväskorkeudet sekä tien leveydet mitattiin etäisyysmittarilla ja merkittiin taulukkoon mahdollisen uuden valaistuksen valojohtimen selvittämiseksi. Pylväskorkeudet mitattiin tien pinnasta valaisimeen. Pylväiden yhteiskäyttö sähköistyksen osalta laitettiin myös taulukoihin, koska se on huomioitava pylväiden ja valaistuksen uudistamisen yhteydessä.



Kuva 16. Lampputyypin arviointi valonvärin mukaan

Katuvalokeskusten kunto oli suhteellisen hyvä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Näissä muutamissa keskuksissa suurimmat viat johtuivat ilkevästä sekä ruostumisesta.

Ruostuminen oli edennyt osassa aika pitkälle, kuten Paasonrannantien katuvalokeskussa (kuva 17), mutta IP-luokaan ei ollut vielä tullut muutoksia.



Kuva 17. Paasonrannantien katuvalokeskus

Tämä katuvalaistuksen nykytilanne dokumentoitiin Excel-taulukoihin, karttapohjiin ja kuvatiedostoihin, jotka annettiin erillisenä selvitysraporttina Iin kunnalle ja Iilaakso Oy:lle. Esimerkkinä taulukossa 1 on Kauppilan alueen selvitys tämänhetkisestä valaistuksen tilanteesta. Taulukosta 1 ja valokuvista (kuva 18) nähdään, että Kauppilan 1-alueella (kuva 16) on vaihdettu valaistus ja keskus jokin aika sitten, kun taas Kauppilan 2-alueella on vanhat elohopeahöyrylamput sekä pylvää, jotka ovat yhteiskäytössä asuntoalueen muun sähköistyksen kanssa. Kauppilan 3-alueella on uusittu osittain valaistusta valojen ja pylväiden huonon kunnon vuoksi ja kaapelointi siirretty maahan. Muu katuvalaistus 3-alueella on vanhaa valaistusta ja pylvää, jotka ovat yhteiskäytössä muun sähköistyksen kanssa.

Taulukko 1. Valaistuksen nykytilanne taajama-alueittain

Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Lukumäärä	Keskuksia
Kauppiila 1	Pää/sivu	Hyvä	Sp-Na	5.5m	Metalli	Maa	40m	Ei	1m/0m	5m	43	
Kauppiila 2	Pää/sivu	Välttävä	HQL 125W	9m/7.5m	Puu	Ilma	50m/40m	Kyllä	0.5m	6m/5m	82	
Kauppiila 3	Sivu	Hyvä/Välttävä	Sp-Na/HQL 125W	8m	Puu	Maa/ilma	40m	Kyllä	0.5m	5m	32	4

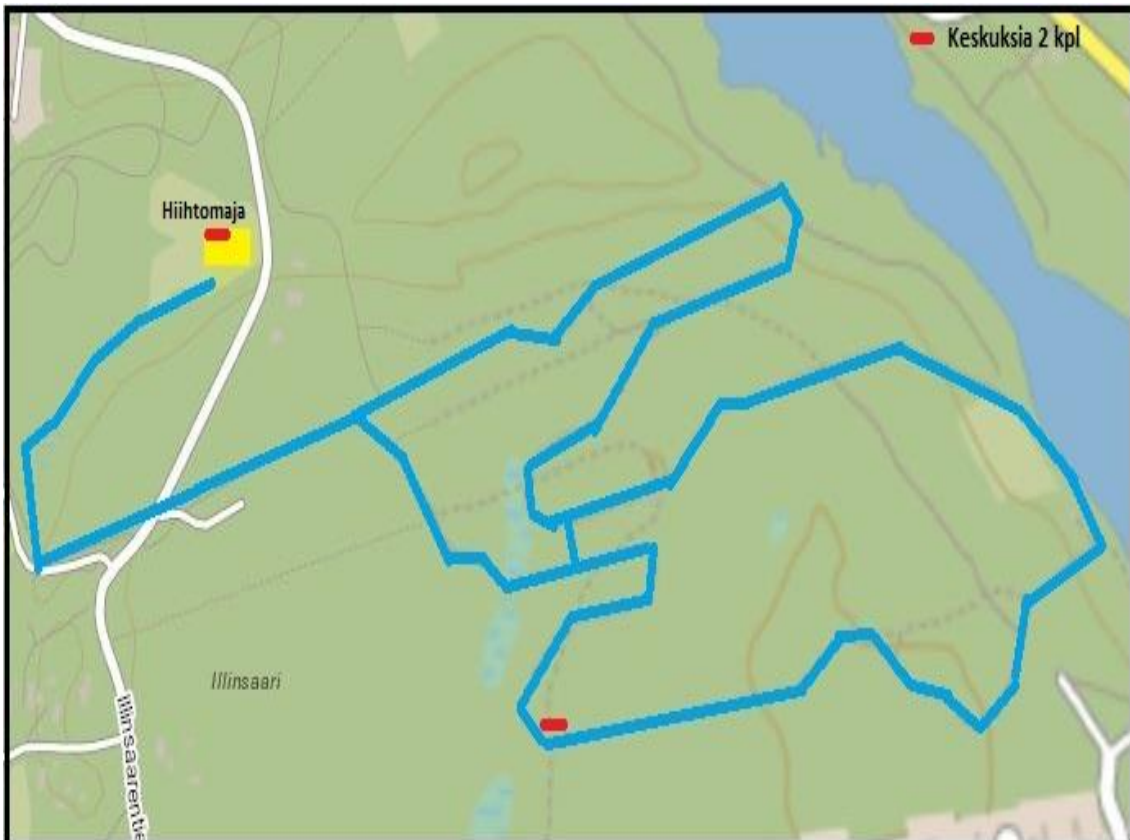
Pylväiden ja keskusten paikat merkittiin koko kunnan alueelta kartalle taajama-alueittain (kuva 18), koska yhtenäistä karttapohjaa valaistuksesta ei ollut ja piirustuksia-kin oli vain osittain. Alueet, joista ei löytynyt tietoa, kartoitettiin valaisimet ja keskuksat ja merkittiin paperikarttaan, josta ne siirrettiin tietokoneelle. Joillekin alueille oli osittain uusittu valaistusta sekä keskuksia, ja nämä myös päivitettiin karttoihin ja taulukoihin. Keskuksat paikannettiin kiertämällä alueet, ja loput paikantamattomat keskuksat löytyvät Iin Energian Oy:n ja Rantakairan Sähkö Oy:n energian seurantasivuilta.



Kuva 18. Karttapohjalla näkyvät puu- ja metallitolpat sekä keskustenpaikat (Fonectan karttapalvelun www-sivut, hakupäivä 12.1.2014.)

Kuntoratavalaistuksesta ja satamista tehtiin samanlaiset taulukot kuin katuvalaistuksesta, mutta karttapohjiin merkittiin pelkästään reitti. Kuntoratojen valaisimien määrä arvi-

oitiin pylväsvälin ja reitin pituuden mukaan. Ainoastaan lähtöalueen valaisimet, valonheittimet ja keskukset laskettiin ja kuvattiin. Eripuolilla kuntaa oli kuntoratoja 9, sata-mia 3 ja uimarantoja 1, jotka olivat yleensä koulujen lähellä. Kuvassa 19 on karttapohja Iin keskustan läheisyydessä olevasta hiihtokeskuksesta, jonka latu-ura on 5 km pitkä, jossa on valaisimia n. 62, valonheittimiä 6 ja ulkovalokeskuksia 2, joista toinen sijaitsee hiihtomajan teknisessä tilassa.



Kuva 19. Karttapohja, jossa näkyy kuntorata (talvella valaistulatu) (Fonectan karttapalvelun www-sivut, hakupäivä 12.1.2014.)

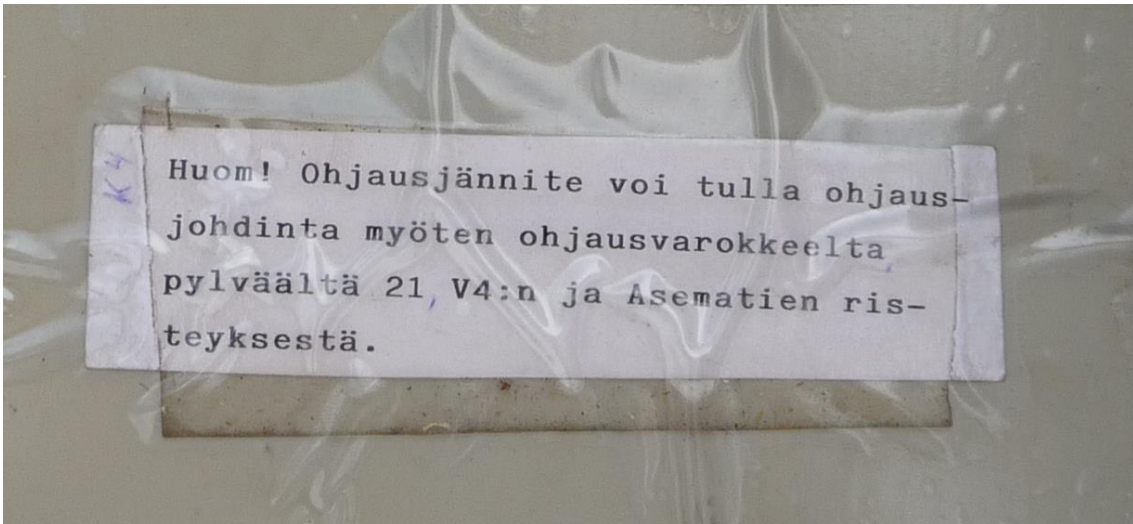
Kaikkien alueiden pylväistä, kaapeloinnista ja keskuksista otettiin yhteensä satoja kuvia, jotka dokumentoitiin. Näistä voi jälkepäin tarkistaa lampputyypin, pylväiden materiaalin, kaapeloinnin ja keskusten ohjaukset tai sulakekoot. Näin on myös helpompi myöhemmin arvioida valaistuksen ja keskusten kuntoa vaihtoa tai kunnostusta silmälläpitäen. Kuvassa 20 on Kauppilan asuntoalueen valaisinpylväiden ja keskusten kuvat alueittain.



Kuva 20. Valokuvat Kauppilan alueen pylväistä, valaisimista ja keskuksista

3.3 Ohjausjärjestelmien nykytilanne

Iin keskustan alueen katuvalaistus on ohjattu hämärä- ja kellokytkimillä. Ketjutusta on myös käytetty lähekkäin olevien keskusten ohjaukseen. Kuivaniemen, Olhavan ja Oijärven ohjaus on hoidettu hämärä- ja kellokytkimin. Osittain ohjaus on otettu myös Elykeskuksen hallinnassa olevilta valoilta. Kaikki kuntoratavalaisukset ovat myös hämärä- ja kellokytkimin ohjattuja. Ainoastaan Pohjois-Iin koulun valaistuksessa on käytetty lisäksi lämpötilakytkintä (kuva 12). Älykkäitä ohjausjärjestelmiä ei ollut kuin Tilkkasenharjussa, missä on logiikkaohjauksella (astrologinen kellokytkin) ohjattiin asuntoalueen valaistusta. Näistä ohjauksista tehtiin selvitys keskusluetteloon. Ketjutuksen selvitys oli osittain mahdoton, koska vanhemmissa keskuksissa ei ollut mitään tietoja, mistä ohjaukset tulivat ja muutamassa oli keskuksen sisällä lappu, jossa arvailtiin ohjauksen tulopaikkaa, joten selvitystä ei niistä tehty (kuva 21).



Kuva 21. Keskuksen ohjaustieto

3.4 Kaapeloinnit

Kaapeloinneista selvitettiin ainoastaan maa- vai ilma-asennusten tila, koska uusien valaisimien tehot ovat huomattavasti pienempiä kuin nykyisten valaisimien ja sitä myöten kuormitus ja jännitteen alenemat eivät kasva. Näiden tietojen valossa ei kaapelointia tarvitse vaihtaa valaisimien vaihdon yhteydessä. Pylväiden vaihdon yhteydessä taas ilmakaapelointi vaihtuu useimmiten maakaapelointiin.

4 KATUVALAISTUKSEN KEHITYS MAHDOLLISUUDET

4.1 Valaistus ja valaisimet

Iin kunnan alueen katuvaloverkosto on tällä hetkellä kunnossa, mutta tulevaisuudessa elohopeahöyrylamppujen myynnistä poistuminen aiheuttaa valaistuksen vaihdon asuin-alueilta, missä tätä lampputyyppiä on käytössä. Valaistuksen vaihtoon vaikuttaa myös näiden alueiden valaistus, joka on yleensä 20–30 vuotta vanhaa, jolloin lamppujen käyttöikä alkaa olla lopussa. Puupylväiden kunto on joiltain osin huono, ja lisäksi valaisimien ja lamppujen valaistusteho on heikentynyt huomattavasti. Näillä alueilla on kuitenkin lisänä yleensä vielä pylväiden yhteiskäyttö, mikä on otettava huomioon mahdollisissa pylväidenvaihdoissa. Edellisten lisäksi katuvalaistuksen yleisilmeen vuoksi olisi suositeltavaa vaihtaa valaistus keralla koko asuntoalueelta.

Valaistuksen uusimista on joillakin Iin kunnan alueilla suoritettu ja valaistuksena vaihdossa on käytetty enimmäkseen suurpainenatriumlamppuja ja jonkin verran monimetallilamppuja. Vaihdon tarkoituksena on tietenkin elohopeahöyrylamppujen poistuminen markkinoilta, mutta pyrkimys on myös saada himmennyksellä jatkettua lamppujen käyttöikää sekä energiankulutukseen säästöjä, joilla voidaan kuolettaa investointikuluja määrättyllä aikavälillä. Näitä korvaavia lampputyyppisiä ovat suurpainenatrium-, monimetalli- sekä LED-lamput. Valonväri näillä lampuilla on välillä 1900–6700 K, ja asuin-alueiden suositeltava valonväri on 3000–3500 K. Tällä värintoistolla saataisiin lämpimänvalkoisen ja valkoisen parhaat puolet esiin.

Suurpainenatriumvalaisin on vartenotettava vaihtoehto taajama-alueilla pääteiden valaistukseen energiankulutuksen (70W), pitkäikäisyyden ja pienien investointi- ja huoltokulujen takia. Kellertävän valontuoton vuoksi sitä ei suositella paikkoihin, missä värin erottelu on tarpeellista. Suurpainenatriumlamppuja voidaan käyttää suoraan monimetallivalaisimissa sekä päinvastoin, koska molemmissa on samanlaiset kuristimet ja sytyttimet. Valaistusta pystytään himmentämään säästömuuntajan sekä tehonvaihtoaikareleen ja vaihtokuristimen avulla. Myös ohjauksen sisältävällä elektronisella liitännälaitteella voidaan himmentää n. 35 %. (Oulun kaupungin valaistuksen yleissuunnitelman www-sivut 2010, hakupäivä 13.3.2014.)

Monimetallivalaisimia on käytössä Iin keskustassa asuinalueella energiankulutuksen ja valon värin sekä hyvän värintoiston takia. Suurpainenatriumlamppuihin verrattuina ne ovat 3-5 kertaa kalliimpia ja niillä on lyhyt polttoväli, joten niiden käyttö ollut vähäisempää katuvalaistuksessa. Nykyisin monimetallilamppujen kehitys on lisännyt polttoainän lähes kaksinkertaiseksi, lampputyypin mukaan n. 20 000 tuntiin. Uusimpien lampputyypien himmennys ei vaikuta juurikaan väriominaisuuksiin, ja ohjauksen sisältävällä elektronisella liitäntälaitteella voidaan valaisinkohtaisesti toteuttaa yöhimmennys n. 50 %:iin asti. (Philips lamppuoppaan www-sivut 2013, hakupäivä 12.23.2014.)

LED-valaisimet ovat tulossa katuvalaistukseen mukaan hintojen laskun ja vähäisen energiankulutuksen sekä pitkäikäisyyden vuoksi. Valaisimien hyvän värintoiston ja energiatehokkuuden parantumisen vuoksi ne ovat hyvin vakavasti otettava vaihtoehto asuntoalueilla, puistoissa, pyöräteillä ja merkittävien kohteiden valaistuksessa. Yöhimmennys voidaan hoitaa elektronisella liitäntälaitteella ja ohjausjärjestelmällä lähes rajattomasti.

LED-valaisinten kehitys on nopeaa, sillä muutaman vuoden vanhat valaisimet ovat nyt vanhaa tekniikkaa valotehoiltaan ja luotettavuudeltaan. Nykyään lähes kaikissa myynnissä olevista valaisimissa on valaisinkohtainen ohjaus, mikä ei vaikuta valaisimen hintaan. Nämä itsenäiset ohjaimet himmentävät valaisimen valaistustasoa portaallisesti ohjaimen tallennetun aikaohjelman mukaisesti. (Niskanen 13.3.2014, haastattelu.)

Iin kunnan alueella ei ole katuvalaistuksessa ledejä käytössä, mutta jonkin verran valonheittäjiä ja lamppeja on tilattu testauskäyttöön. Eri puolilla maata on eri valmistajien tekemiä LED-valaisimia testauksessa ja jonkin verran jo käytössä katuvalaistuksessa. Esimerkiksi Turussa on 2400 valaisinta. (Hyttinen 2014, hakupäivä 8.4.2014.)

Oulussa on LED-valaistusta käytössä esimerkiksi Myllyojalla ja Kuivasjärvellä, missä on vaihdettu valaisimet vanhoihin pylväisiin elohopeahöyryvalaisimien tilalle (kuva 22). Valaistusteho on erinomainen valaisimien välillä vaikka pylväsväli on n. 50 m (kuva 23). Ohjauksena on käytetty itsenäistä valaisinkohtaista ohjausjärjestelmää. (Niskanen 13.3.2014, haastattelu.)



Kuva 22. Kuivasjärven Honkasenkujan valaisin iGuzzini Archilede Hp 55W LED



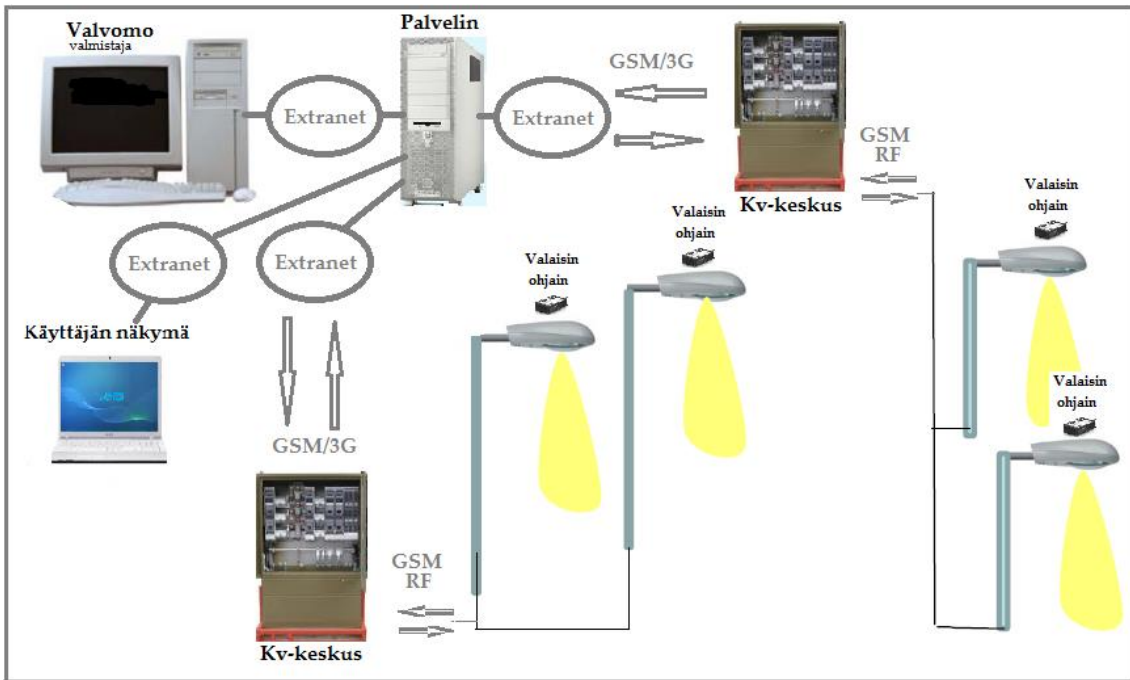
Kuva 23. Kuivasjärven Honkasenkujan katuvalaisimen valaistusteho

4.2 Keskukset ja älykkäät ohjausjärjestelmät

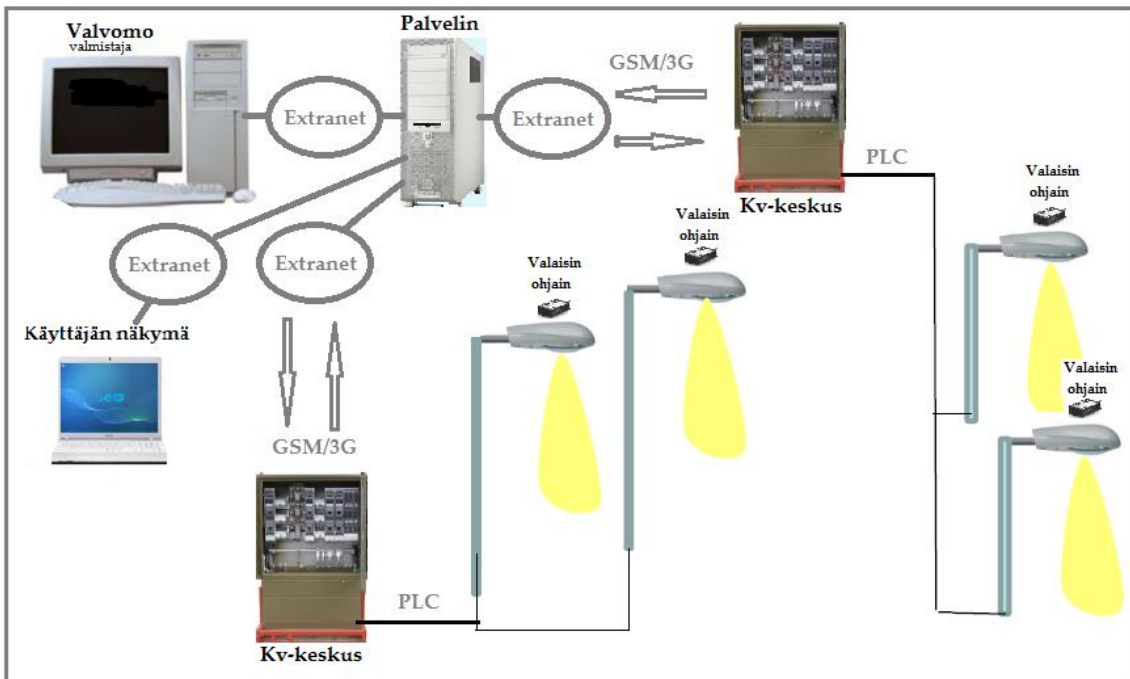
Iin kunnan alueella keskukset ovat keskimäärin hyvässä kunnossa lukuun ottamatta joitakin keskuksia, jotka voidaan valaistuksen vaihdon yhteydessä vaihtaa. Keskusten vaihdon yhteydessä on huomioitava ohjausjärjestelmän tilatarve riittäväksi ja mielellään hieman suuremmaksi mahdollisten ohjauksien laajennuksien takia. Hyväkuntoisiin vanhempiin keskuksiin saadaan tilaa lisäkoteloidilla, jolloin uusimisen tarve vähenee. Joissakin ohjausjärjestelmissä tulee elektroniikka omassa kotelossa, jonka voi asentaa keskukseen sisälle tai ulkopuolelle riippuen vapaan tilan määrästä.

Kunnan alueen ohjausjärjestelmä on toimiva, mutta päivitys uusiin älykkäisiin järjestelmiin on ajankohtainen valaistuksen uusimisen johdosta. Uusimisella saatava energian säästö ja huoltokustannuksien pienentäminen ovat tärkein valintakriteeri järjestelmän valinnalle. Ohjausjärjestelmä vaihtoehtoja katuvalaistukseen on useita. Vaihtoehtoja ovat esimerkiksi C2 SmartLight, Ouman LUX, Osram Street Light Control, SLC-2000 ja lisäksi on itsenäisiä valaisinkohtaisia ohjauksia, kuten Osram AstroDIM ja Philips Dynadimmer. Esimerkiksi C2 SmartLight:lta, Ouman LUX:lta ja Osram Street Light Control:lta löytyy kaksisuuntainen valmistajan hallinnoima järjestelmä, jonka laajuutta voidaan muokata tarpeen mukaan, kun taas Leveltec Oy:n SLC-2000-järjestelmä on käyttäjän hallinnoima.

C2 SmartLight:n, Ouman LUX:n ja Osram Street Light Control-järjestelmien kaksisuuntaisessa ohjauksessa valaistusta voidaan ohjata palvelimen kautta haltijan ja käyttäjän liittymästä ajasta ja paikasta riippumatta internetin välityksellä. Lisäksi palvelimella voidaan valvoa katuvaloverkon toimintaa kokonaisuudessaan. Näiden kolmen järjestelmän eroina on keskukselta viety ohjaus valaisimelle, jossa C2 SmartLight:lla käytetään radiosignaalia (RF) ja Ouman LUX:lla käytetään tietoverkkoa (GSM) (kuva 24) sekä Osram Street Light Control:lla (kuva 25) käytetään tiedonsiirtoon sähköverkkoa (PLC). Tässä ohjausmallissa suurin hyöty tulee huoltokäytössä, koska valvontasovelluksesta voidaan nähdä vikaantuneet laitteet ja valaisimet sekä keskittää korjaukset ohjelman osoittamaan paikkaan.



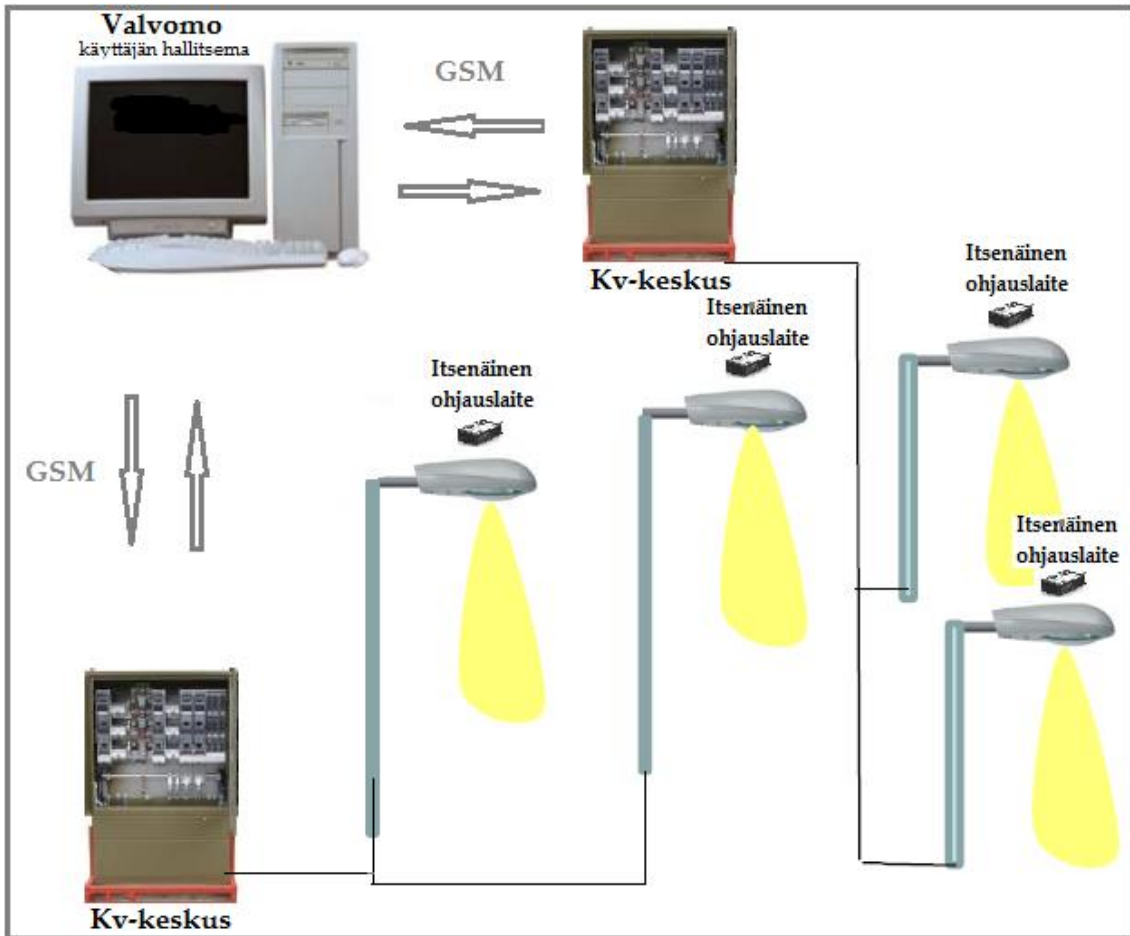
Kuva 24. Kaksisuuntaisen järjestelmän periaate, joka on käytössä C2 SmartLight:lla ja Ouman LUX:illa



Kuva 25. Kaksisuuntaisen järjestelmän periaate, joka on käytössä Osram SLC:lla

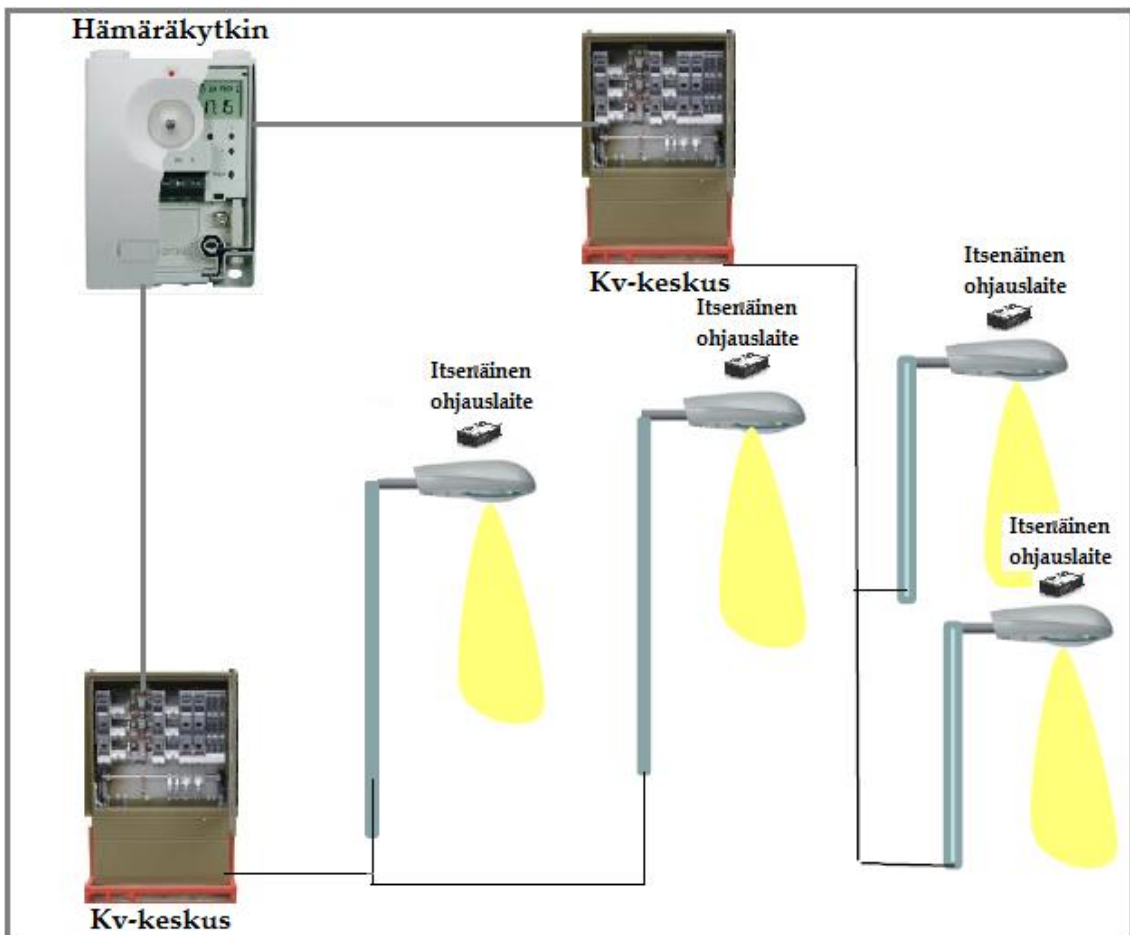
SLC-2000-järjestelmässä näkee sovelluksesta, ovatko yksittäiset keskuksat kunnossa, mutta vikaantuneen valaisimien paikantamista siinä ei ole. Järjestelmässä nähdään virranmittauksella virrankulutuksen pieneneminen, jos keskuksen alueella on viallisia valaisimia. Tässä järjestelmässä voi käyttää valaisimissa itsenäisiä valaisinkohtaisia ohjain

uksia. Kuvassa 26 SLC-2000 järjestelmän himmennys voidaan lisätä laittamalla ohjauslaitteet valaisimiin.



Kuva 26. SLC-2000 järjestelmän periaate

Pelkästään itsenäisissä valaisinkohtaisissa ohjauksissa (kuva 27), jotka himmentävät valaistusta yöaikana voidaan taas hyödyntää vanhoja keskuksia ja ketjutusta, jolloin investointikulut pysyvät kohtuullisina, mutta huollot joudutaan tekemään perinteisellä tavalla. Itsenäisistä valaisinkohtaisista Osram Oy:n 3AstroDIM ja StepDIM ovat vaihtoehtoja, joista löytyy ohjaus elektroniseen liitäntälaitteeseen yhdistettynä. Tätä laitetta voidaan ohjelmoida ilmaisella 3DIM-ohjelmalla, ja se on saatavissa kahdella eri portaalisella himmennysvaihtoehdolla ledeille sekä purkausvaloille. Näitä liitäntälaitteita voidaan myös hyödyntää jo aikaisemmin uusituissa valaistuksissa. (Osram Oy www-sivut 2014, hakupäivä 17.3.2014.)



Kuva 27. Itsenäinen himmennettävä järjestelmä

Oulun kaupungilla on käytössä C2 SmartLight-ohjaus katuvalokeskuksissa, joilla sytytetään valaistus, kun taas himmennys valaisimissa hoidetaan itsenäisellä valaisinkohtaisella ohjauksella ja säätömuuntajilla. Uusittavat keskuksat tulevat olemaan itsenäisiä keskuksia. (Niskanen 14.3.2014, sähköpostiviesti.)

4.3 Valaisimien vaihtojärjestys alueittain

Iin kunnan alueella on n. 1100 kpl elohopeahöyryvalaisimia, joiden vaihto pitäisi alkaa asunto- teollisuusalueittain. Määrä voisi olla lähes 300 kpl vuodessa, jolloin katuvalaistus olisi vaihdettu alueilta n. kolmessa vuodessa. Loput valaistuksesta on kuntoratavalaisusta, jonka voi vaihtaa pidemmällä aikavälillä investointi-määrärahojen puitteissa. Katuvalaistuksesta vaihdettujen valaisimilla avulla voidaan pitää yllä kuntoratavalaisusta, kunnes nekin saadaan vaihtoon.

Vaihto kannattaa aloittaa huonokuntoisimmista alueista ja samalla suunnitella, onko aiheellista vaihtaa valaistus pylväineen vai vaihtaa ainoastaan heikompikuntoiset pylväävät uusiin. Näitä alueita Iin kunnassa on jonkin verran Iin keskustan alueella ja Kuivaniemen keskustassa. Taulukossa 2 ovat alueet mahdollisessa vaihtojärjestyksessä ja alueiden vaihdettavien valaisimien määrät.

Taulukko 2. Vaihtojärjestys alueittain

II	
Ala-Hamina ja Haminantie	120
Kauppila	110
Lakso	80
Alaranta	129
Länsi-lilaakso	56
Itä-lilaakso	30
Suvantola	19
Kantolan-, konin- ja paakkarintie	71
Ojakyläntie	29
Olhava	6
Yht.	650
KUIVANIEMI	
Asemakylä	173
Kaikki yht.	823

4.4 Lamppujen vaihdon tuoma energian- ja kustannustensäästö

Asuntoalueiden valaistuksena on yleensä 125–250 W elohopeahöyryvalaisin, jonka korvaajaksi on suositeltavaa ottaa alueiden kokoomateilla 100 W suurpainenatriumvalaisin tai 70 W LED-valaisin. Tonttiteilla tehomääriä voidaan pienentää ja käytetään mielellään valkoista valoa tuottavaa 50 W:n monimetallivalaisinta tai 50 W:n LED-valaisinta. Pyöräteilla voi käyttää pylväsvälistä riippuen 70 W:n suurpainenatriumvalaisimia, 50 W:n monimetallivalaisimia tai 50 W:n LED-valaisimia. Teiden tehot on arvioitu lamppujen nimellisvalotehokkuuden mukaan.

Iin kunnan alueella on käytössä 125 W:n elohopeahöyryvalaisimia kaikkiaan n. 1110 kpl:ta, joten korvaavilla 70 W:n suurpainenatrium-, 50 W:n LED- ja 50 W:n monimetallilampun tehomäärillä voidaan laskea energiankulutukset ja -kustannukset eri lamppuille koko elinkaaren ajalle sekä kokonaissäästöt lamppujen vaihdosta. Vuosittainen käyttö-

aika valaistuksella on 9 kk eli n. 3600 h. Liitäntälaitteet lisäävät energian kulutusta keskimäärin 10 W kaikilla valaisimilla. Energian hinta on 0,10 €/kWh. Monimetallilampulla on samat arvot kuin LED-lampulla, joten se on jätetty pois taulukoista.

Taulukkoon 3 on laskettu energiankulutus kaavalla 1.

$$E = P * h , \quad (1)$$

missä

E on energiakulutus (kWh)

P on lampun ja liitäntälaitteen teho (W)

h on lampun käyttöaika vuodessa

Taulukko 3. Lamppukohtainen energiankulutus elinkaaren aikana

Lamppu	Teho kW	Käyttöaika h	1. vuosi kWh	5. vuosi kWh	10. vuosi kWh	20. vuosi kWh
HQL 125 W	0,135	3600	486	2430	4860	9720
Sp-Na 70 W	0,08	3600	288	1440	2880	5760
LED 50 W	0,06	3600	216	1080	2160	4320

Taulukkoon 4 on laskettu energiankustannus kaavalla 2.

$$K_{La} = P * S * h * T , \quad (2)$$

missä

K_{La} on lampun energiakustannus

P on lampun ja liitäntälaitteen teho (W)

S on energian hinta (snt/kWh)

h on lampun käyttöaika vuodessa

T on kustannusaika vuosina

Taulukko 4. Lamppukohtainen energiankustannus elinkaaren aikana

Lamppu	Teho kW	Käyttöaika h	Hinta €/kWh	1. vuosi €	5. vuosi €	10. vuosi €	20. vuosi €
HQL 125 W	0,135	3600	0,1	48,6	243	486	972
Sp-Na 70 W	0,08	3600	0,1	28,8	144	288	576
LED 50 W	0,06	3600	0,1	21,6	108	216	432

Taulukkoon 5 on laskettu kokonaisenergiankulutus kaavalla 3.

$$E_{kok} = E * L , \quad (3)$$

missä

E_{kok} on kokonaisenergiakulutus (kWh)

E on energiakulutus (kWh)

L on lamppujen määrä

Taulukko 5. Kokonaisenergiankulutus elinkaaren aikana

Lamppu	Määrä L	1. vuosi kWh	5. vuosi kWh	10. vuosi kWh	20. vuosi kWh
HQL 125 W	1110	539460	2697300	5394600	10789200
Sp-Na 70 W	1110	319680	1598400	3196800	6393600
LED 50 W	1110	239760	1198800	2397600	4795200

Taulukkoon 6 on laskettu kokonaisenergiankustannus kaavalla 4.

$$K_{kok} = K_{La} * L, \quad (4)$$

missä

K_{kok} on lampun kokonaisenergiakustannus

K_{La} on lampun energiakustannus

L on lamppujen määrä

Taulukko 6. Kokonaisenergiankustannus elinkaaren aikana

Lamppu	Määrä L	1. vuosi €	5. vuosi €	10. vuosi €	20. vuosi €
HQL 125 W	1110	53946	269730	539460	1078920
Sp-Na 70 W	1110	31968	159840	319680	639360
LED 50 W	1110	23976	119880	239760	479520

Taulukkoon 7 on laskettu kokonaisenergiankulutuksen säästöt kaavalla 5 (E_{HQLkul} arvot löytyy taulukosta 5 riviltä HQL 125 W).

$$E_{Kul} = E_{HQLkul} - E_{Sp-Na}, \quad (5)$$

missä

E_{Kul} on kokonaisenergiakulutuksen säästö

E_{HQLkul} on lampun kokonaisenergiakulutus (E_{HQLkul} arvot

löytyy taulukosta 5 riviltä HQL 125 W)

E_{Sp-Na} on lampun kokonaisenergiakulutus

Taulukko 7. Kokonaisenergiakulutuksen säästöt elinkaaren aikana

Lamppu	Kokonaisteho kW	1. vuosi kWh	5. vuosi kWh	10. vuosi kWh	20. vuosi kWh
Sp-Na 70 W	88,8	219780	1098900	2197800	4395600
LED 50 W	66,6	299700	1498500	2997000	5994000

Taulukkoon 8 on laskettu kokonaisenergiakulutuksen säästöt kaavalla 6 (E_{HQLkus} arvot löytyy taulukosta 6 riviltä HQL 125 W).

$$E_{Kus} = E_{HQLkus} - E_{Sp-Na} , \quad (6)$$

missä

E_{Kus} on kokonaisenergiakulutuksen säästö

E_{HQLkus} on lampun kokonaisenergiakustannus (E_{HQLkus} arvot löytyy taulukosta 6 riviltä HQL 125 W)

E_{Sp-Na} on lampun kokonaisenergiakulutus

Taulukko 8. Kokonaisenergiakulutuksen säästöt elinkaaren aikana

Lamppu	Kokonaisteho kW	1. vuosi €	5. vuosi €	10. vuosi €	20. vuosi €
Sp-Na 70 W	88,8	21978	109890	219780	439560
LED 50 W	66,6	29970	149850	299700	599400

Laskelmien kulutus- ja kustannussäästöt ovat näillä lamppu määrillä huomattavat jo vuoden aikana ja tähän voidaan lisätä himmennyksellä saatava energian säästö, joka on 25–50 % riippuen lamputyypistä ja himmennys tekniikasta.

Lamppujen vuotuisesta 3600 h:n paloajasta saadaan yli 2000 h:n himmennys aikaan 8 h:n portaallisella yohimmennyksellä. Säästöt LED-valaisimilla ovat 40–50 %, kun taas monimetalli- ja suurpainenatriumvalaisimilla säästöt ovat 25–50 %, jos käytetään elektronisia säätäjiä ja liitäntälaitteita sekä niihin soveltuvia lamppuja. Mikäli taas käytetään säätömuuntajaa himmennykseen, monimetallilamppu on ongelmallinen, koska se saattaa sammua kokonaan pidemmällä linjoilla jännitteen aleneman takia, joten sitä ei suositella. Suurpainenatriumlamppua voidaan himmentää n. 35 %:a käytettäessä säätömuuntajaa. (Niskanen 20.3.2014, haastattelu.)

Näillä säästöillä saadaan myös pienennettyä hiilidioksidipäästöjä, jotka ovat jokaista kWh:a kohden 200 g. Säästö liissä on suurpainenatriumlampuilla 44 tonnia vuodessa ja

LED-lampuilla 60 tonnia vuodessa. (Suomen Valoteknillisen Seuran www-sivut, hakupäivä 21.3.2014.)

4.5 Valaisimien investointi- ja käyttökustannuksien vertailu

Laskelmissa on laskettu ainoastaan lamppujen kokonaiskustannusten säästöjä, joten liitteessä 4 on vertailtu korvaavien valaisimien investointi- ja käyttökustannuksia valaisinta kohden. Kustannusten laskentaohjelmalla on laskettu valaisimen kokonaiskustannukset elinkaaren ajalle (20 v) ja kerrottu 1110:llä, joka on kunnan elohopeahöyryvalaisimien määrä. Suurpainenatriumvalaisimella kokonaiskustannus on n. 845 000 € ja monimetallivalaisimella 990 000 € sekä LED-valaisimella 720 000 €. Elohopeahöyryvalaisimilla kokonaiskustannus on 1 100 010 €, joten tästä voidaan päätellä elohopeahöyryvalaisimien vaihdolla saatavan aikaan huomattavia säästöjä. (Suomen Valoteknillisen Seuran www-sivut 2014, hakupäivä 21.3.2014.)

5 POHDINTA

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää Iin kunnan katuvalaistuksen nykytilanne sekä käsitellä valaistukseen liittyvää teoriaa ja käydä läpi erilaisia valonlähde- ja ohjaustapa- vaihtoehtoja.

Nykytilanteen selvityksessä tutkittiin katu-, puisto-, latu- ja satamavalaistuksen sekä ohjausjärjestelmien tilanne kunnan alueella, koska mahdollista vaihtoa suunniteltaessa pitää olla selvillä valaisimen tyyppi, valaisimen korkeus maasta, valaisinvarren pituus, maa- tai ilma-kaapeloinnin tila, pylväiden, valaistuksen ja keskusten kunto sekä pylväiden mahdollinen yhteiskäyttö muiden kaapelointien kanssa.

Kunnan alueelta oli olemassa jonkin verran aluekarttoja, joihin oli merkattu valaisimet ja keskukset, mutta suurelta osin valaisimien ja keskusten paikantaminen karttapohjiin selvittiin kenttätyönä. Samalla kuvattiin valaisimet pylväineen ja keskukset ohjausjärjestelmineen. Näistä tehtiin Excel-tietokanta, joissa oli valaisin- ja pylväs-tyypeistä taulukko mittoineen ja kuntoarvioineen sekä valokuvat ja karttapohjat asuinalueittain. Valaisimia pylväineen kuvattiin joka asuinalueelta joitakin kappaleita sekä kaikki ohjauskeskukset ohjauksien selville saamisille. Keskuksista tehtiin erillinen taulukko tietokantaan ohjausjärjestelmineen ja energiankulutusmäärineen. Näillä dokumenteilla on mahdollista saada kokonaiskuva kunnan katuvalaistuksesta, joiden pohjalta voidaan valaistuksen uusimista alkaa suunnittelemaan.

Valonlähdevaihtoehtoja tutkittaessa tuli vastaan kolme vaihtoehtoa, joita olivat suurpainenatrium-, monimetalli- ja LED-valaisin. Näillä saataisiin säästöjä energiakuluihin sekä lisäsäästöjä yöhimmennyksen avulla, mikä on ykkösvaihtoehto Iissä, koska vaihepudotusta ja yösammutusta ei haluttu vaihtoehdoksi. Tästä tehtiin kulutus- ja kustannusvertailua elinkaaren ajalle eri lamppujen ja valaisimien kesken. LED-valaisin oli kulutus- ja kustannustehokkain näissä vertailuissa, mutta erot eivät olleet kovin suuria, joten kaikki valaisinmallit ovat varteenotettavia uusittaessa katuvalaistusta.

Valmistajilla on näille valaisimille yksityiskohtaisia luetteloita, joissa on mainittuina suurimmat pylväsvälit, -korkeudet ja valaistustehot. Niistä voidaan varmistaa katuosuuksien valaistusluokkien riittävä vaatimuksien mukaisuus ja sitä myöten myös turvallisuus.

Ohjausjärjestelmiä on kaksisuuntaisia valmistajien hallinnoimia kuukausimaksullisia järjestelmiä ja kaksisuuntaisia käyttäjän hallinnoimia järjestelmiä sekä erilaisia itsenäisiä järjestelmiä, joita esitettiin vaihtoehtoina koko kunnan alueen katuvalaistuksen ohjaukseen.

Kuntakeskuksissa ja asuinalueilla, missä valaisinmäärät ovat suuria, olisi syytä harkita kaksisuuntaista ohjausjärjestelmää. Tällöin saataisiin säästöjä kaikkien valaisimien yhäaikaisesta sytyttämisestä ja mahdollisesta yöhimmentämisestä. Lisäsäästöjä voisi tulla myös valaisinkohtaisista tilatiedoista, jolloin huoltotyöt voidaan tarkentaa vikaantuneeseen paikkaan. Näistä kahdesta valmistajan- tai käyttäjän hallinnoimasta mallista on vaikea laittaa paremmuusjärjestykseen kumpaakaan, koska kumpikin malli on hyvä ja niillä saadaan aikaiseksi energiasäästöjä.

Itsenäiset järjestelmät soveltuvat taas parhaiten haja-asutusalueiden ohjausjärjestelmiksi, koska valaistusta on vähän katuvalokeskusta kohden ja useimmiten valaisimet ovat vielä suurpainenaatriumvalaisimia, joiden uusiminen ei ole tällä hetkellä ajankohtainen.

Ongelmiakin työssä oli. Dokumentoinnissa muutama katuvalokeskus jäi kuvaamatta ja talviolosuhteissa juurilahotutkimuksia ei voitu suorittaa, mutta kokonaisuudessaan työ onnistui hyvin huolimatta selvityksen laajuudesta.

LÄHTEET

C2 SmartLight Oy:n www-sivut 2014. Hakupäivä 26.2.2014.

<<http://www.c2is.fi/>>

Fonectan karttapalvelun www-sivut. Hakupäivä 12.1.2014.

<<http://www.fonecta.fi/kartat>>

Hautala, Pentti 2012, Tievalaistus. Hakupäivä 7.2.2014.

<<http://www.tieyhdistys.fi/binary/file/-/id/44/fid/420/>>

Hyttinen Ilkka 2014. Led valoilla säästää. Hakupäivä 8.4.2014.

<<http://ilkkahyttinen.puheenvuoro.uusisuomi.fi/161024-led-valoilla-saastoa-turvallisuutta-viihtyisyytta-ja-terveytta>>

Katuvalaistuksen valaistusvaatimukset www-sivut 2012. LiCon-AT Oy. Hakupäivä 13.2.2014

<<http://www.licon-at.fi/p2012/katuvalaistuksen%20valaistusvaatimukst.pdf>>

Ketomäki, Jaakko & Mäkeläinen, Tarja 2013. Ulkotilojen valaistus asuinalueen laatutekijänä. Hakupäivä 13.2.2014.

<<http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T119.pdf>>

Lamppuexpress.com:n www-sivut 2014. Hakupäivä 19.2.2014.

<<http://www.lamppuexpress.com/philips-sox/>>

Lehtonen, Kari 2012. Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset. Hakupäivä 13.2.2014.

<http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/uutiset/koulutukset/20120329_tie-suunnittelukoulu-tus/17_LehtonenTien%20valaisinpylv%E4iden%20ja%20jalustojen%20laatuvaatimukset2012a.pdf>

Leveltec Oy:n www-sivut 2014. Hakupäivä 26.2.2014.

<<http://www.leveltec.fi/>>

LiCon-AT Oy:n www-sivut 2014, Hakupäivä 13.2.2014.

<<http://www.licon-at.fi/p2012/katuvalaistuksen%20valaistusvaatimukst.pdf>>

Liikenneviraston www-sivut 2010. Hakupäivä 11.2.2014.

<http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-14_tien_valaisinpylvaiden_web.pdf>

Motiva Oy:n www-sivut 2014. Hakupäivä 4.2.2014.

<http://www.motiva.fi/files/2648/EuP-direktiivin_vaikutusten_arviointi_Tie-ja_katuvalaistus_seka_toimistovalistus.pdf>

Niskala, Heikki, projektipäällikkö, Oulun Energia Urakointi Oy. Puhelinhaastattelu 13.3.2014.

Niskala, Heikki, projektipäällikkö, Oulun Energia Urakointi Oy. Re: Katuvalaistus. Sähköpostiviesti t.karppila@gmail.com 14.3.2014.

Osram Oy:n www-sivut 2014. Hakupäivä 17.3.2014.

<http://www.osram.fi/osram_fi/uutiset--tiedot/valonsaetaetoerjestelmaet/teknologiat/3dim/index.jsp>

Oulun kaupungin valaistuksen yleissuunnitelman www-sivut 2010. Hakupäivä 13.3.2014.

<http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CEsQFjAG&url=http%3A%2F%2Foulu.ouka.fi%2Ftekninen%2FSuunnitelmat%2FNayta_Liite.asp%3FID%3D2139%26Liite%3DOulun&ei=m38hU8C_GYqCzAP29YGwBA&usg=AFQjCNFg_wxnjENI-qgYW3A7EKyvJla68g&bvm=bv.62922401,d.bGQ>

Philipsin lamppuoppaan www-sivut 2013. Hakupäivä 12.23.2014.

<http://www.lighting.philips.fi/pwc_li/fi_fi/connect/Assets/pdf/Philips%20Lamppuoppas_2013_WEB.pdf>

Philips Suomen www-sivut. Hakupäivä 14.3.2014.

<http://www.lighting.philips.fi/pwc_li/fi_fi/lightcommunity/assets/ledit-elavoittavat-kaupunkia.pdf>

Prysmian Finland Oy:n www-sivut. Hakupäivä 26.2.2014.

<http://fi.prysmiangroup.com/en/business_markets/markets/pd/products/voimakaaelit-1-kV/>

Rantakallio, Antti & Ylinen Anne 2011. Elohopealamput pois, mitä tilalle ja millä hinnalla? Hakupäivä 18.2.2014.

<http://lightinglab.fi/ekovalo/News/3_ylinen_rantakallio_elohopealamput_pois.pdf>

SFS 6000-7-741 2012, SFS-KÄSIKIRJA 600-1. Helsinki: SFS.

SFS 6000-EN 60529+A1 9.2 2012, SFS-KÄSIKIRJA 600-2. Helsinki: SFS.

Suomen Valoteknillisen Seuran www-sivut 2014. Hakupäivä 21.3.2014.

<<http://www.valosto.com/>>

Tiehallinnon www-sivut 2006. Hakupäivä 18.2.2014.

<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf>

Trifitek Finland Oy:n www-sivut 2014. Hakupäivä 25.2.2014.

<<http://mittarit.net/trifitek/?270.astrologinen-kellokytkin-ff-vaihtokosketin>>

LIITTEET

- Liite 1. Taulukko valaisimien ja keskusten määristä sekä muuta valaistuksen vaihdossa tarvittavaa tietoa
- Liite 2. Keskusten paikkatiedot ja ohjausmalli sekä kulutuslukemat
- Liite 3. Excel-tiedostot Kauppilan ja Länsi-Iilaakson alueista
- Liite 4. Valaistuskustannusten vertailulaskelmat

Valaisimien ja keskusten tiedot

Liite 1 1(2)

ALARANTA												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	Keskusia
Alaranta 1	Pää/sivu	Hyvä	Sp-Na	6m	Metalli	Maa	35m	Ei	0m	6m	51	
Alaranta 2	Pää/sivu	Tyydyttävä/Välttävä	Moni met./HQL	7m	Puu	Ilma	40m	Kyllä osittain	0.5m/1m	6m/5m	99	
Alarannantie	Pää	Tyydyttävä	HQL	10m	Puu	Ilma	50m	Kyllä osittain	1m	7m	21	
Alarannantie	Pyörätie	Tyydyttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	40m	Ei	0.5m	3m	9	
										Yht.	180	4
IINHAMINA												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Haminantie 2-12	Sivu	Välttävä	HQL	8m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	0.5m	5m	11	
Vanhahamina	Pää/sivu	Hyvä	Sp-Na	8m/5m	Metalli	Maa	50m/40m	Ei	0.5m/0.30m	6.5m/4.5m	50	
Ala-Hamina	Pää/sivu	Hyvä	Sp-Na	8m	Metalli	Maa	50m	Ei	0.5m	7m/6m	32	
Ala-Hamina	Pää/sivu	Välttävä	HQL	10m/7m	Puu	Ilma	50m/45m	Kyllä osittain	0.5m	7m/6m	109	
										Yht.	202	4
ILLINSAARI												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Illinsaarentie	Pää	Hyvä	Sp-Na	9.5m	Metalli	Maa	40m	Ei	0.8m	7m	11	
Illinsaarentie	Pää/sivu	Hyvä	Monimet.	8m/7.5m	Puu	Ilma	45m/42m	Kyllä	0.8m	7m/6m	86	
Hiihtokeskus-4 tie	Pää	Tyydyttävä	HQL	7.5m	Puu	Ilma	40m	Kyllä	0.5m	6m	13	
4-tien liittymä	Pää	Hyvä	Monimet.	8m	Puu	mMaa	40m	Ei	0.5m	7m	11	
										Yht.	121	2
ITÄ-ILAAKSO JA SOROSENTIE												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Sorosentie	Pää	Hyvä	Sp-Na	9.5m	Puu	Ilma	45m	Ei	0.5m	7m	65	
Sorosentie	Pää	Hyvä	Sp-Na	8m	Metalli	Maa	50m	Ei	0.5m	7m	4	
Liekentie	Pää	Hyvä	Sp-Na	8m	Metalli	Maa	50m	Ei	0.5m	7m	10	
Itä- ilaakso	Pää/sivu	Tyyd./välttävä	Monimetalli/HQL	8m/7m	Puu	Ilma	50m	Kyllä osittain	0.5m	7m	36	
										Yht.	115	3
KANTOLANTIE, KONINTIE JA PAAKKARINTIE												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Kantolantie	Pää	Tyydyttävä	HQL	8m	Puu	Ilma	50m	Kyllä osittain	1m	5m	29	
Konintie	Pää	Tyydyttävä	HQL	8m	Puu	Ilma	43m	Kyllä	0.8m	5m	39	
Paakkarintie	Pää	Tyydyttävä	Sp-Na	8m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	0.5m	5m	10	
Paakkarintie	Pää	Tyydyttävä	HQL	8m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	0.2m	5m	3	
										Yht.	81	3
KAUPPILA												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	Keskusia
Kauppila 1	Pää/sivu	Hyvä	Sp-Na	5.5m	Metalli	Maa	40m	Ei	1m/0m	5m	43	
Kauppila 2	Pää/sivu	Välttävä	HQL 125W	9m/7.5m	Puu	Ilma	50m/40m	Kyllä	0.5m	6m/5m	82	
Kauppila 3	Sivu	Hyvä/Välttävä	Sp-Na/HQL 125W	8m	Puu	Maa/ilma	40m	Kyllä	0.5m	5m	32	
										Yht.	157	4
KUIVANIEMI												
Alue	Tie	Kunto arvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Asemakylä	Pää/sivu	Välttävä	Sp-Na/HQL	10m/8m	Puu	Ilma	45m	Kyllä Osittain	1m/0.3m-1m	6m/5m	173	
Kaipaisentie	Sivu	Hyvä	Sp-Na	7m	Metalli	Maa	40m	Ei	0m	5m	11	
Huoltotie	Sivu	Hyvä	Sp-Na	6m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	1.5m	5m	4	
Huoltotie pyörätie	Sivu	Hyvä	Moni met. tai HQL	6m	Puu	Ilma	40m	Ei	0m	3m	8	
Opintie	Sivu	Tyydyttävä	Moni met. tai HQL	8m	Puu	Ilma	45m	Kyllä	0.3m	5m	4	
Kaakuriniementie	Pää	Hyvä	Sp-Na	5m	Metalli	Maa	35m	Ei	0m	5.5m	18	
Merihelmi	Liitymä	Hyvä	Sp-Na	7m	Puu	Maa	40m	Ei	0.5m	5m	10	
Merihelmi	Ali kulku	Hyvä	Sp-Na	5.5m	Upotett	Maa	3m	Ei	0m	5m	4	
										Yht.	232	6
LAKSO JA TIMPURINTIE												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Kauppatie 4	Pää	Huono	HQL /125W	9m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	1.5m	6m	4	
Kauppatie 22	Pää	Huono	HQL /125W	9m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	1.5m	6m	2	
Leipojantie 1	Pää	Hyvä	Sp-Na	9m	Puu	Maa	50m	Ei	0.5	7m	3	
Lakso	Pää/sivu	Välttävä	HQL	9m/7m	Puu	Ilma	50m	Kyllä osittain	0.5	6m	72	
Timpurintie	Pää	Hyvä	Sp-Na	9.5m	Puu	Maa	53m	Ei	0.5	7m	6	
										Yht.	87	1
LÄNSI-ILAAKSO												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Länsi- ilaakso 1	Pää/sivu	Välttävä	HQL	7m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	1.2m/0.8m	7m/6m	40	
Saukon-, pyörätie	Sivu	Tyydyttävä	HQL	6.5m/6m	Puu	Ilma	40m	Ei	0.5m	6m/3m	4	
Kirstin-, Kärpätie	Sivu	Tyydyttävä	HQL	6.5m	Puu	Ilma	40m	Ei	0.5m	6m	12	
Porkantie	Sivu	Hyvä	Sp-Na	7m	Puu	Ilma	45m	Ei	0.5m	6m	4	
Sahantie 1	Pää	Hyvä	Moni met.	10m	Puu	Maa	50m	Ei	0.5m	7m	5	
Sahantie -4 tie	Pää	Hyvä	Moni met.	10m	Puu	Ilma	50m	Ei	0.5m	7m	3	
Teollisuustie	Sivu	Hyvä	Moni met.	8m	Puu	Ilma	50m	Ei	0.5m	6m	2	
Sahatie	Pyörätie	Hyvä	Moni met.	6m	Puu	Maa	40m	Ei	0.5m	3.5m	2	
										Yht.	72	2
MICROPOLIS												
Alue	Tie	Kunto arvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Piisilta	Pää	Hyvä	Moni met.	7m/6m	Metalli	Maa	35m	Ei	0m	5m	36	
										Yht.	36	1
OIJÄRVI												
Alue	Tie	Kunto arvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Lukumäärä	
Kuivaniement.	Pää	Hyvä	Sp-Na	9m	Puu	Ilma	50m	Ei	0.8m	7m	11	
										Yht.	11	2
OLHAVA												
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä	
Sassintie	Pää	Hyvä/tyydyttävä	Sp-Na/HQL	8m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	0.5m	6m	14	
Ylikulkusilta	Pää	Hyvä	Sp-Na	10m	Puu	Maa	50m	Ei	0.5m	7m	19	
Väli-Olhava	Pää	Tyydyttävä	Sp-Na	10m	Puu	Maa	50m	Ei	0.5m	7m	12	
Yli-Olhava	Pää	Tyydyttävä	Sp-Na	10m	Puu	Maa	50m	Ei	0.5m	7m	32	
										Yht.	77	3

PAPPILA											
Alue	Tie	Kunto arvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsvali	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä
Taidepuisto	Polku	Hyvä	Sp-Na	5.5m	Metalli	Maa	60m	Ei	0.8m	2m	5
Alikulku	Pyörätie	Hyvä	Sp-Na	5.5m	Metalli	Maa	50m	Ei	0.8m	3m	2
Alikulku	Pyörätie	Hyvä	Sp-Na	3.5m	Uppoas	Maa	1.5m	Ei		3m	3
										Yht.	10
RYTIKUJA, OJAKYLÄ JA HÄRMÄNKUJA											
Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsvali	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä
Rytiukuja	Pää	Tyydyttävä	HQL	10m	Puu	Ilma	45m	Ei	0.5m	7m	6
Ojakyläntie pohj.	Pää	Hyvä	Sp-Na	10m	Puu	Ilma	50m	Ei	1.2m	7m	36
Ojakyläntie keski	Pää	Hyvä	Sp-Na	10m	Puu	Ilma	50m	Ei	1.2m	7m	27
Ojakyläntie vanha	Pää	Välttävä	HQL	9m	Puu	Ilma	45m	Kyllä	0.5m	7m	29
Härmänkuja	Pää	Hyvä	Sp-na	7.5m	Metalli	Maa	35m	Ei	0.5m	6m	10
Härmänkuja	Pää	Hyvä	Sp-na	8m	Puu	Ilma	40m	Ei	0.5m	6m	9
Härmänkuja	Pyörätie	Hyvä	Sp-na	5.5m	Metalli	Maa	35m	Ei	0m	3.5m	5
										Yht.	122
											4
SUVANTOLA											
Alue	Tie	Val. Vuosi	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsvali	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä
Terv. keskus	Pää	Välttävä	HQL	6.5m	Puu	Ilma	50m	Ei	0.5m	5m	5
Suvantotie	Pää	Tyydyttävä	HQL	7.5m	Puu	Ilma	44m	Kyllä	0.8m	6m	5
Tapiontie	Pää/sivu	Tyydyttävä	HQL/monimet.	7.5m	Puu	Ilma	40m	Kyllä	0.8m/0.5m	6m	9
										Yht.	19
											0
TIKKASENHARJU											
Alue	Tie	Val. Vuosi	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsvali	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä
Tikkasenharju 1	Pää/sivu	1997	Monimet.	9m/7.5m	puu	Ilma	38m/34m	Kyllä	1m	6m	49
Tikkasenharju 2	Pää/sivu	2011	Sp-Na	7,7m/5,5	Metalli	Maa	40m/30m	Ei	1m/0m	6m	129
										Yht.	178
											3
SATAMAT JA UIMARANTA											
Alue	Tie	Kunto arvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Määrä	Valonheittimet	
Vatunki	Satama	Tyydyttävä	HQL	8m	Puu	Maa	Ei	0.3m	10		1
Laitakari	Satama	Tyydyttävä	HQL	8m	Puu	Maa	Ei	0.3m	1		0
Praava	Satama	Tyydyttävä	HQL	8m	Puu	Maa	Ei	0.3m	2		0
Illinsaari	Uimaranta	Tyydyttävä	HQL	8m	Puu	Ilma	Kyllä	0m	0		1
									Yht.	13	2
											3
LATUVALAISTUS Ii											
Alue	Tie	Kunto arvio	Valolaji	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsvali	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Valonheittimet	Määrä
Asemakylä	Valaistulatu	Välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	80m	Ei	0.5m		0 12
Asemakylä	Valonheittimä	Hyvä/välttävä	Monimet./HQL5/4 kpl	6m	Puu	Ilma	80m	Ei	0m		9 0
Illinsaari	Valaistulatu	Välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	80m	Ei	0.3m-1m		0 60
Illinsaari	Valaistulatu	Tyydyttävä	Monimet.	8m	Puu	Ilma	80m	Ei	0.8m		0 2
Illinsaari	Valonheittimä	Tyydyttävä	Monimet.	6m	Puu	Ilma	80m	Ei	0m		6 0
Ojakylä	Valaistulatu	Välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	70m	Ei	0.5m		0 17
Pohjois-Iin koulu	Valaistulatu	Välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	70m	Ei	0.5m		0 21
									Yht.	15	112
											3
LATUVALAISTUS Kuivaniemi											
Kuivaniemi	Valaistulatu	Tyydyttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	60m	Ei	0.5m		0 28
Kuivaniemi	Valonheittimä	Tyydyttävä	Sp-Na tai moni met.	6m	Puu	Ilma	70m	Ei	0m		4 0
Luola-aava	Valaistulatu	Huono/välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	1 km	Ei	0.5m		0 17
									Yht.	4	45
											3
LATUVALAISTUS Oijärvi											
Sampola	Valaistulatu	Välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	60m	Ei	0.5m		0 17
											1
LATUVALAISTUS Olhava											
Laukkukuusentie	Valaistulatu	Välttävä/huono	HQL	6m	Puu	Ilma	70m	Ei	0.5m		0 27
Yi-Olhava	Valaistulatu	Välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	70m	Ei	0.5m		0 28
Yi-Olhava	Valonheittimä	Välttävä	HQL	6m	Puu	Ilma	0m	Ei	0m		8 0
									Yht.	8	55
											2
										Sp-Na	638
										Moni met.	196
										HQL	1095
										KAIKKI YHT.	29 1929 54

lin energia				
Alue	Hämäräkytkin	Kello	Käyttöpaikan no:	Kulutus kWh/2013
Puistotie	Kyllä	Ei	2011	18417
Alarannantie	Kyllä	Ei	2352	39677
Alarannantie	Ei	Ei	3050	21910
Autoilijantie	Ei	Ei	7758	15322
Haminantie1(Laurintie1)	Ei	Ei	4264	299
Honkalantie	Ei	Ei	6256	14533
Härmänkuja latu	Kyllä	Kyllä	4312	1339
Härmänkuja	Kyllä	Ei	6988	10147
Illinsaari	Kyllä	Ei	6091	41783
Illinsaari	Kyllä	Ei	523	18639
Illinsaari latu	Kyllä	Kyllä	6069	16651
Konintie	Ei	Ei	1361	17699
Kauppatie	Kyllä	Ei	2022	39269
Kauppilantie	Ei	Ei	2015	15111
Kesätie	Ei	Ei	500019	12374
Kirkkotie	Ei	Ei	2021	50194
Kirstinharjuntie	Ei	Ei	4307	7839
Laitakari satama	Kyllä	Ei	4133	728
Lieksentie	Ei	Ei	4656	2608
Lieksentie	Ei	Ei	7369	4453
Maaliskuja	Ei	Kyllä	7580	20255
Mikroel.(Piisilta)	Ei	Ei	6012	14824
Oijärven latu	Kyllä	Kyllä	3987	10475
Oijärven tie			6067	11169
Oijärven tie	Kyllä	Kyllä	3988	27758
Oijärven urheiluk.			1054	5905
Ojakyläntie TVK1	Kyllä	Kyllä	7747	14121
Ojakyläntie TVK2	Kyllä	Kyllä	7748	18343
Ojakyläntie	Kyllä	Kyllä	1200	18053
Olhavan latu	Kyllä	Kyllä	3098	3468
Paakarintien latu	Kyllä	Kyllä	3412	7160
Paloaseman- ja Illintie	Ei	Ei	3049	19082
Pikkumökintie/luistelu	Kyllä	Kyllä	4313	22064
Praava satama hile kone	Kyllä	Ei	4479	
Puusepäntie			2020	49869
Sassintie Olhava	Kyllä	Ei	4585	10585
Sorosentie risteys	Ei	Ei	3051	52116
Sorosentie tievalo	Kyllä	Ei	6506	36739
Sorteerintie			6994	24739
Tenkulantie 10 AS 4			2344	256
Paasonrannantie	Ei	Ei	2017	14167
Tikkasenhari	Kyllä	Ei	4913	27856
Vaihtometsäntie	Ei	Ei	2006	28230
Vihkosaaren uimaranta	Kyllä	Kyllä	5842	6079
Sassintie 15 A 3			830	858
			Yht.	793163

Rantakaira sähkö Kuivaniemi				
Alue	Hämäräkytkin	Kello	Käyttöpaikan no:	Kulutus kWh/2013
Asememakylän latuvalot	Kyllä	Kyllä	2530570	2108
Kaakuriniemiementie	Kyllä	Ei	2547370	3262
Kaukolämpökeskus	Huolto- ja pyörätien valot		2376280	0
Lohitien tievalot			2335630	20480
Luola-aavan latuvalot	Kyllä	Kyllä	2466680	0
Oijärven tievalot Kuivajoen tie	Kyllä	Ei	2531560	43039
Patosaaren tievalot	Kyllä	Ei	2514440	2371
Rynkyntie valot Merihelmi	Ei	Ei	2515050	0
Vanhantien tievalot	Kyllä	Ei	2379010	24169
Vatunki huoltorakennus	Sataman valot		2312330	0
Vatunki veneilij. Huolto	Sataman valot		2501220	0
Väärän tievalot	Kyllä	Ei	2335490	143710
			Yht.	239139
			lin energia	Yht. kWh/2013
			Rantakaira Kuivaniemi	1032302

Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Lukumäärä	Keskuksia
Kauppila 1	Pää/sivu	Hyvä	Sp-Na	5.5m	Metalli	Maa	40m	Ei	1m/0m	5m	43	
Kauppila 2	Pää/sivu	Välttävä	HQL 125W	9m/7.5m	Puu	Ilma	50m/40m	Kyllä	0.5m	6m/5m	82	
Kauppila 3	sivu	Välttävä	HQL 125W	8m	Puu	Ilma	40m	Kyllä	0.5m	5m	32	4



Alue	Tie	Kuntoarvio	Valolaji/teho	Korkeus	Pylväs	Kaapeli	Pylväsväli	Yhteiskäyttö	Valaisinvarsi	Tien leveys	Määrä kpl	Keskuksia
Länsi- lilaakso 1	Pää/sivu	Välttävä	HQL	7m	Puu	Ilma	50m	Kyllä	1.2m/0.8m	7m/6m	40	
Saukon-, pyörätie	Sivu	Tyydyttävä	HQL	6.5m/6m	Puu	Ilma	40m	Ei	0.5m	6m/3m	4	
Kirstin-, Kärpätie	Sivu	Tyydyttävä	HQL	6.5m	Puu	Ilma	40m	Ei	0.5m	6m	12	
Porkantie	Sivu	Hyvä	Sp-Na	7m	Puu	Ilma	45m	Ei	0.5m	6m	4	
Sahantie 1	Pää	Hyvä	Moni met.	10m	Puu	Maa	50m	Ei	0.5m	7m	5	
Sahantie -4 tie	Pää	Hyvä	Moni met.	10m	Puu	Ilma	50m	Ei	0.5m	7m	3	
Teollisuustie	Sivu	Hyvä	Moni met.	8m	Puu	Ilma	50m	Ei	0.5m	6m	2	
Sahatie	Pyörätie	Hyvä	Moni met.	6m	Puu	Maa	40m	Ei	0.5m	3.5m	2	2



VALAISTUSKUSTANNUSTEN VERTAILULASKELMA				
(Perustuu Ruotsin energiaviranomaisten laskentamalliin)				
PROJEKTI:	Katuvalaistus			
PÄIVÄMÄÄRÄ/LAATIJA:	5.2.2014 TK			
PROJEKTIN NUMERO:				
Edellytykset				
Laskenta-aika	vuosi	20		
Vuotuinen todellinen korko (sadasosia)		0,04		
Vuotuinen energian hinnannousu inflaation lisäksi (sadasosia)		0,00		
Vuotuinen valonlähteiden hinnannousu inflaation lisäksi (sadasosia)		0,00		
Välien lukumäärä laskentakaudella	st	2	3	0
Vuotuinen huoltokustannusten hinnannousu inflaation lisäksi (")		0,00		
Välien lukumäärä laskentakaudella	st	2	3	0
INVESTOINTIKUSTANNUKSET				
Valaisimet		Sp-Na	Monimetalli	LED
Valaisintyyppi		Nro 1	Nro 2	Nro 3
Valmistaja				
Tarkempi määrittely (esim. lamputyyppi, teho, ...)	W	70	50	50
Lukumäärä	kpl	1	1	1
Yksikköhinta	eur/kpl	200	300	400
Valaisinkustannus	eur	200	300	400
Lamput				
Teho/lamppu mukaan lukien liitäntälaitteen häviöt	W	80	60	60
Lukumäärä/valaisin	kpl	1	1	1
Yksikköhinta	eur/kpl		0	0
Lamppukustannus	eur	0	0	0
Asennus				
Materiaali- ja työkustannukset/valaisin	eur			
Valaistuksen ohjaus	eur	0	0	0
Muut kustannukset	eur	0	0	0
Asennuskustannukset	eur	0	0	0
INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ				
	eur	200	300	400
		Sp-Na	Monimetalli	LED
		Nro 1	Nro 2	Nro 3
KÄYTTÖKUSTANNUKSET				
Energiakustannukset				
Asennettu teho mukaan lukien liitäntälaittehäviöt	W	80	60	60
Käyttöaika	h/y	3 600	3 600	3 600
Käyttökerroin		1,0	1,0	0,8
Energiankulutus / vuosi	MWh/år	0,29	0,22	0,17
Sähköenergian hinta	eur/kWh	0,10	0,10	0,10
Energiakustannus / vuosi	eur/y	29	22	17
Laskentakerroin 1		14,13	14,13	14,13
Energiakustannusten nykyarvo	eur	407	305	244
Valonlähdekustannukset - mukaan lukien vaihto				
Valonlähteen elinikä	h	25 000	20 000	80 000
Vaihtoväli	vuosia	7	6	22
Vaihtokustannus / kpl	eur	65	95	200
Laskentakerroin 2		1,34	1,97	0,00
Valonlähdekustannusten nykyarvo	eur	87	187	0
Huoltokustannukset				
Huoltokustannus valaisinta kohden	eur/kpl	50	50	50
Käyttöaika ennen huoltoa	h	25 000	20 000	80 000
Huoltoväli	vuosia	7	6	22
Laskentakerroin 3		1,34	1,97	0,00
Huoltokustannusten nykyarvo	eur	67	99	0
KÄYTTÖKUSTANNUKSET YHTEENSÄ		561	591	244
KOKONAISKUSTANNUS (NYKYARVO)				
	eur	761	891	644

VALAISTUSKUSTANNUSTEN VERTAILULASKELMA				
(Perustuu Ruotsin energiaviranomaisten laskentamalliin)				
PROJEKTI:	Katuvalaistus			
PÄIVÄMÄÄRÄ/LAATIJA:	5.2.2014 TK			
PROJEKTIN NUMERO:				
Edellytykset				
Laskenta-aika	vuosi	20		
Vuotuinen todellinen korko (sadasosia)		0,04		
Vuotuinen energian hinnannousu inflaation lisäksi (sadasosia)		0,00		
Vuotuinen valonlähteiden hinnannousu inflaation lisäksi (sadasosia)		0,00		
Välien lukumäärä laskentakaudella	st	2	3	0
Vuotuinen huoltokustannusten hinnannousu inflaation lisäksi (")		0,00		
Välien lukumäärä laskentakaudella	st	2	3	0
INVESTOINTIKUSTANNUKSET				
Valaisimet		HQL		
Valaisintyyppi		Nro 1	Nro 2	Nro 3
Valmistaja				
Tarkempi määrittely (esim. lamputyyppi, teho, ...)	W	125	0	0
Lukumäärä	kpl	1	0	0
Yksikköhinta	eur/kpl	150	300	400
Valaisinkustannus	eur	150	0	0
Lamput				
Teho/lamppu mukaan lukien liitäntälaitteen häviöt	W	135	0	60
Lukumäärä/valaisin	kpl	1	1	1
Yksikköhinta	eur/kpl		0	0
Lamppukustannus	eur	0	0	0
Asennus				
Materiaali- ja työkustannukset/valaisin	eur			
Valaistuksen ohjaus	eur	0	0	0
Muut kustannukset	eur	0	0	0
Asennuskustannukset	eur	0	0	0
INVESTOINTIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ				
	eur	150	0	0
KÄYTTÖKUSTANNUKSET				
		Nro 1	Nro 2	Nro 3
Energiakustannukset				
Asennettu teho mukaan lukien liitäntälaittehäviöt	W	135	0	0
Käyttöaika	h/y	3 600	3 600	3 600
Käyttökerroin		1,0	1,0	0,8
Energiankulutus / vuosi	MWh/år	0,49	0,00	0,00
Sähköenergian hinta	eur/kWh	0,10	0,10	0,10
Energiakustannus / vuosi	eur/y	49	0	0
Laskentakerroin 1		14,13	14,13	14,13
Energiakustannusten nykyarvo	eur	687	0	0
Valonlähdekustannukset - mukaan lukien vaihto				
Valonlähteen elinikä	h	25 000	20 000	80 000
Vaihtoväli	vuosia	7	6	22
Vaihtokustannus / kpl	eur	65	95	200
Laskentakerroin 2		1,34	1,97	0,00
Valonlähdekustannusten nykyarvo	eur	87	0	0
Huoltokustannukset				
Huoltokustannus valaisinta kohden	eur/kpl	50	50	50
Käyttöaika ennen huoltoa	h	25 000	20 000	80 000
Huoltoväli	vuosia	7	6	22
Laskentakerroin 3		1,34	1,97	0,00
Huoltokustannusten nykyarvo	eur	67	0	0
KÄYTTÖKUSTANNUKSET YHTEENSÄ		841	0	0
KOKONAISKUSTANNUS (NYKYARVO)				
	eur	991	0	0