

Anniina Vilkkö


TAIPALSAAREN KUNNAN
KATUVALAISTUKEN TILAN
KARTOITUS JA
INVESTOINTIEHDOTUKSEN
LAATIMINEN

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Helmikuu 2015



KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä 19.02.2015
Tekijä(t) Anniina Vilkkö		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma
Nimeke Taipalsaaren kunnan katuvalaistuksen tilan kartoitus ja investointiehdotuksen laatiminen		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön aiheena oli selvittää Taipalsaaren kunnan katuvalaistuksen nykytila. Työn lähtökohtana oli EU-direktiivi, joka kieltää Suomessa eniten katuvalaistuksessa käytetyn elohopeahöyrylampun myynnin. Tilalle on hankittava energiatehokkaampia ratkaisuja.</p> <p>Uusien valaisinvaihtoehtojen lisäksi työssä oli oleellisena osana laatia kartoitus kunnan katuvaloverkosta. Kunnalla ei ole olemassa karttoja katuvalaistuksesta eikä tarkkaa tietoa valaisinten määrästä tai tyypeistä. Kaikki katuvalot piirrettiin karttaan, ja selvitettiin valaisintyyppit, pylväsmateriaalit, kaapelointitarve ja teholuokat. Kartoitus tehtiin käsin, eikä sitä tässä vaiheessa siirretä digitaaliseen muotoon, mutta jatkossa se on laadittujen karttojen avulla mahdollista.</p> <p>Kunnalle laadittiin myös investointiehdotus valaistuksen uusimisesta ja vertailtiin kertyviä kuluja eri valaisimia käyttäen. Työ onnistui hyvin ja tavoitteisiin päästiin.</p>		
Asiasanat (avainsanat) katuvalaistus, EcoDesign -direktiivi, elohopeahöyrylamppu, kartoitus, dokumentointi		
Sivumäärä 52+10	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Jorma Pekkanen		Opinnäytetyön toimeksiantaja Taipalsaaren kunta

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 19.02.2015
Author(s) Anniina Vilkkö		Degree programme and option Electric Engineering
Name of the bachelor's thesis Taipalsaari municipal street lighting on the mapping and investment proposal preparation		
Abstract <p>The subject of this thesis was to investigate the Taipalsaari municipal street lighting in the current state. The starting point was an EU directive that prohibits the sales of mercury vapour lamps for street lighting. More energy-efficient solutions must be used.</p> <p>The work includes a survey of street lighting network. Municipality does not have maps of street lighting nor accurate information about the amount or TYY-types. All the street lights were plotted on the map. This thesis also discusses lighting types, column materials, wiring and power classes. The survey was done by hand, and cannot at this stage be transferred to digital format, but in the future it may be possible.</p> <p>The thesis also includes an investment proposal to renew the lighting where the accumulative costs of using different lamps are compared.</p>		
Subject headings, (keywords) street lighting, EcoDesign Directive, mercury vapor lamps, mapping, documentation		
Pages 52+10	Language Finnish Jorma Pekkanen	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Jorma Pekkanen		Bachelor's thesis assigned by Taipalsaari municipal

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TAIPALSAAREN KUNTA.....	2
3	ECODESING-DIREKTIIVI	2
4	KATUVALAISTUS SUOMESSA	3
4.1	Valaistus valta- ja kantateillä.....	4
4.2	Vaatimukset ja valaistusluokat	4
5	VALONLÄHTEET	5
5.1	Elohopeahöyrylamppu	6
5.2	Suurpainenatriumlamppu.....	7
5.3	Monimetallilamppu.....	8
5.4	LED-lamppu	9
6	OHJAUSTAVAT	11
6.1	Ketjutus.....	12
6.2	Paikallisojhaus	12
6.3	Älykäs ohjaus.....	12
7	TAIPALSAAREN VALAISINVERKON NYKYTILA	12
7.1	Kartoitus	13
7.2	Valaisinten määrät ja tyytit	14
7.3	Valaisinten kunto alueittain	15
7.3.1	Taipalsaaren kirkonkylä.....	16
7.3.2	Saimaanharju.....	16
7.3.3	Konstu	18
7.3.4	Kuivaketvele	20
7.3.5	Vehkataipale	21
7.3.6	Rehula ja Levänen.....	21
7.4	Katuvalokeskukset ja ohjausjärjestelmät.....	21
7.4.2	Taipalsaaren kirkonkylä.....	23
7.4.4	Saimaanharju.....	26
7.4.6	Konstu	28
7.4.8	Kuivaketvele	34
7.4.10	Vehkataipale	35

7.4.12	Rehula ja Levänen.....	37
7.5	Ongelmakohdat.....	38
8	VALAISTUKSEN UUSIMINEN.....	42
8.1	Investointiehdotus.....	43
8.1.1	Valaisinten vaihto kolmen vuoden aikana.....	43
8.1.2	Valaisinten vaihto yhden vuoden aikana.....	44
8.1.3	Maakaapelointi.....	45
8.2	Takaisinmaksuaika.....	45
8.3	Pappilanniemi.....	46
8.4	Käyttökustannukset.....	48
8.5	Investointituki uusiutuvalle energialle.....	49
9	VALAISTUKSEN KUNNOSSAPITO.....	49
10	POHDINTA.....	50
	LÄHTEET.....	51
	LIITTEET	
	1 Käytetyt piirrosmerkit	
	2 Piirretyt kartat	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on selvittää Taipalsaaren kunnan katuvalaistusverkon nykytila. EU:n energiapalveludirektiivin myötä markkinoilta poistuvat elohopeahöyrylamput on korvattava uudella teknologialla, ja työssä pohditaan tarjolla olevia ratkaisuja niin valaisinten kuin ohjausjärjestelmienkin pohjalta.

Merkittävä osa työstä koostuu kuitenkin kartoitustyön tekemisellä, sillä Taipalsaaren kunnalla ei ole olemassa karttoja katuvalaistuksestaan, eikä tarkkaa tietoa valaisinten määrästä tai tyypeistä. Kaikki katuvalot piirretään karttaan ja selvitetään valaisintyyppit, pylväsmateriaalit, kaapelointitarve ja teholuokat. Piirrettäessä käytetään selkeitä piirrosmerkkejä, joiden perusteella voidaan tulkita valaisinten ominaisuudet. Myös valaisinkeskusten lähdöt selvitetään ja ne merkitään erillisille kartoille, sekä mitataan käynnistysvirrat, jotta voidaan pohtia, ovatko sulakekoot kohteeseen sopivia. Piirrostyö tehdään käsin piirtämällä. Kunnalla ei ole käytössä tietokoneohjelmaa, jonne valaisinverkko voitaisiin dokumentoida. Jatkossa heillä on kuitenkin mahdollisuus siirtää tieto helposti käsin piirretyistä kartoista tietokoneelle, jos sähköinen ohjelma otetaan käyttöön. Kartoitustyön ohella tehdään silmämääräistä kuntotarkastusta valaisinverkolle ja ongelmakohdat merkitään ylös.

Työssä käsitellään myös valaistuksen uusimista ja laaditaan investointiehdotus käyttäen esimerkkinä kahta eri valaisintyyppiä. Investointiehdotuksessa lasketaan kertyviä kustannuksia eri vaihtoehtoilla käyttäen muun muassa yhden ja kolmen vuoden vaihtoehtomalleja sekä lasketaan kustannuksia, jos verkko maakaapeloitaisiin kokonaisuudessaan. Tämän lisäksi perehdytään rakenteilla olevaan uuteen omakotitaloalueeseen.

Loppuun on laadittu pienimuotoinen kunnossapitosuunnitelma lähinnä esimerkiksi aiheista, joihin voisi olla syytä kiinnittää huomiota. Kunnalla ei ole tällä hetkellä käytössä kunnossapitosuunnitelmaa.

2 TAIPALSAAREN KUNTA

Taipalsaaren kunta on Saimaan rannalla, Lappeenrannasta neljäntoista kilometrin päässä sijaitseva vajaan viidentuhannen asukkaan kunta. Pinta-alaltaan kunta on 762 km², joista puolet on Saimaan vesistöalueita ja toinen puoli koostuu noin seitsemästä sadasta saaresta. Kunta on Sisä-Suomen vesistöisin kunta, rantaviivaa kunnalla on 1008 kilometriä. /1./

Asutusalueet sijaitsevat Taipalsaaren kirkonkylän lisäksi Saimaanharjulla, Konstussa ja Kuivaketveleellä (kuva 1). Pienempiä maalaiskyliä ovat Vehkataipale, Rehula ja Levänen. Kunta on varsin elinvoimainen, tontit ovat haluttuja ja kunnan sisällä rakennetaankin jatkuvasti uutta asutusta. Pappilanniemen uusi asutusalue nousee kirkonkylän vierele lähelle palveluita. Myös kesämökkejä kunnassa on paljon. /1./



KUVA 1. Taipalsaaren alueen kartta /2/

3 ECODESING-DIREKTIIVI

Euroopan unioni laati vuonna 2009 uusia energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin liittyviä asetuksia, jotka vaikuttavat Euroopan ja myös Suomen tie- ja katuvalaistukseen. Direktiivin tarkoitus on vähentää energian kulutusta ja siten säästää ympäristöä sekä luonnonvaroja. Elohopeahöyrylamput tulevat poistumaan markkinoilta vuonna 2015 ja suurpainenatrium- sekä monimetallilampuille on asetettu valotehokkuusvaatimuksia. /3./

EcoDesing-direktiivi määrittelee energiaa käyttävien tuotteiden suunnittelun ja tuotekehityksen ekologiset vaatimukset. Tavoitteena on ympäristönäkökohtien ja elinkaarirajattelen integrointi tuotteiden suunnitteluvaiheessa. Direktiivillä edistetään kestävä kehitystä parantamalla energiatehokkuutta ja ympäristön suojelun tasoa sekä samalla energiahuoltovarmuutta. Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty aikataulut laadituille säädöksille. /3./

TAULUKKO 1. EcoDesingn – direktiivin vaatimukset purkauslamppuille /4/

Voimaan	Säädöksen 245/2009 vaatimukset purkauslamppuille
13 huhtikuuta 2010	Valmistajien on tarjottava purkauslamppujen tietyt tiedot ilmaisilla internetsivuilla ja teknisissä dokumenteissa
13 huhtikuuta 2012	Valotehokkuusvaatimuksia suurpainenatriumlampuille joilla CIE CRI 60 tai alle Valotehokkuusvaatimuksia monimetallilampuille joilla CIE CRI 80 tai alle ja suurpainenatriumlampuille joilla CIE CRI yli 60 Vaatimuksia suurpainenatriumlamppujen valontuoton alenemakertoimelle (LLMF) ja eloonjäämiskertoimelle (LSF) Hyötysuhdevaatimuksia purkauslamppujen virranrajoittimille (ballast)
13 huhtikuuta 2015	Valotehokkuusvaatimuksia muille purkauslamppuille Suurpainenatriumlamppujen valotehokkuusvaatimukset koskettamaan elohopealamppuja suoraan korvaavia malleja Elohopealamput ja niitä suoraan korvaavat suurpainenatriumlamput poistuvat markkinoilta
13 huhtikuuta 2017	Valotehokkuusvaatimuksia monimetallilampuille => Kvartsilasiset monimetallilamput poistuvat markkinoilta Vaatimuksia monimetallilamppujen valontuoton alenemakertoimelle (LLMF) ja eloonjäämiskertoimelle (LSF) Hyötysuhdevaatimukset purkauslamppujen virranrajoittimille (ballast) kiristyvät

4 KATUVALAISTUS SUOMESSA

Katuvalaistuksella tarkoitetaan tyypillisimmin teiden varsilla olevaa valaistusta, jota pidetään päällä pimeän tullen. Teiden lisäksi voidaan valaista jalankulkuväyliä, puistoja, siltoja, tunneleita, muistomerkkejä, julkisivuja ynnä muuta. Katuvalaistuksen tehtävänä on parantaa asuinalueiden yleistä turvallisuutta ja viihtyvyyttä, kohentaa liikenneturvallisuutta ja vähentää pimeän ajan onnettomuuksia. /8./

Valaisintyyppinä yleisimmin käytössä ovat elohopeahöyrylamppu, suurpainenatriumlamppu, monimetallilamppu ja LED-lamppu. Valaisimet kiinnitetään puiseen tai metalliseen pylvääseen, ja etenkin maaseudulla puisten valaisinpylväisen välissä voi kulkea myös sähkö- ja puhelinlinjoja. /8./

Katuvalojen pylvääät voivat olla myös riski liikenneturvallisuudelle, jos niiden törmäysominaisuudet auto-onnettomuuksissa ovat huonot. Nykyään käytetään jäykkien pylväiden ohella isompien teiden varsilla turvallisempia taipuvia ja pysäyttäviä pylväitä, jotka törmäyksessä murtuvat tai katkeavat. Katkeavat pylvääät eivät kuitenkaan sovi kaupunkialueille, sillä katketessaan ne saattaisivat aiheuttaa lisävahinkoa ihmisille ja taloille. /8./

4.1 Valaistus valta- ja kantateillä

Suomessa valtio on vastuussa yleisten teiden valaistuksen hankinnasta, jos valaistusta pidetään tarpeellisenä liikenneturvallisuuden, alueen muun valaistuksen tai varustelun kannalta. Valtion tienpitoviranomaisena toimii Liikennevirasto, joka on liikenneministeriön hallinnon alla toimiva virasto. Liikennevirasto omistaa valaistuksen valta- ja kantateillä. Seutu- ja yhdysteiden valaistuksen omistaa joko Liikennevirasto tai kunta, riippune siitä, pitääkö Liikennevirasto valaistusta tarpeellisenä vai ei. 6./

Tiehallinto pyrkii tarkastamaan omistamansa 20 – vuotta vanhat valaisimet ja saneeraamaan ne esimerkiksi silloin, kun valaistusteho on liian alhainen, valaisimen energiankulutus on korkea tai käyttöikä lyhyt verrattuna moderneihin lamppuihin, tai jos tietä levennetään tai siirretään. Liikenneviraston tavoitteena on uusia tievalaisimet viimeistään 30 – vuoden iässä. Kunnilla tämä vuosiluku vaihtelee, sillä kunnilla on usein valtiota vähemmän rahaa käytettävissään, mikä näkyy vanhempana valokantana. /7./

4.2 Vaatimukset ja valaistusluokat

Tie- ja katuvalaistukseen liittyy monia määräyksiä, ohjeita sekä valaistusluokkia. Valaistuksen on oltava tasoltaan sellainen, että tienkäyttäjä havaitsee ajoissa ajoradalla ja sen välittömässä läheisyydessä olevan esteen ja saa oikean käsityksen omasta nopeudestaan sekä sijainnistaan. Kevyen liikenteen valaistusvaatimuksiin kuuluu myös autoilijoiden tarve nähdä jalankulkijat ja pyöräilijät. Luminanssi L (cd/m^2) osoittaa, miten valoisalta tien pinta näyttää. /8./

Käytännön suunnittelua varten valaistus jaetaan luokkiin, jotka määritellään valaistusteknillisten perusteiden avulla. Luokkia käytetään, jotta eritasoisille tie- tai katuosuuksille saataisiin, turvallinen, toimiva sekä ympäristöön sopiva valaistus. /8./

”AL - luokat on tarkoitettu kuivalla ja märällä päällysteellä moottoriajoneuvon kuljettajille teillä ja kaduilla, joilla ajonopeus on korkeahko tai suuri, vähintään 50 km/h. AE - luokat on tarkoitettu yleisillä teillä moottoriajoneuvon kuljettajille ja muille tienkäyttäjille konfliktialueilla, kiertoliittymissä ja mutkikkaissa tasoliittymissä yms. K-luokat taas on tarkoitettu jalankulkijoille ja pyöräilijöille jalkakäytävillä, jalankulku- ja muilla alueilla ajoradan vieressä sekä asunto- ja pihakaduille, jalankulkukaduille, pysäköintialueille ja pihaille. Erityiskohteisiin on lisäksi käytössä lisäluokkia”. /8./

5 VALONLÄHTEET

Valaisimet voidaan jakaa eri tyypeihin esimerkiksi käyttötarkoituksen, lampputyypin, rakenteen, asennustavan tai valonjako-ominaisuuksien mukaan. Valaisintyyppi tulee valita käyttötarkoitukseen sopivaksi. Katuvalaisimissa käytetään nykyään lähinnä purkauslamppujen ryhmään kuuluvia lamppuja. Purkauslamput ovat tehokkaita valonlähteitä. Nämä lamput tarvitsevat toimiakseen erillisen virranrajoittimen eli kuristimen ja usein myös sytyttimen, joka sytyttää lampun usean kilovoltin jännitepiikillä. /8./

Lampputyypeistä ovat nykyään käytössä lähinnä elohopea- monimetalli-, suurpainenatrium-, pienpainenatrium- ja uusimpana LED-valaisimet. Näistä kaikki muut paitsi LED ovat tyypiltään purkauslamppuja. Elohopea- ja monimetalli- ja LED-lamput tuottavat valkoista valoa, suurpainenatriumlamput oranssia valoa ja pienpainenatriumlamput keltaista valoa. Värillä on merkitystä lähinnä ympäristön viihtyvyyden ja vähäisemmässä määrin havaitsemisen, häikäisyn ja opastamisen kannalta. Hehkulamppuja käytetään ainoastaan valo-ohjauksessa. /8./

Valaisimen tehtävä on valon suuntaaminen hyvällä hyötysuhteella lampusta ajoradalle ja sen lähiympäristöön, sekä lampun suojaaminen erilaisilta rasituksilta: likaantuminen, sään vaihtelu, värinä, korroosio, pöly, ilkivalta, ilman epäpuhtaudet yms. Valaisimen tulee olla helppo huoltaa ja muodoltaan sellainen, että tuulikuorma on mahdollisimman pieni. /8./

5.1 Elohopeahöyrylamppu

Elohopealamppu (kuva 2) kuuluu toimintaperiaatteeltaan kaasupurkauslamppuihin, joka tuottaa valoa elohopeahöyryn ja loisteaineen avulla. Lamppu on kehitetty jo 1930-luvulla, ja se on ollut Suomen käytetyimpiä valaisintyyppejä viime vuosille asti. EU-asetuksen myötä elohopeahöyrylamppu poistetaan markkinoilta vuoden 2015 aikana sen huonon energiatehokkuuden takia (valotehokkuus vain noin 50 lm/W). /8./

Hankintahinnaltaan valaisin on ollut edullinen, se tuottaa vaaleaa, lähes valkoista valoa. Valaisimen energiankulutus on kuitenkin sen verran suuri, että niiden käyttäminen ei ole kustannustehokasta. Lampun polttoikä on noin 16 000 tuntia (vuotuisella noin 4000 tunnin käyttömäärällä lamppujen vaihtoväli on noin neljä vuotta), mutta tehon alenema tänä aikana on merkittävä ja värintoisto heikkenee huomattavasti lampun elinkaaren aikana. /16./

Elohopealamppu syttyy noin viidessä minuutissa. Sammutuksen jälkeen elohopealamppua ei saada syttymään heti uudelleen, vaan se tarvitsee muutamia minuutteja jäähtyäkseen. Elohopeahöyrylamppu liitetään verkkoon kuristimen avulla, jonka tehtävä on rajoittaa lampulle tulevaa virtaa. Käyttöjännitteen vaihtelu ei vaikuta paljoa elohopealamppun käyttöikään ja jännite on yleensä 230 +/- 10 %. /5./



KUVA 2. Elohopeahöyrylamput 250 W ja 125 W

5.2 Suurpainenatriumlamppu

Suurpainenatriumlamppu (kuva 3) kuuluu toimintaperiaatteeltaan myös purkauslampuihin, mutta sen valotehokkuus on huomattavasti korkeampi (noin 110 lm/W) verrattuna elohopeahöyrylamppuun. Lampun toiminta perustuu natriumhöyryn lähettämään valoon, joka tapahtuu purkausputkessa korkeassa paineessa. Hankintahinta lampulla on edullinen ja polttoikä on pitkä (jopa 32 000 tuntia eli noin 8 vuotta), mutta se tuottaa oranssinkeltaista valoa (kuva 4), joten sen värintoisto-ominaisuus on heikko. Tästä syystä valaisinta onkin eniten käytetty tieosuuksilla ja pääteiden varsilla. Asutusalueille on valittu elohopeahöyrylamppu paremman värintoistonsa ansiosta. Nyt kuitenkin elohopealamppujen poistuessa markkinoilta on useissa tapauksissa myös asuntoalueille asennettu suurpainenatriumlamppuja. Markkinoilla on myös valokorjattuja suurpainenatriumlamppuja, jotka toistavat värejä paremmin, mutta niiden kestoikä ja valotehokkuus ovat huonompia verrattuna tavalliseen suurpainenatriumlamppuun. /16./

Suurpainenatriumlamppu syttyy jännitepulssin avulla, minkä vuoksi elohopealamppua ei voida korvata suoraan normaalilla suurpainenatriumlampulla. Elohopeahöyrylamppun suoraan korvaavia suurpainenatriumlamppuja on olemassa, mutta myös ne poistuvat markkinoilta EcoDesing -asetuksen myötä vuonna 2015. Suurpainenatriumlampun sytyttäminen kestää 5 – 10 minuuttia, jonka jälkeen lamppu palaa täydellä teholla. Jännitekatkon jälkeen suurpainenatriumlamppu syttyy 1 - 2 minuutin kuluttua jännitteen palamisesta. /5./



KUVA 3. Suurpainenatriumlamput 70 W ja 100W putken muotoisena ja ellipsoidina



KUVA 4. Suurpainenatriumlamput tuottavat oranssinkeltaista valoa /10/

5.3 Monimetallilamppu

Monimetallilamppu (kuva 5) on periaatteeltaan hyvin samanlainen kuin elohopealamppu, mutta sen ominaisuuksia on paranneltu käyttämällä purkausputkessa useita eri metalleja. Sen tuottama valo on puhtaampaa, värintoistokyky parempi ja valaistusteho voimakkaampi (75 - 125 lm/W), mutta käyttöikä on hieman lyhyempi (12 000 tuntia eli noin kolme vuotta) elohopeahöyrylamppuun verrattuna. /9./

Hankintahinnaltaan monimetallilamppu on ollut suurpainenatriumlamppua jonkin verran kalliimpi ja tästä syystä sitä on käytetty lähinnä kohteissa, joissa tarvitaan hyvää värintoistoa kuten kaupunkien keskustoissa, toreilla, aukioilla ja puistoissa. Värintoist ominaisuuksiltaan monimetallilamppu on purkauslamppuista paras. Nykyään monimetallilampun hinta alkaa olla jo melko samaa luokkaa suurpainenatriumlampun kanssa, joten siitä on tullut vahva kilpailija suurpainenatriumlampun rinnalle, vaikkakin polttoikä niillä on huomattavasti lyhyempi. /16./

Monimetallilampun sytyttäminen vie useita minuutteja, eikä se sammuessaan syty heti uudelleen. Sen syttymisjännite on huomattavasti suurempi kuin elohopealampulla ja tämän takia monimetallilampun kanssa on käytettävä erillistä sytytintä. /9./



KUVA 5. Monimetallilamppu /11/

5.4 LED-lamppu

LED-valaisimet (kuvat 6 ja 7) edustavat uusinta tekniikkaa ja ovat tällä hetkellä nopeimmin kehittyvä valonlähde katuvalaistuksessa. Niiden uskotaan jossain vaiheessa syrjäyttävän lähes kokonaan muut valaisintyypit. LED-valaisimen etuna on niiden hyvä valotehokkuus (100 – 120 lm/W) (kuva 8.), pieni energiankulutus, pitkä käyttöikä ja erittäin hyvä valontoisto. LED:n energiankulutus on noin 70 % pienempi verrattuna elohopeahöyrylamppuun. LED:t ovat myös värinän- ja iskunkestäviä, pienikokoisia ja lähes huoltovapaita. /8./

Useat valmistajat lupaavat, että valaisimen valotehosta on jäljellä 80 % jopa 70 000 käyttötunnin jälkeen. Tämä tuo merkittävän säästön ulkovalaistuksen huoltokuluihin. Perinteiset purkauslamput vaihdetaan yleensä neljän vuoden jälkeen. Suomen oloissa tämä tarkoittaisi, ettei valaisimen LED-moduulia tarvitsisi vaihtaa kuin 15 – 17 vuoden välein. Jotkut valmistajat lupaavat jopa 30 – vuotta moduulin kestoikäksi. Moduulin vaihtaminen on kuitenkin huomattavasti kalliimpaa, sillä LEDissä ei ole erillistä polttimoa, vaan koko valaisin on tällöin vaihdettava uuteen. /8./

LEDin hinta on ollut korkea muihin valaisintyyppeihin verrattuna, mutta hinnat laskevat kokoajan LED-valon myynnin kasvaessa. Suomessa jo useissa kunnissa ja kaupungeissa on otettu LED-valoja käyttöön korvaamaan poistuvan elohopeahöyrylampun.



KUVA 6. LED-valaisin /12/



KUVA 7. LED-valaisin Lemillä



KUVA 8. LED-valaisimia /13/

6 OHJAUSTAVAT

Katuvalot on ryhmitelty alueittain tietynkokoisiksi katuvalopiireiksi, ja kullakin katuvalopiirillä on oma katuvalokeskuksensa, josta valaistusta ohjataan. Ohjausjärjestelmä ohjaa katuvalaistusta päälle ja pois aseteltujen ehtojen mukaisesti (valoisuus, kellon-aika, liikenteen määrä yms.) Yleensä toimintaperiaate valaistuksen ohjauksessa on se, että kaapelia pitkin tuodaan ohjauskäsky katuvalokeskuksessa sijaitsevalle ohjausreleelle, joka ohjaa kontaktoreita. Kun rele vetää ja ohjaa kontaktorin kiinni, valot syttyvät. Pienemmillä alueilla käytetyn hämärä- tai kellokytkintä, toimintaperiaate on sama paitsi, että ohjauskäsky tulee keskuksen yhteydessä olevalta hämäräkytkimeltä tai kellokytkimeltä. Etäkäytöllä toimiva ohjausjärjestelmä taas tuo ohjauskäskyn langattomasti keskuksessa olevalle toimilaitteelle, joka ohjaa valaistusta päälle tai pois. /5./

Markkinoilla on tarjolla useita eri vaihtoehtoja katuvalaistuksen ohjaukseen. Esimerkiksi älykkäät ja etäohjattavat ohjausjärjestelmät ovat nopeasti yleistynyt vaihtoehto. Älykkäillä ohjausjärjestelmillä on mahdollista saavuttaa säästöä energiankulutuksessa, sillä niiden avulla saadaan valojen syttymis- ja sammumisajankohdat optimaalisiksi.

Katuvaloja ei aina pidetä kustannussyistä päällä koko hämärää aikaa, vaan ne saatetaan sammuttaa, lamppujen valotehoa laskea jännitteenalennuksella (himmennys) tai valaisinkohtaisilla ominaisuuksilla. Nopeasti yleistyvät LED-katuvalaisimet mahdollistavat valaistuksen portaattoman säädön. Yöaikaan liikennettä on vähän, jolloin on mahdollista säästää valaistuksessa. /5./

6.1 Ketjutus

Ketjuttamisella tarkoitetaan ohjaustapaa, jossa valokeskukset on yhdistetty sarjakytkennöin ohjauskaapeli välityksellä. Ketjutuksen hyvänä puolena on se, että valot saadaan syttymään samanaikaisesti, mutta se on samalla myös herkkä vioille. Jos yhdellä keskuksella ilmenee vika, eivät muutkaan sen takana olevat keskukset saa ohjauskäskyä ja suuri alue jää ilman valaistusta. /5./

6.2 Paikallisohtaus

Pienten alueiden valaistuksen ohjauksessa käytetään yleensä hämärä- tai kellokytkintä, joka ohjaa valaistuksen päälle ja pois asetettujen parametrien mukaan. Hämräkytkimet voivat sijaita joko katuvalokeskuksessa, pylväässä tai lamputissa itsessään. /5./

6.3 Älykäs ohjaus

Älykäs tievalaistus on monipuolinen tapa ohjata katuvalaistusta. Ohjaus toimii GSM- tai GPRS-verkon avulla, ja yleensä se on toteutettu logiikoita käyttäen. Tarjolla on useiden eri valmistajien ohjausjärjestelmiä, joissa on eri ominaisuuksia. Valaistuksen ohjauksen voidaan toteuttaa etäohjauksena selainpohjaisella ohjelmalla, jolla pystytään ohjaamaan valoja sekä nähdään niiden kulutus ja mahdolliset vikatilanteet ja esimerkiksi palaneiden valaisinten määrä reaaliajassa karttapohjalta. Järjestelmä valitsee valitsevan liikennemäärän perusteella valaistusluokan ja pitää sen vakiona parametrien määrittelemissä ja lamppujen valovirran sallimissa rajoissa. Älykkäällä ohjausjärjestelmällä voidaankin parantaa valaistuksen ohjausta huomattavasti. /8./

7 TAIPALSAAREN VALAISINVERKON NYKYTILA

Vuonna 2014 katuvalaistukseen sähköä kului Taipalsaaren kunnan alueella 399 059 kWh eli pyöristettynä lähes 400 MWh. Sähkölaskua tästä kertyi 0,1 €/kWh hinnalla 40 000 €. Alueella sijaitsee 829 katuvalaisinta ja 14 katuvalokeskusta. Näistä katuvalaisimista 590 kappaletta eli 71,2 % on korvattavia elohopeahöyrylamppuja. Laskelmiin ei ole laskettu mukaan rakenteilla olevaa Pappilanniemen asuinalue, jonne on suunniteltu asennettavaksi joko LED- tai monimetallivalaisimet. Valaistusverkon vanhimmat

osat ovat iältään jo yli kolmekymmentä vuotta vanhoja, joten verkon kunto vaihtelee alueittain reilusti. Verkko koostuu elohopeahöyry-, suurpainenatrium- ja monimetallivalaisimista, kreosiitti- ja painekyllästetyistä puupylväistä sekä metallipylväistä. Johdotus on toteutettu sekä ilmajohtimia, että maakaapelointia käyttäen.

Taipalsaarentien varrella oleva valaistus on ELY-keskuksen eli Tiehallinnon omistuksessa ja vastuulla. Ainoastaan Taipalsaaren kirkonkylän kohdalla Taipalsaarentien valaistus on Taipalsaaren kunnan omistuksessa. Sähköntoimittaja on Lappeenrannan Energia Oy.

Katuvalokeskukset sijaitsevat teiden ja katujen varsilla tai niiden lähetyvillä asennettuna maahan tai pylvääseen. Valaistuksen ohjaus on toteutettu käyttämällä vyörytysohjausta. Muutamissa tapauksissa on käytetty myös hämäräkytkintä. Kesällä katuvalot on sammutettu säästösyistä. Kunnalla ei ole erillistä hoitosuunnitelmaa valaistuksen hoidon toteuttamiseen, vaan huoltoa tehdään aina tarpeen mukaan ja palaneet lamput vaihdetaan, kun niitä havaitaan.

7.1 Kartoitus

Taipalsaaren valaisinverkosta ei ollut olemassa karttoja eikä valaisimien tyypeistä tai lukumäärästä ollut tarkkaa tietoa. Lähdin kartoittamaan valaisimia Eniron karttapohjalle tulostamalla kaikista alueista kartat joissa katuvalaistusta on. Selvitin piirrosmerkit, joita tulin käyttämään (liitteessä 1), sekä tutustuin valaisintyyppien ulkonäköön, koska minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta aiheesta.

Kartoitus tapahtui kävellen / ajaen autolla kaikki kadut läpi, laskemalla valaisinten määrä, tarkkailemalla kuntoa, selvittämällä tyypin ja piirtämällä ne karttaan. Piirsin myös johdotusreitit, jos kohteessa oli käytetty ilmajohtimia, sekä merkitsin karttaan ohjauskeskukset. Aluksi haasteita tuotti valaisimen tyypin selvitys, mutta tähän silmä harjaantui kartoitustyön edetessä. Ohjauskeskuksen rajat selvitin ajamalla valoja päälle. Tällä tavoin selvisi myös se, oliko kohteessa elohopea- vai suurpainenatriumlamppu. Epäselvät tapaukset kävin tarkistamassa eräänä syysiltana, jolloin ilta oli jo pimennyt.

Puhtaaksi piirtämisen tein käsin karttapohjaan. Piirsin jokaisen ohjausyksikön erikseen, jotta lopputulos olisi mahdollisen selkeä. Kuvassa 9 on esimerkki piirretystä kartasta.

Alueella on eritehoisia elohopea- ja monimetallilamppuja asennettuna metatalli- ja puupylväisin. Loput piirretyt kartat löytyvät liitteestä 2.



KUVA 9. Piiretty kartta Kostun alueelta

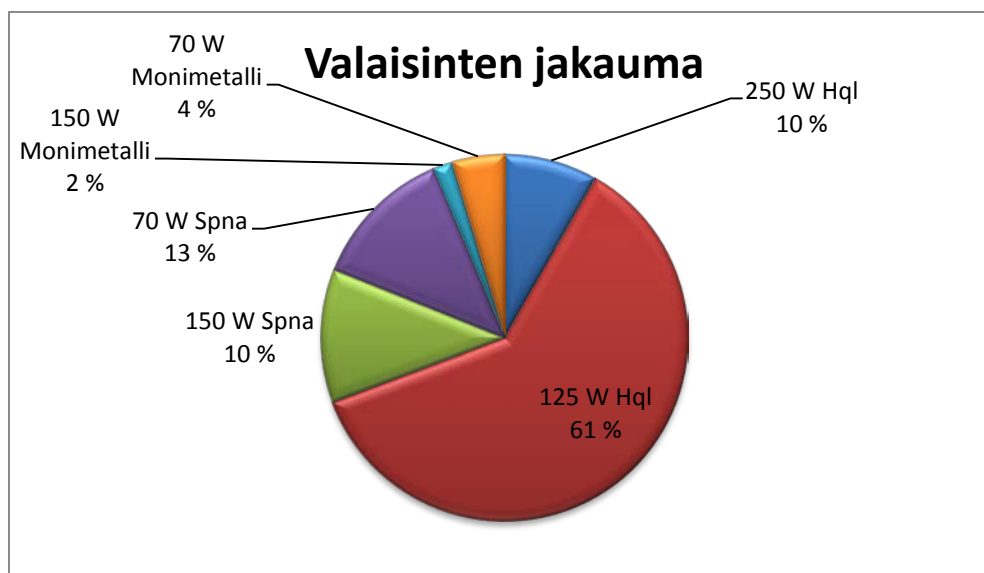
7.2 Valaisinten määrät ja tyypit

Taipalsaaren kunnan alueella eniten käytetty valaisintyyppi on elohopeahöyrylamppu, joita on yhteensä 590 kappaletta. Näistä 85,6 % on teholtaan 125 W ja 14,4 % 250 W. Nämä valaisimet on korvattava uusilla valaisimilla. Suurpainenatrium lamppuja on yhteensä 201 kappaletta. Uusille alueille on asennettu myös monimetallilamppuja yhteensä 52 kappaletta. Valaisinten määrät, tyypit ja jakauma on esitetty myös taulukossa 2 ja kuviossa 1.

TAULUKKO 2. Valaisinten määrät ja tyypit

Valaisintyytit	Taipalsaari	Saimaanharju	Konstu	Kuivaketvele	Maaseutu	Yhteensä
Elohopeahöyrylamppu 250 W	3	45	23		14	85
Elohopeahöyrylamppu 125 W	131	206	125	43		505
Suurpainenatriumlamppu 150 W	36	20		3	24	83
Suurpainenatriumlamppu 70 W		51	22		31	104
Monimetallilamppu 150 W			14			14
Monimetallilamppu 70 W			38			38
Yhteensä	170	322	222	46	69	829

Pääsääntöisesti valaisimet jakautuvat niin, että pääteiden varsilla on käytetty 150 W suurpainenatriumvalaisimia, pääkatujen varsilla 250 W elohopeahöyrylamppuja ja muilla kaduilla 125 W elohopeahöyrylamppuja.

**KUVIO 1. Valaisinten jakauma**

7.3 Valaisinten kunto alueittain

Valaistuksen kunto vaihtelee alueittain paljon. Iso osa valaistuksesta on jo useiden vuosikymmenten takaa ja kaipaisi uusimista. Toisaalta uudemmat alueet ovat valaistuksen osalta erittäinkin tyylikkäitä ja moderneja.

Ikääntyminen valaisimissa näkyy kupujen haalistumisena ja tummumisena, likaantumisenä, pylväiden kulumisena ja lahoamisena sekä valaisinvarsien ruostumisena. Ikääntymisen myötä myös valaisimien valaistusvoimakkuus ja energiatehokkuus laskevat.

7.3.1 Taipalsaaren kirkonkylä

Taipalsaaren kirkonkylän halki menevän Taipalsaarentien varrella on uudehko hyväkuntoinen valaistus. Tämä on toteutettu 150 W suurpainenatriumlampuilla. Valaisimet ovat hyväkuntoisia ja pylväät vankkoja painekyllästettyjä puupylväitä. Johdotus on vedetty maahan.

Alueen muiden katujen valaistuksen kunto on keskinkertainen. Alueella on käytetty valaistuksessa 125 W elohopeahöyrylamppua. Pylväät ovat kreosiittikyllästeisiä puupylväitä ja johdotus on toteutettu ilmalinjana. Valaisinten kuvut ovat paikoin tummuneet tai puuttuvat kokonaan. Valaisinvarsissa esiintyy paikoin ruostetta ja pylväissä kuluaa. Poikkeuksen tähän tekee kuitenkin Myllymäentieltä alkava uudehko asuinalue, jonka valaisimet ovat tyylikkäitä metallivartisia valaisimia (kuva 10). Valaisimien kuvut ovat kuitenkin keränneet likaa, ja ne suositeltaisiin puhdistettavaksi lampun vaihdon yhteydessä.



KUVA 10. Myllymäentien valaisimia

7.3.2 Saimaanharju

Saimaanharjun valaistus on mielestäni Taipalsaaren alueen valaistuksista huonokuntoisin ja vaatisi uudistamista. Valaistus on useita vuosikymmeniä vanha, pylväät ovat jo melko kuluneita, valaisinvarret ruostuneita ja valaisimet haalistuneita / tummuneita / kuvut puuttuvat kokonaan (kuvat 11 - 12). Johdotus on tehty ilmalinjana. Valaisimina

on käytetty ainoastaan elohopeahöyrylamppuja. Kuhatie ja Kirjolahentie ovat pääkatuja joiden varrella sijaitsee muun muassa koulu, kirjasto ja kauppia. Varsinkin tämän alueen valaistuksen modernisointi voisi olla aiheellista.



KUVA 11. Kuhatien ja Kirjolahentien risteys



KUVA 12. Kirjolahentie

Hauhianrannan alue on uudempi, ja sinne on asennettu perinteiset metallipylväiset valaisimet. Kunto näillä on hyvä, tosin kasvanut koivikko peittää valaisimia, joten alueella olisi puiden harvennustarvetta (kuva 13).



KUVA 13. Koivikko peittää valot

7.3.3 Konstu

Konstun alueella on monen ikäistä valaistusta. Pääsääntöisesti kunto on kuitenkin hyvä. Konstunkaarella on jämäkät puuvartiset valaisimet 250 W elohopeahöyrylampuilla. Ankkurikaaren alueella valaisimet ovat metallivartisia 125 W elohopeahöyryvalaisimia. Kunto näillä on muuten hyvä, mutta suurin osa valaisimien kuvuista kaipaisi puhdistusta. Kupujen tummentuminen aiheuttaa merkittäviä häviöitä valaistusvoimakkuudessa (kuva 14).



KUVA 14. Tummentuneita kupuja Konstussa

Konstun pohjoisosaan uudelle alueella on asennettu tyylikkää monimetallivalaisimet, pääkadun varrelle 150 W ja muualle 70 W (kuva 15). Konstun eteläosassa on käytetty asuinalueella 70 W suurpainenatriumlamppuja (kuva 16).



KUVA 15. Monimetallivalaisimia Konstussa



KUVA 16. Suurpainenatriumvalaisimia Konstusta

Taipalsaaren sairaalalle johtavalla Kirjamoinkaarella valaistus on vanhempaa. Valaisimet ovat 125 W elohopeahöyrylamppuja, pylväät melko kuluneita puupylväitä ja valaisin varret ruostuneita. Kaikki alueella oleva valaistus on johdotettu maan kautta, minkä ansiosta yleisilme on kuitenkin melko siisti.

Saimaanharjun ja Konstun alueella kiertää valaistu kuntorata. Saimaanharjun alueen rata on vanhempi. Siellä on käytetty 70 W suurpainenatriumvalaisinta, pylväät ovat kreosiittikyllästeisiä ja johdotus on ilmalinjaa. Muutama pylväs on kallistunut vinoon. Kuntoradan uudemmalla osalla Konstussa on käytetty 150 W tehokkaita suurpainenatriumlamppuja, pylväät ovat tukevia painekyllästettyjä puupylväitä ja johdotus on maan kautta.

7.3.4 Kuivaketvele

Kuivaketveleen alueen valaistus on Pukkiniementietä lukuun ottamatta samaa kunto- luokkaa kuin Saimaanharjun alue (kuvat 17 - 18). Valaistuksessa näkyy jo ikä, kuvut ovat tummuneet, pylväät jo hieman kuluneet ja valaisinvarsissa esiintyy ruostetta. Johdotus on ilmalinjaa, pois lukien Pukkiniementie.



KUVA 17. Valaistusta Kuivaketveleestä



KUVA 18. Valaistusta Kuivaketveleestä

7.3.5 Vehkataipale

Vehkataipaleen alueen valaistus on hyväkuntoista. Alueella on käytetty suurpainenatriumlappua ja pylväävät ovat tukevia painekyllästettyjä puupylväitä. Johdotusta on sekä ilma- että maalinjana.

Vehkataipaleella on myös vanha kuntorata, jonka nykyisestä käyttöasteesta en ole tietoinen. Rata vaikuttaa hylätyltä ja valaisimista suurin osa on palanut. Ilmeisesti kuitenkin talvella kuntoradalla kulkee hiihtolatu.

7.3.6 Rehula ja Levänen

Rehulassa ja Leväsessä sijaitsee muutaman katuvalon verkosto, joka on hyvässä kunnossa. Valaisimet ovat 250 W elohopeahöyrylamppuja ja pylväävät tukevia painekyllästettyjä puupylväitä, johdotus on ilmalinjaa. Leväsen valaistus tosin ei ole enää ollenkaan käytössä.

7.4 Katuvalokeskukset ja ohjausjärjestelmät

Katuvalokeskuksia Taipalsaaren kunnan alueella on 14 kappaletta (taulukko 3, kuva 19), joissa kaikissa on oma etäluettava kWh-mittari, pois lukien Taipalsaaren sairaalalle vievien Kirjamoinkaaren ja Taljatien katuvalaistus, jota ohjataan Taipalsaaren sairaalan ulkovalaistuksen kanssa samasta ryhmästä. Nämä valaisimet ovat kuitenkin Taipalsaaren kunnan omistuksessa ja vastuulla, mutta niiden käytöstä ja sähkölaskun maksusta vastaa Taipalsaaren sairaala. Katuvalokeskukset ovat sijoitettu teiden lähetyville joko maahan tai pylvääseen. Keskuksien kunto vaihtelee paljon.

Valaistuksen ohjaus on toteutettu käyttäen hämäräkytkin ohjausta. Valaistus palaa täydellä teholla läpi yön, koska tällä ohjaustavalla ei ole mahdollista pudottaa tiettyjä valaisinryhmiä yöllä pois energian säästämiseksi. Kesä- ja heinäkuuksi valaisimet kytketään kokonaan pois päältä pienen valaistustarpeen ja energian säästön vuoksi.

TAULUKKO 3. Katuvalokeskukset

Valaistuskeskukset	Käyttöpaikka	Mittarin numero	Vuosikulutus 2014
Katuvalot Saimaanharju	Salattu	Salattu	110 016
Hauhianranta katuvalot	Salattu	Salattu	20 321
Aitoinniementie katuvalot	Salattu	Salattu	5 611
Lotjapolku katuvalot	Salattu	Salattu	40 920
Kuivaketveleen katuvalot	Salattu	Salattu	32 665
Röytyn katuvalot	Salattu	Salattu	23 721
Konstunkatu	Salattu	Salattu	47 097
Niiraskantie	Salattu	Salattu	25 150
Muukkolantie	Salattu	Salattu	48 397
Leväsen Katuvalot	Salattu	Salattu	0
Vehkataipaleentie 1237	Salattu	Salattu	16 381
Pururata TAIPALSAARI	Salattu	Salattu	15 514
Vehkataipaleen kuntopolku	Salattu	Salattu	850
Rehulan Katuvalot	Salattu	Salattu	12 416
			Yhteensä 399 059 kwh

**KUVA 19. Katuvalokeskuksia**

Kaikki 14 katuvalokeskusta käytiin läpi, tarkasteltiin keskusten kuntoa, selvitettiin keskukselta lähtevät ryhmät ja mitattiin käynnistysvirrat, jotta voitiin selvittää onko kohteessa oleva sulakekoko sopiva. Alla on esitetty läpikäydyt keskuksset.

7.4.2 Taipalsaaren kirkonkylä

Katuvalot Muukkolantie

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 35 A

Käynnistysvirrat: L1: 28 A, L2: 23A, L3: 21 A

Lähdöt:

1. Tyhjä
2. 2F1-3 3 x 25 A (Merkitty vihreällä)
3. 3F1-3 3 x 25 A (Merkitty oranssilla)
4. 4F1-3 3 x 25 A (Merkitty keltaisella)

Kuvassa 20 on esitetty lähdöt eriväreillä merkittyinä, ja kuvassa 21 on kuva keskuksesta ja ryhmitellyistä sulakkeista. Sähkömittarin oikealla puolella on pääsulakkeet ja mittarin alla neljässä rivistössä sulakelähdöt, joista vasemmalta ensimmäinen rivistö on tyhjä, toinen rivistö syöttää karttaan vihreällä merkityt valaisimet, kolmas rivistö syöttää oranssilla merkityt valaisimet ja neljäs rivistö keltaisella merkityn alueen.

Keskus sijaitsee kolmen metrin korkeudella pylväässä, ja sinne pääsee vain kiipeämällä pylväskengillä tai käyttämällä nostolaitetta.



KUVA 20. Lähdöt merkittynä karttaan



KUVA 21. Muukkolantien katuvalokeskus

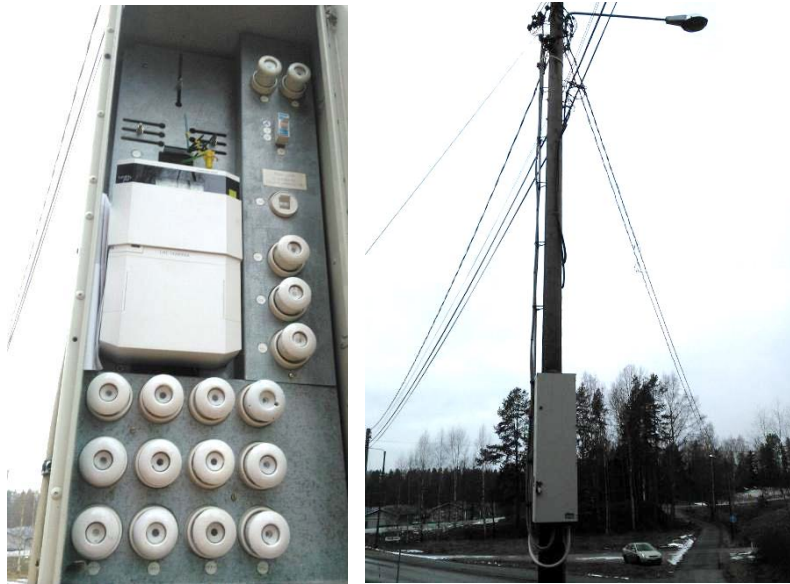
Katuvalot Niiraskantie

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 25 A

Käsiohjaus on rikki, eikä valoja saada päälle muulla kuin hämäreäkytkimellä (kuva 22).

Käynnistysvirtoja ja ryhmiä ei siis pystytty selvittämään.



KUVA 22. Niiraskantien katuvalokeskus

7.4.4 Saimaanharju

Katuvalot Saimaanharju

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 80 A

Käynnistysvirrat: L1: 86 A, L2: 109 A, L3: 123 A

Lähdöt (ylhäältä alas):

1. Tyhjä
2. Tyhjä
3. 3 x 35 A (Merkitty oranssilla)
4. Tyhjä
5. 3 x 63 A (Merkitty keltaisella)

Kuvassa 23 on esitetty lähdöt eriväreillä merkittyinä, ja kuvissa 24 ja 25 on kuvat keskuksesta ja sulakeryhmistä.

Keskuksen kunto on huono, ja se vaatisi uusimista. Keskus sijaitsee vanhassa 20 kV:n avolinjan päässä olevassa tupla-A-pylväs rakenteessa, josta jo avolinja ja muuntaja on purettu pois ja järjelle on jäänyt vain vanha katuvalokeskus. Hetkelliset käynnistysvirrat ovat huomattavan korkeat ja 80 A:n sulakkeet joutuvat koetukselle.



KUVA 23. Lähdöt merkittynä karttaan



KUVA 24. Saimaanharjun katuvalokeskus



KUVA 25. Saimaanharjun katuvalokeskus sijaitsee vanhassa tupla-A-pylväs rakennelmassa

7.4.6 Konstu

Katuvalot Konstunkatu

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 25 A

Käynnistysvirrat: L1: 39 A, L2: 34 A, L3: 33 A

Lähdöt (vasemmalta oikealle):

1. Tyhjä
2. 3 x 20 A (Merkitty oranssilla)
3. 3 x 20 A (Merkitty punaisella)
4. 3 x 20 A (Merkitty keltaisella)

Kuvassa 26 on esitetty lähdöt eriväreillä merkittyinä, ja kuvassa 27 on kuva keskuksesta ja sulakeryhmistä.

Keskus on erillinen kaappi jakokaapin päällä. Vieressä on pylväsmuuntaja, jonka pylväseen myös hämärätunnistin on sijoitettu (kuva 28). Hetkelliset käynnistysvirrat ovat melko isot verrattuna pääsulakekokoon.



KUVA 26. Lähdöt merkittynä karttaan



KUVA 27. Konstunkadun katuvalokeskus



KUVA 28. Hämärätunnistin on sijoitettu muuntajan alle

Lotjapolku katuvalot

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 35 A

Käynnistysvirrat: L1: 38 A, L2: 39 A, L3 21 A

Lähdöt (vasemmalta oikealle):

1. 3 x 25 A (Merkitty keltaisella)
2. 3 x 25 A (Merkitty punaisella)
3. 3 x 25 A (Merkitty sinisellä)
4. 3 x 25 A (Merkitty vihreällä)

Kuvassa 29 on esitetty lähdöt eriväreillä merkittyinä, ja kuvassa 30 on kuva keskuksesta ja sulakeryhmistä.

Keskus on erillinen kaappi jakokaapin päällä. Vieressä on pylväsmuuntaja, jonka alle myös hämärätunnistin on asennettu (kuva 31).



KUVA 29. Lähdöt merkittynä karttaan



KUVA 30. Lotjapolun katuvalokeskus



KUVA 31. Hämärätunnistin sijoitettuna pylvääseen

Aitionniementie katuvalot

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 25 A

Käynnistysvirrat: L1: 4,4 A, L2: 3,9 A, L3: 4,5 A

Lähdöt:

1. 3 x 20 A (Merkitty punaisella)
2. 3 x 20 A (Merkitty keltaisella)
3. Tyhjä
4. Tyhjä

Kuvassa 32 on esitetty lähdöt eriväreillä merkittyinä, ja kuvassa 33 on kuva keskuksesta ja sulakeryhmistä.

Keskus on uusi. Hämärätunnistin on keskuksen kyljessä (kuva 33).



KUVA 32. Lähdöt merkittynä karttaan



KUVA 33. Aitionniementien katuvalokeskus

7.4.7 Kuivaketvele

Kuivaketveleen katuvalot

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 25 A

Käynnistysvirrat: L1: 22,5 A, L2: 22,8 A, L3: 24 A

Lähdöt:

1. Tyhjä
2. 3 x 20 A

Keskuksen kunto on hyvä. Kaikki valaisimet ovat yhdessä ryhmässä (kuva 34). Samassa keskuksessa on myös Ely-keskuksen katuvalojen mittaus. Hämärätunnistin on sijoitettu ylös pylvääseen.



KUVA 34. Kuivaketveleen katuvalokeskus

7.4.9 Vehkataipale

Katuvalot Vehkataipaleentie

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 25 A

Käynnistysvirrat: L1: 7,5 A, L2: 6,5 A, L3: 8 A

Lähdöt:

1. 10 A Ohjaus ja hämäreäkytkin
2. Tyhjä
3. Etelä 3 x 10 A (Merkitty punaisella)
4. Pohjoinen 3 x 16 A (Merkitty vihreällä)

Kuvassa 35 on esitetty lähdöt eriväreillä merkittyinä, ja kuvassa 36 on kuva keskuksesta ja sulakeryhmistä

Keskus on uusi ja hyvässä kunnossa. Hämäreäntunnistin on sijoitettu ylös valaisinpylväseen.



KUVA 35. Lähdöt merkittynä karttaan



KUVA 36. Vehkataipaleen katuvalokeskus

7.4.11 Rehula ja Levänen

Rehulan katuvalot

Mittarin numero: Salattu

Pääsulakekoko: 3 x 25 A

Käynnistysvirrat: L1: 7,6 A, L2: 6,6 A, L3: 5 A

Lähdöt:

1. Tyhjä
2. 3 x 20 A
3. Tyhjä
4. 10 A Ohjaus ja hämärätunnistin

Keskus on sijoitettu pylvääseen, kunto on ok. Kaikki valaisimet ovat yhden lähdön perässä (kuva 37).



KUVA 37. Rehulan katuvalokeskus

Leväsen katuvalot eivät ole käytössä (kuva 38).



KUVA 38. Leväsen katuvalokeskus

7.5 Ongelmakohdat

Kartoitustyötä tehdessä kiinnitin huomiota myös ongelmakohtiin, jotka vaativat korjausta. Taipalsaaren alueella on paljon puita ja pensaita, jotka peittävät katuvalon valaistusaluetta (kuvat 39 - 42). Nämä vaativat puiden harvennusta. Toisaalta suurin osa näistä on lehtipuita, jotka pudottavat talveksi lehtensä, eli ongelma korjautuu jonkin verran tämän myötä. Myös kupuja oli tummunut, ne vaativat puhdistusta. Tietyillä alueilla koko valaisinverkko kaipasi uusimista, koska verkko on jo iäkäs ja valaisimet sekä pylväävät ovat kuluneita ja lahoja.



KUVA 39. Puusto peittää valaisimia Konstussa



KUVA 40. Puusto peittää valaisimia Konstussa ja Saimaanharjulla



KUVA 41. Puusto peittää valaisimia Saimaanharjulla



KUVA 42. Puusto peittää valaisimia Kuivaketveleessä ja Konstussa

Saimaanharjun Haukitieltä laskeutuu katuvalojohto Verstastielle. Johto on harjun kohdalla aika lähellä maata ja esimerkiksi kepin kanssa johtoon pystyy osumaan (kuvat 43 ja 44). Tähän olisi turvallisuussyistä hyvä laittaa yksi pylväs lisää, jotta johdon saa korkeammalle.



KUVA 43. Riippukierrekaapeli lähellä maata



KUVA 44. Riippukierrekaapeli lähellä maata

Hauhianrannan katuvalokeskus on vahingoittunut, eikä kansi lähde auki (kuva 45). Myös muutama muu katuvalokeskus vaatisi uusimista lähinnä korkean ikänsä puolesta. Ne on esitelty edellisessä luvussa.



KUVA 45. Hauhianrannan vioittunut katuvalokeskus

Saimaanharjun kuntoradalla on muutama valaisinpylväs melko kallellaan ja yhteen valaisimeen on lintu tehnyt pesän (kuva 46).



KUVA 46. Linnunpesä rikkoutuneen valaisinkuvun sisällä

8 VALAISTUKSEN UUSIMINEN

Taipalsaaren kunnalla on yhteensä 571 kappaletta uusittavia elohopeahöyryvalaisimia. Näistä 68 kappaletta on teholtaan 250 W ja 503 kappaletta on 125 W. Vaihdettaessa elohopeahöyrylamppu toiseen valonlähdeyyppiin, joudutaan käytännössä aina vaihtamaan vähintään myös valaisin. Myös valaisinvarsia ja pylväitä voi joutua uusimaan niiden huonon kunnon vuoksi.

Valaistuksen uusimisessa tullaan käyttämään joko suurpainenatriumvalaisinta, monimetallivalaisinta tai LED-valaisinta. Näistä kolmesta valaisimesta Suomessa suosituin on suurpainenatriumvalaisin, jonka hyviä puolia ovat edullisuus, hyvä energiatehokkuus ja suhteellisen pitkä polttoikä, mutta tuottamansa keltaisen valon takia valaisin ei ole paras mahdollinen alueille, jossa halutaan hyvää värintoistoa. Näille alueille monimetallilamppu tai LED-lamppu sopii paremmin. Taulukossa 4 on esitetty elohopeahöyrylamppun korvaavat vaihtoehdot ja niitten ottamat tehot, jotka vastaavat valoteholtaan elohopeahöyrylamppua. Esimerkiksi 125 W:n elohopeahöyrylamppu voidaan siis korvata 70 W:n suurpainenatrium- tai monimetallilampulla tai noin 50 W:n LED-lampulla.

TAULUKKO 4. Elohopeahöyrylamppun korvaavat lamput

Elohopeahöyry-lamppu	Suurpainenatrium-lamppu	Monimetalli-lamppu	LED-lamppu
125 W	70 W	70 W	45 - 59 W
250 W	150 W	150 W	98 - 118 W

Taipalsaaren kunnan alueella vuonna 2014 energiankulutus katuvalaistuksen osalta oli noin 400 MWh joka on noin 40 000 € Elohopeahöyrylamput ovat kuluttaneet tästä noin 350 MWh. Käyttämällä korvaavana lampputyypinä joko suurpainenatrium- tai monimetallilamppua tullaan säästämään noin 40 % nykyisestä energiankulutuksesta. Tämä tekee säästöä 140 000 kWh eli 14 000 €vuodessa. Jos taas korvaavana valaisimena käytetään LED – valaisinta ja uusitaan myös keskukset, jotta saadaan suurin hyöty, säästöä tullaan saamaan jopa 70 %. Tämä tekee 245 000 kWh eli 24 500 €vuodessa. Nykyisen 40 000 €sähkölaskun sijasta maksettavaa olisi uusitun valaistuksen myötä 26 000 – 15 500 €vuodessa.

8.1 Investointiehdotus

Investointiehdotus on laadittu käyttäen valaisimina suurpainenatriumlamppua / monimetallilamppua sekä LED-lamppua. Realistinen valaisinten vaihtoaika olisi kunnalle 1 - 3 vuotta. Tällöin vaihdettavia valaisimia vuodessa tulisi vuodessa noin 600 - 200 kappaletta. Valaisinten vaihto on energiansäästön kannalta edullisinta aloittaa vaihtamalla suuritehoisimmat valaisimet ensin. Toki jos päädytään vaihtamaan kaikki valaisimet kerralla yhden vuoden aikana, niin silloin on järkevintä edetä alueittain.

TAULUKKO 5. Valaisinten arvioidut vaihtokustannukset

Vaihtokustannus / valaisin	€
125 W Hql:n tilalle:	
70 W Spna / monimetalli	200
LED	400
250 W Hql:n tilalle:	
70 W Spna / monimetalli	250
LED	500

Taulukossa 5 on esitetty arvioidut valaisinten vaihtokustannukset, jotka sisältävät sekä tarvikkeet, että asennustyön. Valaisimen lisäksi voidaan joutua vaihtamaan myös huonokuntoiset valaisinvarret. Tätä ei ole huomioitu taulukon kustannuksissa. Laskennallisena vaihtohintana on käytetty 90 €/ valaisin. Valaisinten vaihtokustannuksien arvioinnissa on käytetty Lappeenrannan Verkonrakennus Oy:ltä saatuja arviohintoja.

8.1.1 Valaisinten vaihto kolmen vuoden aikana

Taulukossa 6 on suunniteltu valaisinten vaihto kolmen vuoden ajalle. Alueet on jaoteltu niin, että vaihdot olisi helppo toteuttaa järkevästi. Suurin osa isotehoisista 250 W:n elohepohöyrylamppuista on suunniteltu vaihdettavaksi ensin, sillä näin saadaan energiansäästöä, kun eniten sähköä vievät saadaan vaihdettu heti pois ja tilalle tulee energiatehokkaammat valaisimet.

TAULUKKO 6. Valaisimet on jaettu alueittain

Vuosi	HQL 250 W	HQL 125 W	Alue
1.	68	125	Saimaanharju ja Konstu
2.	-	206	Saimaanharju
3.	3	188	Taipalsaari, Saimaanharju, maa- seutu

Taulukossa 7 on laskettu ja vertailtu valaisinten vaihdosta kertyviä kustannuksia. Suurpainenatriumvalaisimen ja monimetallivalaisimen vaihdon hinta on arvioitu kutakuinkin samaksi, LED:n hinta on puolet enemmän, koska valaisin on sen verran arvokkaampi. Urakan hinnaksi saatiin kolmen vuoden vaihtomallilla suurpainenatriumvalaisimella tai monimetallivalaisimella noin 40 000 € vuotta kohden ja LED – valaisimella noin 80 000 €/ vuosi. Urakkaa suunniteltaessa on kuitenkin syytä huomioida myös valaisinten energiankulutus. Näistä energiatehokkain on LED-valaisin ja heikon on monimetallilamppu, sillä vaikka se kuluttaa saman verran energiaa kuin suurpainenatriumpamppu, sen elinikä on lyhyempi.

TAULUKKO 7. Vaihtokustannusten vertailu

Vuosi	Vaihtokustannukset Spna/mm	Vaihtokustannukset LED
1.	42 000 €	84 000 €
2.	41 135 €	82 270 €
3.	36 366 €	72 732 €
Yhteensä	119 501 €	239 002 €

Kokonaiskustannuksiin on laskettu inflaation vaikutus mukaan. Laskuissa on käytetty kymmenen vuoden keskiarvoa (2004 - 2013) joka on 1,82 %

8.1.2 Valaisinten vaihto yhden vuoden aikana

Valaisinten vaihtourakka on mahdollista toteuttaa myös yhden vuoden aikana, sillä alue ei sinänsä ole kovin suuri. Vaihtokustannukset suurpainenatriumvalaisinta tai monimetallivalaisinta käyttäen olisivat tällöin 117 600 € ja LED-valaisinta käyttäen 235 200 €

Vaihtamalla kaikki valaisimet kerralla kunta pystyisi heti säästämään energiankulutuksessa, sillä tilalle tulisi energiatehokkaat valaisimet.

8.1.3 Maakaapelointi

Taipalsaaren katuvaloverkosta tällä hetkellä 48 % on maakaapeloitua ja 52 % ilmajohtoverkkoa. Jos valaisinten vaihdon yhteydessä saneerattaisiin Saimaanharjun, Taipalsaaren kirkonkylän ja Kuivaketveleen alue saataisiin maakaapeloitua 86 % verkosta ja ilmajohtoverkkoa jäisi enää 14 %. Nämä alueet, jonne ilmajohtoverkko jäisi, olisivat Rehula, Levänen ja Vehkataipale, joissa valaistus on hyvässä kunnossa. Myös Taipalsaaren ja Vehkataipaleen kuntopoluille jäisi ilmajohtoverkko.

Maakaapelointitarve olisi 316 valaisimella. Kaapeloitaessa valaisinmäärä kasvaa 30 % johtuen muuttuvasta pylväsvälistä eli valaisinten määrä tulisi olemaan 410 valaisinta. Lappeenrannan Verkonrakennuksen antamat arvioidut vaihtokustannukset olisivat yhden valaisimen osalta 1 700 € Täten edellä mainittujen alueiden maakaapelointi tulisi kustantamaan 697 000 € Taulukossa 7 on laskettu kuluja urakan suorittamisesta kuuden vuoden aikana.

TAULUKKO 8. Maakaapeloinnin kustannukset kuuden vuoden aikana

Vuosi	Maakaapelointi (68 valaisinta / vuosi)
1.	115 600 €
2.	117 673 €
3.	119 373 €
4.	122 467 €
5.	128 097 €
6.	138 345 €
Yhteensä	741 555 €

8.2 Takaisinmaksuaika

Vaihtokustannuksien lisäksi laskettiin myös takaisinmaksuaika jakamalla investointihinta vuotuisilla säästöillä, jotka saadaan, kun elohopeahöyrylamput on korvattu energiatehokkaammilla vaihtoehtoilla.

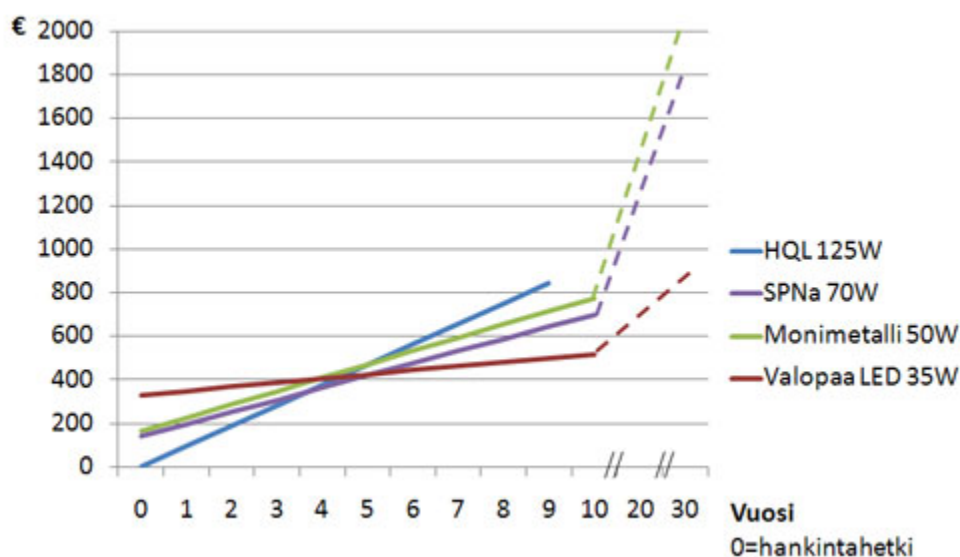
Monimetalli- tai suurpainenatriumlampulla takaisinmaksuajaksi saadaan 8,4 vuotta ($117\,600\text{ €} / 14\,000\text{ €} = 8,4$) ja LED – valaisimella 9,6 vuotta ($235\,200\text{ €} - 24\,500\text{ €} = 9,6$ vuotta).

Jos valaisinverkko päätetään maakaapeloida, niin tällöin takaisinmaksuaika tulisi olemaan LED - valaisimella 28 vuotta ja suurpainenatrium- tai monimetallivalaisimella 50 vuotta.

8.3 Pappilanniemi

Pappilanniemi on Taipalsaaren kunnalle rakenteilla oleva uusi asuinalue hienolla paikalla Saimaan rannalla. Alueelle on jo kaapeloitu 57 katuvalopistettä, mutta pylväitä ja valaisimia ei ole vielä asennettu. Valaisinvaihtoehtona on joko LED tai monimetallivalaisin. Perustamiskustannukset valaisinten osalta (ei sisällä pylväitä) olisi LED-valaisimella 22 800 € ja monimetallivalaisimella 11 400 €, oletuksena, että valoteho tulisi vastaamaan 125 W elohopeahöyryvalaisinta.

Alla olevassa kuviossa 2 ja taulukossa 9 on suomalainen LED-valmistaja tehnyt laskelmia eri valaisinvaihtoehtoista. Sähkönhintana on käytetty 0,1 €/kWh ja valaisimien vuotuinen käyttöaika on 4 500 tuntia. Valaisinvaihtoehdot on valittu siten, että ne edustavat tyypillistä teknologian tasoa tuottaen vastaavan valaistuksen. Jos LED-valaisimessa on älykäs tarpeenmukainen ohjaus, sen energiankulutus tyypillisesti puolittuu, mitä esimerkkilaskelmassa ei ole esitetty. /14./



KUVIO 2. Valaisinvertailua /14/

TAULUKKO 9. Valaisinvarailua /14/

	Yk- sikkö	HQL- 125W	SPNa- 70W	Monimetalli 50W	Valopaa LED 35W
Ottoteho	KW	0,16	0,08	0,58	0,035
Hankintahinta ja asen- nus	€	0	140	165	330
Energiakustannus vuo- dessa	€	72	36	26	16
Ryhmävaihto	€/vuosi	12	10	20	0
Korjauskustannus	€/vuosi	10	10	15	3
Hankintahetken kustan- nus	€	0	140	165	330
Kustannukset:					
1 vuoden jälkeen	€	94	196	226	349
2 vuoden jälkeen	€	188	252	287	368
3 vuoden jälkeen	€	282	308	348	386
4 vuoden jälkeen	€	376	364	409	405
5 vuoden jälkeen	€	470	420	471	424
6 vuoden jälkeen	€	564	476	532	443
7 vuoden jälkeen	€	658	532	593	461
8 vuoden jälkeen	€	752	588	654	480
9 vuoden jälkeen	€	846	644	715	499
10 vuoden jälkeen	€		700	776	518
20 vuoden jälkeen	€		1260	1387	705
30 vuoden jälkeen	€		1820	2003	890

Taulukoista käy ilmi, että pitkällä aikavälillä LED-valaisin tulee edullisimmaksi. Pitää kuitenkin ottaa huomioon, että kyseessä on LED-valaisinta markkinoivan yrityksen las-
kelmat ja yritys, joka lupaa valaisinmoduulilleen huikean 30-vuoden polttoian. Moni-
metallilamppu pitää vaihtaa noin kolmen vuoden välein. Lampun hinta on noin 30 €+
vaihtokustannukset. LED-valaisimessa ei pelkkää lamppua voi vaihtaa, vaan lampun
violetuessa/palaessa pitää vaihtaa koko moduuli, jonka hintana on tässä työssä käytetty
vaihtotyön kanssa 400 €

Oheisessa taulukossa on käytetty hieman halvempia hankintahintoja. Jos hinnat muute-
taan samoiksi, joita tässä työssä on muuten käytetty, tulisi kustannukset 10 – vuoden

käytön jälkeen Pappilanniemessä olemaan LED:n osalta 33 516 € (valaisimia ei ole tarvinnut vielä vaihtaa) ja monimetallivalaisimen osalta 44 232 € (lamput on vaihdettu kolme kertaa ja sähköä on kulunut enemmän).

Oletetaan, että teknologia kehittyy ja LED-moduuli tullaan vaihtamaan kerran 20-vuoden sisällä. Tällöin kustannukset LED:llä olisivat 20-vuoden aikana olleet 67 075 € ja monimetallilla 81 054 € (sisältäen 6 lampunvaihtoa). Toisaalta 20 - vuotta on pitkä aika myös monimetallilampun valaisimelle, joka jossain vaiheessa joudutaan myös uusimaan.

Pappilanniemen alue on valaisimien lukumäärän perusteella sen verran pieni, että huomattavia eroja LED- ja monimetallivalaisimien kustannusten välillä ei synny. Perustamiskustannukset ovat monimetallilampulla puolta halvemmat kuin LED:illä, mutta vuosien saatossa ero tasaantuu ja kääntyy LED:n puolelle, jos valaisimet lunastavat lupauksensa.

8.4 Käyttökustannukset

Jos Taipalsaaren kunnan kaikki 829 valaisinta vaihdettaisiin uusiin energiatehokkaisiin valaisimiin, olisivat käyttökustannukset taulukon 9 mukaan seuraavat:

LED – valaisimella:

- 10 – vuoden aikana: 430 000 €
- 30 – vuoden aikana: 738 000 €

Monimetallivalaisimella:

- 10 – vuoden aikana: 640 000 €
- 30 – vuoden aikana: 1 660 000 €

Suurapainenatriumvalaisimella:

- 10 – vuoden aikana: 580 000 €
- 30 – vuoden aikana: 1 500 000 €

LED – valaisinta käyttämällä saadaan selvästi suurin säästö aikaan. Monimetallivalaisimella ja suurapainenatriumvalaisimella kulut ovat suurin piirtein samat, ja 30 – vuoden aikana ne kaksinkertaistuvat LED- valaisimeen verrattuna.

8.5 Investointituki uusiutuvalle energialle

Kuntien on mahdollista hakea investointitukea TE-keskukselta ja työ- ja elinkeinoministeriöltä. Tukea voidaan myöntää hankkeisiin, jotka:

- edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä
- energiansäästöä tai energiantuotannon tai käytön tehostamista
- vähentävät energiantuotannon tai käytön ympäristöhaittoja.

Energiatehokkuussopimukseen liittyvillä toimenpiteillä kunta pääsee vaikuttamaan Suomen kasvihuonepäästöjen vähentämiseen. /15./

”Jos kunta päätyy hakemaan energiatukea, on katuvalaistuksen uusiminen todennäköisesti järkevintä aloittaa katuvalaistuksen ohjauksien modernisoinnilla, jolla saavutetaan huomattavaa energiansäästöä. Näin toimittaessa varmistuttaisiin energiatuen ehtojen täyttymisestä. Energiatuen ehdot eivät välttämättä täyty, jos tukea haetaan pelkällä valaisimien uusimisella, koska vaikka uusilla valaisimilla saavutetaan huomattavia energiansäästöjä, on yksittäisen valaisimen takaisinmaksuaika yleensä suhteellisen pitkä (valaisimen mukaan 10 – 25 vuotta).” /5./

9 VALAISTUKSEN KUNNOSSAPITO

Taipalsaaren kunnalla ei ole valaistuksen kunnossapitosuunnitelmaa, vaan palaneita lamppuja vaihdetaan paikallisen sähköurakoitsijan toimesta aina, kun palaneita lamppuja havaitaan. Tämä ei välttämättä ole järkevin vaihtoehto, sillä todennäköisesti samasta ryhmästä palaa kohta myös muita lamppuja. Elohopealamppujen valoteho myös heikkenee ajan saatossa, ja vaihtamalla sieltä täältä lampun valoteho ei pysy tasaisena.

Kunnan kannattaisikin harkita siirtymistä valaisinten ryhmävaihtoihin, jolloin kokonainen ryhmä valaisimia vaihdetaan kerralla määrätyn väliajoin. Tällöin saadaan pidettyä valaisinten valaistusvoimakkuus hyvällä tasolla ja lamppujen kuolleisuus pienenä. Lamppujen ryhmävaihtosuunnitelma olisi järkevintä ottaa käyttöön elohopeahöyrylamppujen massavaihdon jälkeen, kun tilalle on vaihdetaan uudet valaisimet.

Taipalsaaren kunnan kannattaisi myös harkita sähköisen tietokannan hankkimista, jonne kaikki katuvalot merkittäisiin. Tietokantaan olisi helppo merkitä valaisintyyppit, pylväsmateriaalit, valoteho ynnä muut tärkeät tiedot. Tiedostoon laitettaisiin myös ajan-kohta, jolloin valaisin on vaihdettu, ja näin jatkossa olisi helppo suunnitella ryhmäkohtaiset valaisinten uusimiset.

Samalla kun valaisimia uusitaan, tulisi tehdä myös valaistuksen kuntotarkastusta ja käydä läpi valaisimien, pylväiden, keskusten ja kaapeleiden kunto sekä myös tarkastella mahdollisia raivauskohteita ja pyrkiä ennakoimaan tulevia vikoja.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää Taipalsaaren kunnan valaisinverkon nykytila ja laatia investointiehdotus uusien valaisimien asennuksesta. Ensimmäinen palaveri aiheesta pidettiin jo keväällä 2014 Taipalsaaren kunnan edustajien ja Lappeenrannan Verkonrakennus Oy:n toimitusjohtajan, tiimipäällikön ja opinnäytetyön tekijän kesken. Opinnäytetyö aloitettiin keräämällä materiaalia kunnalta ja Lappeenrannan Energialta. Materiaalia oli hyvin rajallisesti saatavana, ja esimerkiksi olemassa olevia karttoja kunnan katuvaloista ei ollut.

Kartat oli siis piirrettävä itse. Piirrostyö toteutettiin kesän ja syksyn 2014 aikana, ja se oli tämän työn laajin osa. Kartat laminoitiin ja toimitettiin kunnalle. Katuvalokeskukset selvitettiin myös ja karttoihin merkittiin jokainen lähtö erikseen. Karttoja ei tämän työn tiimoilta dokumentoitu sähköiseen järjestelmään, mutta nyt se on helppo jälkikäteen toteuttaa, jos niin halutaan.

Työn kirjallinen osuus tehtiin syksyn 2014 ja talven 2015 aikana. Kirjoitusprosessi eteni verkkaiseen tahtiin, koska työ toteutettiin päivätyön ja opiskelun ohella. Työlle ei ollut laadittu aikatauluja, ja olikin hyvä, että aikaa oli riittävästi ja kiirettä ei tullut.

Työn aihe oli mielenkiintoinen ja opetti tekijäänsä. Etukäteen ajateltuna aihe tuntui laajalta ja vaikealta, koska tietämystä kyseisestä aiheesta ei ennestään ollut. Työtä tehdessä kuitenkin oppi ja haastavammatkin asiat tuli selätettyä.

LÄHTEET

/1/ Taipalsaaren kunta. Verkkodokumentti.

<http://www.taipalsaari.fi/fi/etusivu>

Päivitetty 16.8.2014 Luettu 16.8.2014

/2/ Taipalsaari Karttatiimi. Verkkodokumentti

<http://taipalsaari.karttatiimi.fi/>

Päivitetty 20.2.2015 Luettu 20.2.2015

/3/ EcoDesingn – direktiivi. Verkkodokumentti.

<http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/ecodesign-direktiivi>

Päivitetty 18.7.2014 Luettu 16.8.2014

/4/ Ekovalo toimintamalli. Verkkodokumentti

<http://lightinglab.fi/ekovalo/News/toimintamalli%20raportti.pdf>

Päivitetty 11.9.2012 Luettu 25.8.2014

/5/ Mäntyharjun kunnan katuvalaistuksen nykytilan selvitys. Verkkodokumentti.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/66034/Kuittinen_Anssi.pdf?sequence=1

Päivitetty 28.11.2013 Luettu: 10.9.2014

/6/ Tievalaistuksen toimintalinjat. Verkkodokumentti.

<http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/1000105-v-06tievtoimlinj.pdf>

Päivitetty 22.2.2006 Luettu 10.9.2014

/7/ Kunnan ja valtion kustannusvastuun periaatteet tienpidossa. Verkkodokumentti.

file:///C:/Users/vilkkoan/Downloads/rontu_maantienpitoverkkoon.pdf

Päivitetty 14.9.2014 Luettu 14.9.2014

/8/ Tievalaistuksen suunnittelu. Verkkodokumentti.

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

Julkaistu 11.11.2010 Luettu 2.10.214

/9/ Eup – direktiivin vaikutusten arviointi. Verkkodokumentti.

http://www.motiva.fi/files/2648/EuP-direktiivin_vaiikutusten_arviointi_Tie-_ja_katu-valaistus_seka_toimistovalistus.pdf

Päivitetty 20.11.2009 Luettu 13.10.2014

/10/ Valon kaupunki Jyväskylä. Verkkodokumentti.

<http://kak.znate.ru/docs/index-52261.html>

Päivitetty 20.2.2015 Luettu 20.2.2015

/11/ Jyväskylän kaupunki. Verkkodokumentti.

<http://visit.jyvaskyla.fi/>

Päivitetty 20.2.2015 Luettu 20.2.2015

/12/ SLO. Verkkodokumentti.

<https://www.slo.fi/slo/fi/Sivut/default.aspx>

Päivitetty 20.2.2015 Luettu 20.2.2015

/13/ Uutiskirje Rautjärvi. Verkkodokumentti.

http://mmm.multiedition.fi/syke/HINKU/2012_1/Juttu1.php

Päivitetty 20.2.2015 Luettu 20.2.2015

/14/ Valopaa. Verkkodokumentti

http://www.valopaa.com/laatu_ja_tekniikka/elinkaarikustannus

Päivitetty 9.2.2015 Luettu 9.2.2015

/15/ Motiva. Verkkojulkaisu.

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa/uusiutuvan_energian_tuet/investointituet_uusiutuvalle_energialle

Päivitetty 21.5.2014 Luettu 11.2.2015

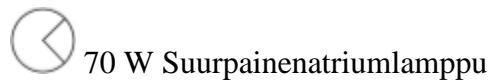
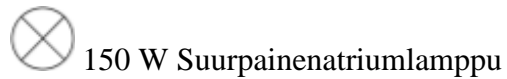
/16/ Motiva. Verkkojulkaisu.

http://www.motiva.fi/files/2648/EuP-direktiivin_vaiikutusten_arviointi_Tie-_ja_katu-valaistus_seka_toimistovalistus.pdf

Päivitetty 20.11.2009 Luettu 20.2.2015

Käytetyt piirrosmerkit

Valaisintyypit:



Pylväät ja valaisinvarret:

✕ Puupylväs

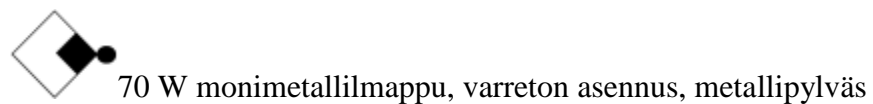
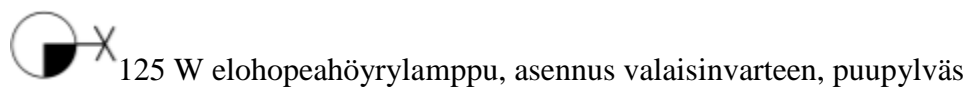
● Metallipylväs

- Valaisinvarsi

➔ Tukipylväs

■ Ohjauskeskus

Esimerkkejä:

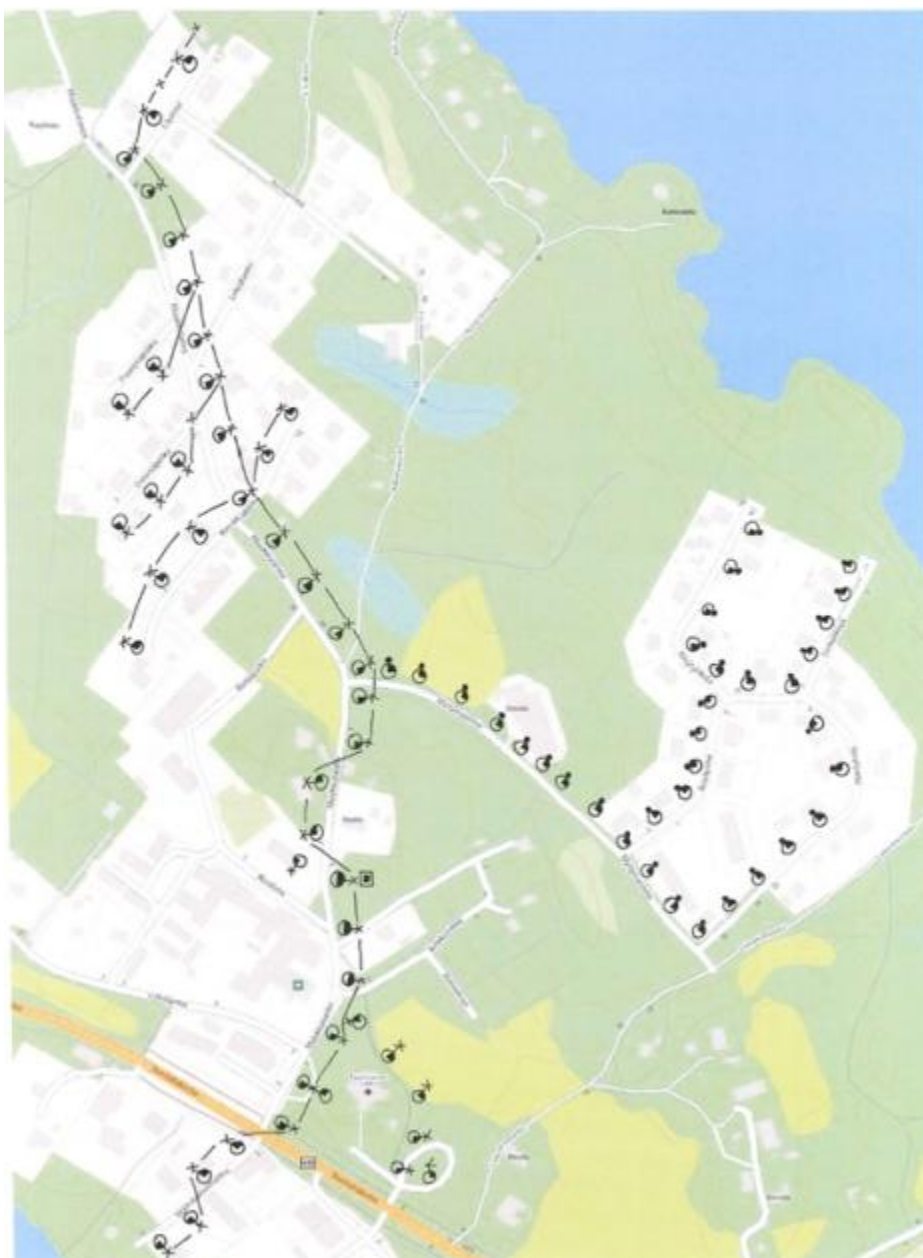


LIITE 2(1).
Piirretyt kartat

Taipalsaaren kirkonkylä

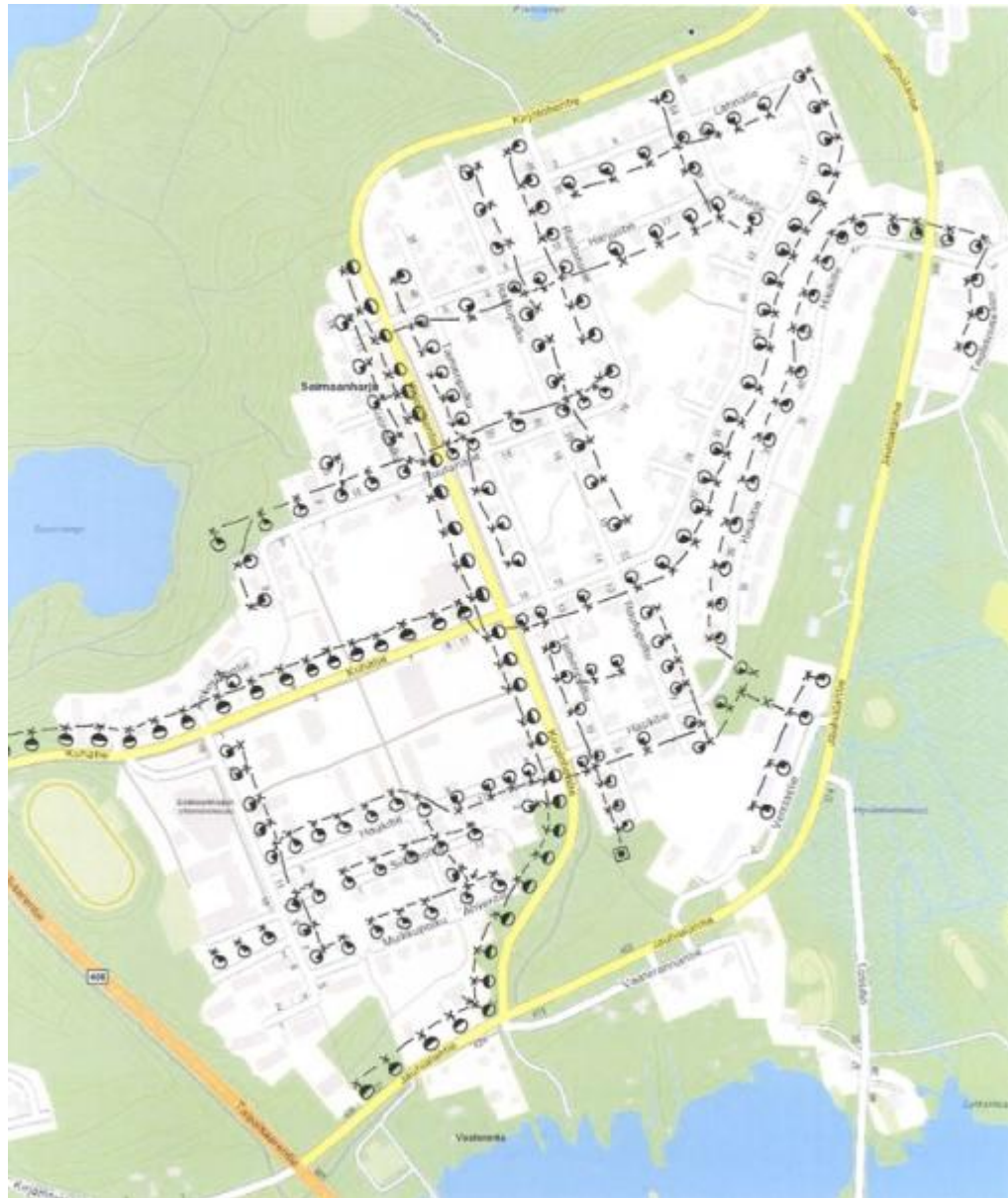


LIITE 2(2).
Piirretyt kartat



LIITE 2(3).
Piirretyt kartat

Saimaanharju



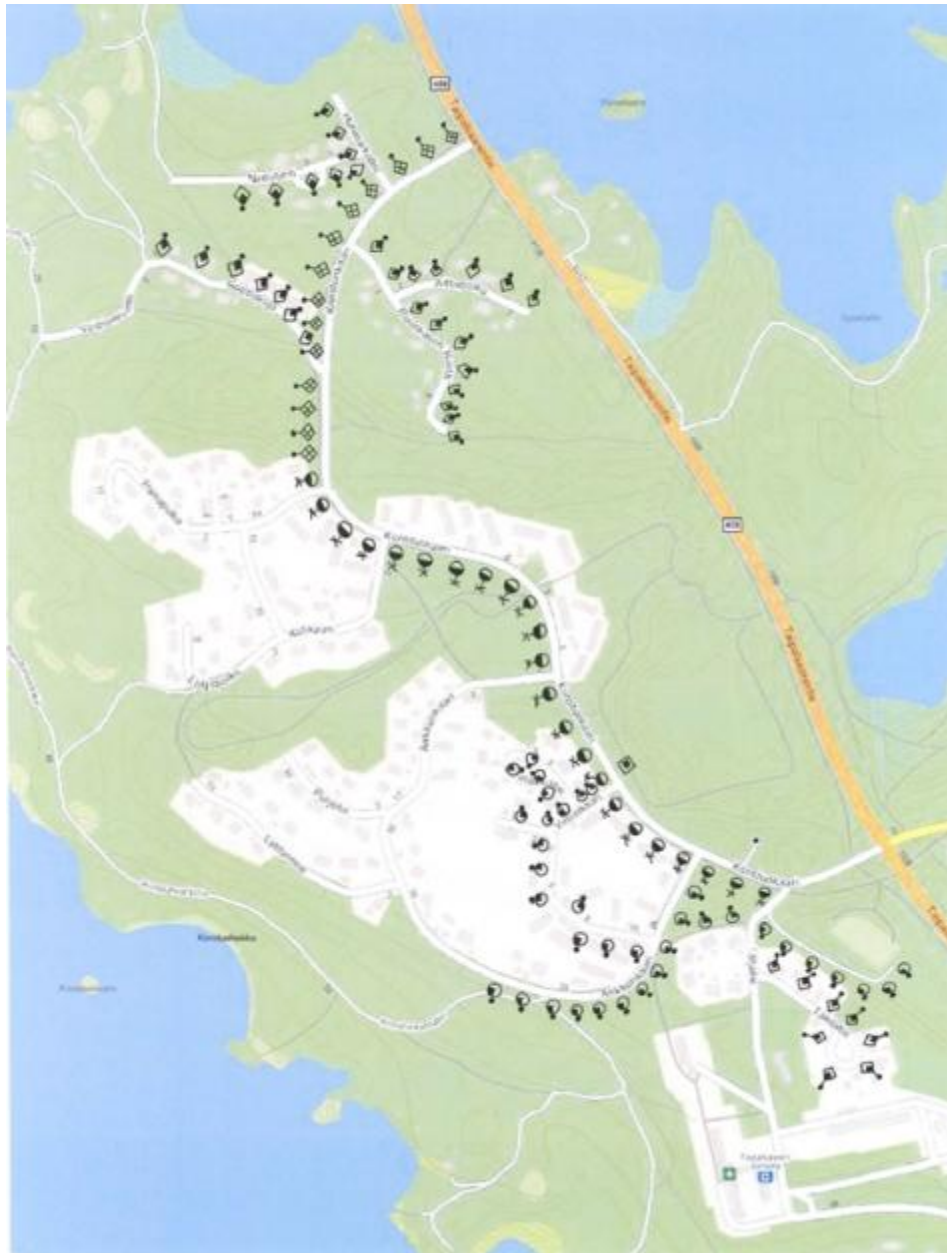
LIITE 2(4).
Piirretyt kartat

Hauhianranta



LIITE 2(5).
Piirretyt kartat

Konstu



LIITE 2(6).
Piirretyt kartat

Konstu



LIITE 2(7).
Piirretyt kartat

Saimaanharjun kuntorata

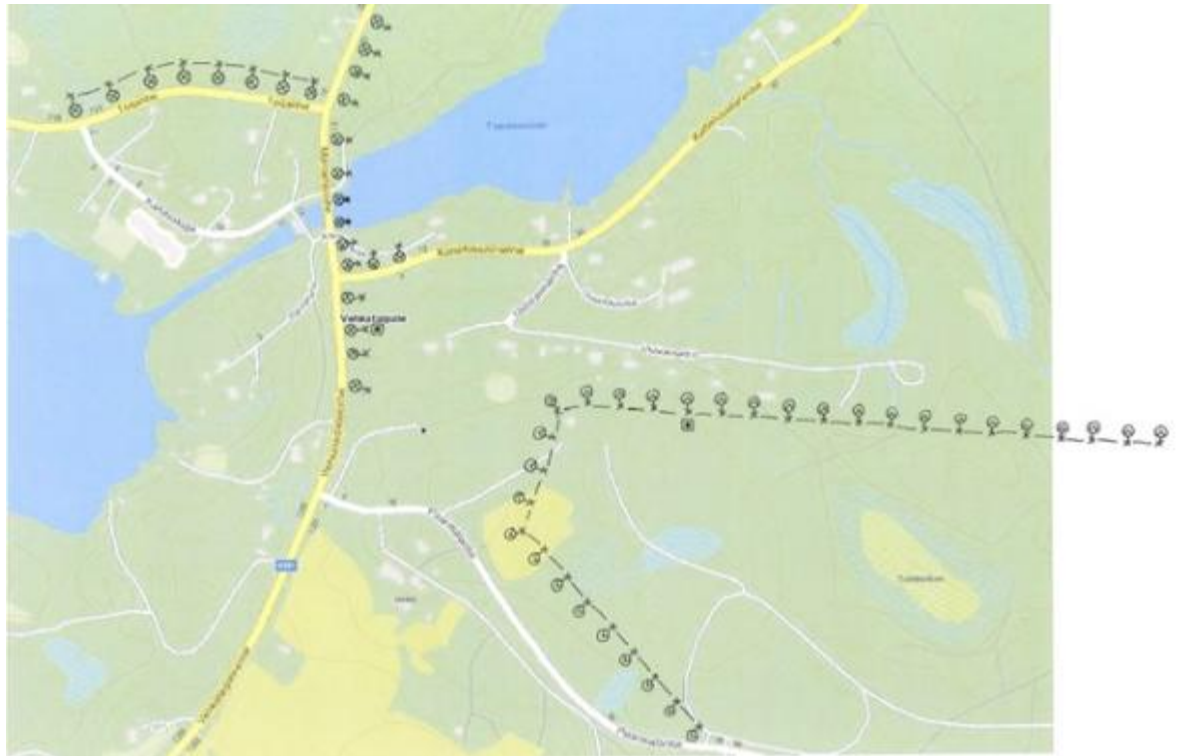


Kuivaketvele



LIITE 2(8).
Piirretyt kartat

Vehkataipale ja Vehkataipaleen kuntorata



Rehula



LIITE 2(9).
Piirretyt kartat

Levänen

