

Juho Heikkinen

**KATU- JA ULKOVALOVERKKOJEN HALLINNAN PALVELUPRO-
SESSIT**

KATU- JA ULKOVALOVERKKOJEN HALLINNAN PALVELUPRO- SESSIT

Juho Heikkinen
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka, Sähkövoimatekniikka

Tekijä: Juho Heikkinen

Opinnäytetyön nimi: Katu- ja ulkovaloverkon hallinnan palveluprosessit

Työn ohjaajat: Jussi Niskanen Loiste Sähköverkko Oy ja Heikki Kurki OAMK

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 45

Loiste Sähköverkko Oy tarjoaa Kajaanin kaupungille katu- ja ulkovaloverkkoihin liittyviä omaisuudenhallintapalveluita. Palveluita varten on aloitettu katu- ja ulkovaloverkkojen mallinnusprojekti ja tässä yhteydessä kehitetään myös varsinaisia palveluprosesseja. Opinnäytetyön tavoitteena on hahmottaa ja kehittää katu- ja ulkovaloverkon palveluprosesseja yhteistyössä Loiste Sähköverkko Oy:n ja Kajaanin kaupungin kanssa. Sen lisäksi opinnäytetyössä on tutustuttu prosessityön perusteisiin sekä katuvaloverkkojen perusteisiin.

Työ aloitettiin tutustumalla Loiste Sähköverkko Oy:n sähköverkon prosesseihin, joiden pohjalta katu- ja ulkovaloverkon prosesseja lähdettiin kehittämään. Prosesseja kehitettiin yhdessä Loiste Sähköverkon asiantuntijoiden ja Kajaanin kaupungin katuvalotyöryhmässä toimineiden henkilöiden kanssa.

Opinnäytetyön aikana syntyi prosessien perustietolehdet katu- ja ulkovaloverkkojen palveluprosesseista. Palveluprosesseja on syytä päivittää tulevaisuudessa niiltä osin, kuin sopimusteknisistä asioista saadaan sovittua, sekä päätettäessä, mitä palvelukokonaisuuksia otetaan haltuun.

Asiasanat: katuvalaistus, ulkovalaistus, prosessityö, prosessien kehitys

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Electrical and automation engineering programme, Electrical power engineering

Author: Juho Heikkinen

Title of thesis: Process Management of Street and Outdoor Lighting Networks

Supervisors: Jussi Niskanen Loiste Sähköverkko Oy and Heikki Kurki OUAS

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 45

Loiste Sähköverkko Oy offers street and outdoor lighting related asset management services to City of Kajaani. For these services a street and outdoor lighting network modeling project has been initiated. During the project the development work of the actual street and outdoor lighting processes, such as maintenance, planning and building was started.

The purpose of the thesis was to perceive and develop street and outdoor lighting processes in cooperation with Loiste Sähköverkko Oy and city of Kajaani. In addition, this thesis also covers the basics of process work and street lighting technology.

As the result of the thesis the process datasheets of street and outdoor lighting management services were made. The process development is still in progress and should be updated in the future by drawing the processes.

Keywords: street lighting, outdoor lighting, process work, process development

ALKULAUSE

Haluan kiittää Loiste Sähköverkko Oy:tä mielenkiintoisesta ja haastavasta opinnäytetyö-aiheesta, jossa pääsin tutustumaan laajasti katu- ja ulkovaloverkkoihin. Lisäksi haluan kiittää opinnäytetyön ohjauksesta Loiste Sähköverkko Oy:n Jussi Niskasta sekä Oulun ammattikorkeakoulun Heikki Kurkea.

Suuri kiitos myös läheisilleni tuesta opintojeni aikana.

Kajaanissa 17.4.2018

Juho Heikkinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 KATUVALAISTUKSEN KOMPONENTIT	9
2.1 Katuvalokeskukset	9
2.2 Johtoverkko	10
2.3 Maadoitus	11
2.4 Valaisimet ja valonlähteet	11
2.4.1 Elohopealamppu	12
2.4.2 Suurpainenatriumlamppu	12
2.4.3 Monimetallilamppu	13
2.4.4 LED-lamppu	13
2.5 Pylväät	13
2.6 Ohjausjärjestelmät	14
2.6.1 Ohjausjärjestelmien rakenne	14
2.6.2 Markkinoilla olevia ohjausjärjestelmiä	15
3 KATUVALAISTUS	21
3.1 Valaistuksen suunnittelu	21
3.2 Valaistussuunnitelmatyypit	21
3.2.1 Tarveselvitys	22
3.2.2 Tievalaistuksen yleissuunnitelma	22
3.2.3 Tiesuunnitelman valaistustiedot	23
3.2.4 Tievalaistuksen rakennussuunnitelma	23
3.3 Valaistustekniset suureet	24
3.4 Valaistusluokat	24
3.5 Kustannukset	25
4 PROSESSITOIMINTAMALLI	27
4.1 Prosessien jaottelu	28
4.2 Prosessimallin hyödyt	29
4.3 Prosessien kehittäminen	30

4.4	Prosessien mittaaminen	31
4.5	Loiste Sähköverkko Oy:n prosessien kehitysmalli	32
5	PROSESSIEN KEHITTÄMINEN	36
5.1	Prosessityön tavoitteet	36
5.2	Prosessityön kulku	36
5.3	Prosessien perustietolehtien luonnokset	38
5.3.1	Katu- ja ulkovaloverkon dokumentointi	38
5.3.2	Katu- ja ulkovaloverkon ohjaukset	39
5.3.3	Katu- ja ulkovaloverkon huolto- ja kunnossapito	39
5.3.4	Katu- ja ulkovaloverkon viankorjaus	40
5.3.5	Katu- ja ulkovaloverkon yleissuunnittelu ja omaisuuden hallinta	41
5.3.6	Katu- ja ulkovaloverkon sähkö- ja valaistusteknisen suunnitelman laatiminen	42
5.3.7	Katu- ja ulkovaloverkon rakennuttaminen	43
6	JATKOKEHITYS	44
7	YHTEENVETO	45
	LÄHTEET	46

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö on tehty Loiste Sähköverkko Oy:lle. Loiste Sähköverkko vastaa sähkön siirrosta verkostoalueellaan, joka kattaa kaikki Kainuun kunnat, Pohjois-Pohjanmaalla Pyhäntien kunnan, Vaalan kunnan itäosan, sekä entisen Kestilän kunnan alueen Siikalatvan kunnassa (1). Työn tavoitteena oli yhteistyössä Kajaanin kaupungin kanssa selvittää ja kehittää katu- ja ulkovaloverkon palveluprosesseja ja verrata niitä yhtiön omiin sähkönjakeluverkon palveluprosesseihin. Lisäksi työssä tutustaan katuvalaistusverkon rakentamiseen, valaistustekniikkaan sekä prosessityön perusteisiin.

Loiste Sähköverkko Oy on tarjonnut katu- ja ulkovaloverkkoon liittyviä omaisuuden hallinta- sekä muita palveluja Kajaanin kaupungille, joka toimii katu- ja ulkovaloverkon omistajana. Näihin palveluihin liittyen on käynnistetty vuoden 2017 aikana katu- ja ulkovaloverkon dokumentointi- ja mallinnusprojekti, jossa mallinnetaan verkot verkkotietojärjestelmään. Mallinnusprojektin yhteydessä kehitetään myös katu- ja ulkovaloverkon palveluprosesseja.

Katu- ja ulkovalaistusverkon prosesseihin voidaan lukea katuvalojen suunnittelun, rakentamisen ja dokumentoinnin prosessi, katuvalojen huolto- ja kunnossapitoprosessi, katuvalojen käyttö, valvonta- ja viankorjausprosessi sekä katuvalojen ohjaamisen prosessi.

2 KATUVALAISTUKSEN KOMPONENTIT

Tässä luvussa käsitellään katu- ja ulkovaloverkon komponentteja. Samalla esitellään erilaisia markkinoilta löytyviä katuvalaistuksen ohjausratkaisuja.

2.1 Katuvalokeskukset

Katuvalokeskukset toimivat valaisinryhmiä syöttävinä keskuksina. Ne sisältävät tyypillisesti myös valaistuksen ohjaukseen liittyviä komponentteja. Katuvalokeskukset asennetaan yleensä maan pinnalle joko erillisenä katuvalokeskuksena tai jakokaapin yhteyteen. Taajamassa keskukset voidaan sijoittaa myös kiinteistön sisään. Erikoistapauksissa keskuksen voi myös sijoittaa pylvääseen tai siltarakenteisiin.

Katuvalokeskusten kotelointiluokan tulee olla vähintään IP34 (roiskevedenpitävä) kaapin ovi avattuna ja sen laitteet ja kojeet tulee koteloida. Kotelot valmistetaan sinkitystä ja maalatusta teräslevystä, muovista tai alumiinista. (2, s. 108.) Kuvassa 1. tyypillinen erillinen katuvalaistuskeskus.



KUVA 1. Katuvalaistuskeskus

2.2 Johtoverkko

Katuvalaistuksessa käytetty johtoverkko on jaoteltu seuraavasti:

- liittymisjohto
- pääjohto
- ryhmäjohto
- valaisinjohto
- ohjausjohto.

Nykyään johdotuksessa käytetään pääosin maakaapelia. Taajamissa tätä käytäntöä noudatetaan lähes poikkeuksetta, mutta taajamien ulkopuolella myös ilmajohtoon käyttäminen on mahdollista puupylväsasennusten yhteydessä.

Maakaapelina käytetään yleensä AMCMK- tai AXMK-alumiinikaapelia, jonka poikkipinta vaihtelee välillä 16–35 mm². Ilmajohtona käytetään AMKA-riippukierrejohtoa, jossa on teräksinen kannatusvaijeri. Johdon poikkipinta on 16–35 mm².

Liittymisjohdolla tarkoitetaan jakeluverkon liittymispisteen ja ulkovalaistuskeskuksen välistä johtoa. Johtona voidaan käyttää niin ilmajohtoa kuin maakaapelia. Pääjohdolla tarkoitetaan joko yhtä tai useampaa keskusta syöttävän virtapiirin johtoa.

Ryhmäjohdot ovat valaisinryhmiä syöttäviä johtoja. Valinta ilmajohtoon ja maakaapelin välillä määräytyy yleensä pylväsvalinnan mukaan.

Valaisinjohto on valaisinta tai valaisinryhmää syöttävä johto. Johdon toinen pää on kytketty valaisimeen ja toinen pää pylvään kytkentäkalusteeseen. Valaisinjohtona käytetään sekä maa- että ilmakaapelasennuksissa säänkestävää MPK-pylväskaapelia, jonka poikkipinta-ala on 2,5 mm². Metallipylväissä sallitaan myös 2,5 mm². Kun valaisinjohtoon pituus on vähintään 12 m, on kaapeli varustettava kannatusvaijerilla.

Ohjausjohto on katu- ja ulkovaloverkon syttymis- ja sammutuskäskyjä keskukselta toiselle välittävä johto. Ohjausjohtoina käytetään maakaapelasennuksissa MCMK 2x6+6, MCMK 4x2,5+2,5 tai 5-johtiminen AMCMK, jonka poikkipinta on 16–35 mm². Ilmajohtona ohjausjohtona käytetään joko AMKA 1x16+25 tai AMKA 4x16+25 -johtoa, jolloin N-johdinta käytetään ohjausjohtimena. (2, s. 105–106.)

2.3 Maadoitus

Katuvalokeskukset varustetaan omalla maadoituselektrodilla ja PEN-johdin on myös suositeltavaa maadoittaa muuallakin, missä on käytettävissä maadoituselektrodi tai muuten hyvät maadoitusolosuhteet.

Katuvalaistuksessa maadoitusjohtimena käytetään 16 mm²:n kirkasta kupariköyttä ja maadoituselektrodina kupariputkea tai -sauvoja. Maadoitukset varustetaan mittauksen mahdollistavalla liittimellä. Vierekkäiset ryhmät kytketään yhteen erillisellä kupariköydellä, kun ne ovat samassa muuntopiirissä saman sähköntoimittajan alueella. (2, s. 107.)

2.4 Valaisimet ja valonlähteet

Valaisimien tehtävä on valon suuntaaminen hyvällä hyötysuhteella lampusta ajoradalle ja sen lähiympäristöön, sekä lampun suojaaminen rasituksilta kuten likaantumiselta, säältä ja ilkivallalta. Valaisimien tulee olla helppo huoltaa sekä muodoltaan sellaisia, että tuulikuorma on mahdollisimman pieni. (3, s. 80.)

Katuvalaistuksessa yleisimmät valonlähteet ovat erilaiset kaasupurkauslamput ja LEDit niiden suuren valotehokkuuden ja pitkän polttoajan takia.

Valonlähteiden tärkeimmät ominaisuudet valaistuksen kannalta ovat

- valovirta
- valotehokkuus
- hyötypolttokä
- kuolleisuus
- valovirran alenema
- valon väri ja väritoisto
- himmennysominaisuudet
- valon suunnattavuus
- hinta.

Lisäksi huomioitavia ominaisuuksia ovat muun muassa valaisimen liitäntäteho, syttymiseen ja palamiseen tarvittavat lisälaitteet ja syttymisaika. (2, s. 87.)

Valaisimia valitessa tärkeimmät vaatimukset ovat valaistusteknisten ominaisuuksien täytyminen ja että valaisimen valonjako-ominaisuudet sopivat suunniteltavaan hankkeeseen mahdollisimman taloudellisella tavalla. Lisäksi maanteillä käytettyjen tie-, tunneli- ja sil- lanalusvalaisimien tulee olla Liikenneviraston tyyppihyväksymiä. (2, s. 89.)

Taulukossa 1 on esitetty katuvalaistuksessa käytettävien valonlähteiden ominaisuuksia. LED-valaisimien ja induktiolamppujen eliniät ylittävät selvästi perinteiset purkauslamput. Induktio- lamput ovat erittäin harvinaisia lamppeja ja niiden käyttö on ollut melko vähäistä, kun LED-valaisimia on ilmestynyt markkinoille entistä enemmän. Valonlähteiden ominai- suudet kehittyvät kaiken aikaa ja ajankohtaisin tieto on hankittava valmistajalta, erityisesti LED-valonlähteiden osalta.

TAULUKKO 1. Valonlähteiden ominaisuuksia (2, s. 88).

Valontähde	Valotehokkuus lm/W	Polttoikä 1000 h	Värintoisto- indeksi R _a	Väriämpötila K
Suurpainenatrium	70–150	12–48	20–65	2000–2200
Monimetalli, keraaminen	70–125	5–30	65–95	2700–4200
Induktio- lamppu	60–80	40–60	80	2700–4000
LED	*	**	60–90	3000–7000

* Ulkovalaistuksessa käytetään LEDien osalta valaisimien valotehokkuusarvoja. Arvot vaihtelevat paljon valaisintyyppin ja käyttösovelluksen mukaan. Vuonna 2014 valotehokkuus- arvot tievalaistukseen tarkoitetuille LED-valaisimille olivat 70–130 lm/W.

** Valkoista valoa tuottavan LED-valaisimen elinikä on yleensä 50 000–100 000 h arvoille L_{80B10}, C₁₀, lämpötilassa t_a = 25 °C. Arvot vaihtelevat hyvin paljon valaisintyyppin ja käyttösovelluksen mukaan.

2.4.1 Elohopealamppu

Elohopealamppu on purkauslamppu, jonka toiminta perustuu kaasupurkaukseen eloho- peahöyryssä (4, s. 226). Elohopealamput ovat olleet hyvin yleisessä käytössä ulkovalais- tuksessa, mutta ne ovat poistuneet markkinoilta vuonna 2015, koska ne eivät täytä EU:n ekosuunnittelu-direktiivin asetuksen vaatimuksia.

2.4.2 Suurpainenatriumlamppu

Suurpainenatriumlampun toiminta perustuu natriumhöyryssä tapahtuvaan kaasupur- kaukseen. Suurpainenatriumlampun värintoisto-ominaisuudet ovat heikommat verrattuna muihin ja se on väriltään selvästi kellertävä. Suurpainenatriumlamppu on erittäin yleisesti

käytettävä lamppu ja sitä käytetään kaikilla kaduilla ja teillä. Huonojen värintoisto-ominaisuuksien vuoksi se ei kuitenkaan ole hyvin soveltuva kaupunkien keskustoissa tai asuinalueilla, joissa kiinnitetään huomiota ympäristön viihtyisyyteen. Sen keskimääräinen polttoikä on noin 24 000 – 32 000 h. (4, s. 235–236;5, s. 9.)

2.4.3 Monimetallilamppu

Monimetallilamppu on korkeapaineiseen kaasupurkaukseen perustuva purkauslamppu. Monimetallilamppu syntyi yrityksestä parantaa elohopealamppun värintoisto-ominaisuuksia lisäämällä elohopean rinnalle metallien halogeeniyhdisteitä. Monimetallilampun tuottaman valon väri on valkea ja sen värintoisto-ominaisuudet ovat paremmat kuin suurpainenatriumlampulla. Verrattuna suurpainenatriumlamppuun on monimetallilampun polttoikä selvästi lyhempi, noin 12 000 – 20 000 h. (4, s. 257.)

2.4.4 LED-lamppu

LED on lyhenne sanoista light emitting diode. Nimensä mukaisesti se on diodi, joka säteilee valoa. LED-valaisimet synnyttävät valoa, kun elektronit liikkuvat puolijohdemateriaalissa. Tämä mahdollistaa pitkän käyttöiän eikä lamppu sisällä myrkyllisiä aineita tai tuota käytännössä juurikaan hukkalämpöä. (6, s. 2.)

LED-valaisimien huoltokustannukset ovat erittäin pienet verrattuna perinteisiin purkaus- ja elohopealamppuihin. Elinkaarensa eli noin 20–25 vuoden aikana lamput ovat lähes huoltovapaita. LED-valaisimet ovat myös erittäin hyvin säädettäviä. Valaisimien himmentäminen pidentää entisestään sen elinikää ja pienentää energiakustannuksia. LED-valaisimien energiansäästö yltääkin jopa 70 prosenttiin perinteisiin valaistusratkaisuihin verrattuna.

2.5 Pylväät

Uutta valaistusta suunniteltaessa päätetään pylväiden perustyyppi katuvalaistuksen yleissuunnitelmassa tai katuvalaistuksen valaistustiedoissa seuraavista vaihtoehdoista:

1. metallipylväät ja maakaapeli
2. puupylväät ja maakaapeli
3. puupylväät ja ilmajohto
4. metallipylväät ja ilmajohto.

Metallipylväitä ja maakaapelia käytetään ulkonäöllisistä syistä taajamissa ja vilkasliikenteisimmillä teillä ja niiden rampeilla. Metallipylväät ja maakaapeli ovat usein käytetty vaihtoehto, kun vaaditaan törmäyksessä energiaa vaimentavia pylväitä. Kohteissa jossa energiaa vaimentavia pylväitä ei tarvitse käyttää, Liikennevirasto voi sallia metallipylväiden sijaan puupylväiden käytön maaseutumaisen kaksiajorataisen tien keskialueella tai reunassa.

Puupylväiden ja maakaapelien käyttöpaikka on usein liittymien ja välialueiden kaarteissa, joissa tarvittaisiin harusta tai tukipylvästä, mutta ilmajohtoa ei voida käyttää tilan puutteen tai tukipylväiden aiheuttaman näköhaitan takia tai jos ilmajohdon käyttö aiheuttaisi arvokkaiden puiden merkittävää harvennusta.

Puupylväät ja ilmajohdot ovat yleisin ratkaisu muissa tapauksissa. Ulkonäöltään puupylväitä vastaavat muovi- ja metallipylväät rinnastetaan puupylväisiin.

Ilmajohdot voidaan ripustaa metallipylväisiin, kun tarvitaan energiaa vaimentavat pylväät, mutta halutaan käyttää maakaapelia halvempaa ilmajohtoa. (2, s. 97.)

2.6 Ohjausjärjestelmät

Ohjausjärjestelmän tehtävä katuvalaistuksessa on ohjata ja säätää katuvalaistusta haluttuihin ehtoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa valojen sytyttämistä ja sammuttamista sekä valotehokkuuden säätämistä.

Ohjauksen toteutustapoja ovat paikallinen ohjaus hämäräkytkimin ja kellolaittein tai keskitetysti kauko-ohjattuna. Kauko-ohjauksessa ohjaukset välittyvät joko tievalaistusverkon, yleisen sähköverkon tai erillisen viestiverkon kautta. Sähköyhtiöiden ylläpitämä verkkokäskyohjausjärjestelmä on poistumassa hiljalleen käytöstä. (2, s. 104.)

2.6.1 Ohjausjärjestelmien rakenne

Paikallisohjaus

Paikallisohjausta voi käyttää silloin, kun valaistava alue on pienehkö, erillinen alue, jossa verkkokäskyjärjestelmä ei ole käytettävissä. Ohjaukset annetaan yleensä joko hämäräkytkimen tai kellon avulla.

Ketjuttaminen

Ketjutus on yksinkertainen ja edullinen ohjausmenetelmä. Ketjutuksessa keskuksat yhdistetään toisiinsa erillisten ohjauskaapeleiden välityksellä tai ohjaus otetaan välisulakkeen kautta viereisen keskuksen valaisinpylvästä. Ohjaustavan heikkous piilee vikatilanteen monistumisena sarjakytkenän takia.

Erillinen viestiverkko

Erillinen viestiverkko voidaan toteuttaa joko langallisesti tai langattomasti. Langallinen viestiverkko toteutetaan yleensä heikkovirtajärjestelmänä, ketjuttamalla viestiverkko keskuksen välillä.

Langaton tiedonsiirto voidaan toteuttaa esimerkiksi radiotaajuudella, teleoperaattoreiden gsm-verkossa tai internetissä wlan-yhteyden kautta. Langattomat ohjausjärjestelmät varmennetaan paikallisohjauksella, joka toimii automaattisesti, jos ohjauskäskyä ei ole tullut määritellyn ajan puitteissa.

Keskitetty ohjaus

Jos tievalaistusverkko alueella on yhtenäinen, tulee ohjauksen olla keskitetty. Tämän avulla päästään eroon häiritsevistä eriaikaisista valaistuksen syttymisen ja sammumisen ajankohdista. Maanteillä valaistuksessa on käytetty tällaista ohjausta vuodesta 2010 alkaen. Ohjaustapaa voidaan pitää luotettavimpana eri ohjausvaihtoehtojen välillä. Verkko-käskyohjaus on korvattu langattomalla radio- tai GSM-kauko-ohjausjärjestelmällä. (2, s. 104.)

2.6.2 Markkinoilla olevia ohjausjärjestelmiä

Markkinoilta löytyy useita eri ohjausjärjestelmien valmistajia. Useat valmistajat tarjoavat etäkäyttöön soveltuvia GSM-, GPRS- ja radiotaajuuksia hyödyntäviä ohjausjärjestelmiä. Ohjausjärjestelmistä löytyy niin keskus- kuin valaisinkohtaisia ohjausratkaisuja.

iLUMNET-ohjausjärjestelmä

iLUMNET on oululaisen Valopää Oy:n tarjoama älykäs valaistuksenohjausjärjestelmä. Se on IoT-pohjainen järjestelmä, joka ohjaa valaisimia automaattisesti asetetun ohjauspro-

fiilin mukaisesti. iLUMNETin hallinta on keskitetty pilvipalveluun, sinne tallennetaan valaistuksen tiedot, ohjausprofiilit ja tehdään käyttäjähallinta. Palvelun käyttöliittymänä toimii web-pohjainen LUMOSCOPE-käyttöliittymä, järjestelmä toimii langattomasti radioyhteyden kautta. iLUMNET koostuu iMASTER-keskus- ja tietoliikenneyksiköstä, iCONTROL-ohjaimesta, iBUTTON-painonapista ja iSENSE-monitoimianturista.

iMASTER toimii kommunikaation ja ohjauksen keskuksena iLUMNET-valaistusjärjestelmässä. iMASTER käyttää SRD-radioyhteyttä laitteiden ohjaukseen ja on yhteydessä iLUMNET-palvelimeen, jossa valaistuksen määrittelyt on luotu. Yksikkö mahdollistaa yhdessä palvelimen kanssa myös raportoinnin, vikailmoitukset sekä järjestelmän ohjelmistopäivitykset.

iCONTROL 400 -ohjaimella valaisimia, valaisinryhmiä ja sensoreita liitetään osaksi iLUMNET älykästä valaistusjärjestelmää. iCONTROL-ohjain kommunikoi langattomasti muiden älykkäiden valaisimien ja iMASTER-yksikön kanssa. Laitteiden ominaisuuksia voi hallita, jos kohteessa on iMASTER-yksikkö. Yhdellä iCONTROL-ohjaimella pystyy ohjaamaan usean valaisimen ryhmää sekä ulkoista relettä. iCONTROL 401 pystyy lisäksi mittaamaan ryhmään kytkettyjen valaisimien energiankulutuksen, kun valaisimen käyttöjännite johdetaan ohjaimen kautta.

iBUTTON on ohjelmoitava painonappi, jonka avulla ohjataan manuaalisesti iLUMNET-järjestelmään liitettyjä valaisimia. Painonapilla sytytetään valot tai säädetään älykkään valaistuksen kirkkautta määrätyn pituiseksi ajaksi.

iSENSE on langaton monitoimianturi, jonka toiminnallisuus voidaan valita käyttökohteen tarpeen mukaan. iSENSE ohjelmoidaan toimimaan joko liiketunnistimena, valoanturina tai hämäräkytkimenä. Sen toiminnallisuutta ja parametrejä pystytään muuttamaan ja hallitsemaan iMASTERin kautta. (7.)

C2 SmartLight-ohjausjärjestelmä

C2 SmartLight tarjoaa valaistuksen ohjaukseen sekä keskitettyä että paikallista valaistuksenohjausta. Keskitetty valaistuksenohjaus koostuu modulaarisista laitteistoista, joihin kuuluvat keskusyksikkö, releyksikkö, mittausyksikkö ja tukiasema.

Keskusyksikkö C2CU siirtää dataa keskusjärjestelmän ja ohjauslaitteiden välillä GSM-verkossa. Se toimii itsenäisesti ja ohjaa ja valvoo valoja. Tarvittaessa siihen voidaan lisätä tarvittavat lisäyksiköt, mittausensorit ja anturit. Keskusyksikön kautta voidaan lähettää esimerkiksi valaistusaikatauluja tai ohjelmistopäivityksiä kenttälaitteille. Kenttälaitteet voivat lähettää keskusyksikköön tietoa esimerkiksi valaisimien energiankulutuksesta tai vikatiedotteita.

Releyksikkö C2RU on lisämoduuli, joka on mahdollista lisätä keskuksen ohjauslaitteistoon ohjaustarpeen muuttuessa. Releyksikkö sisältää kolme relettä. Niissä on kuorman tunnistus, jonka avulla pystytään havaitsemaan valojen mahdollinen syttymättömyys.

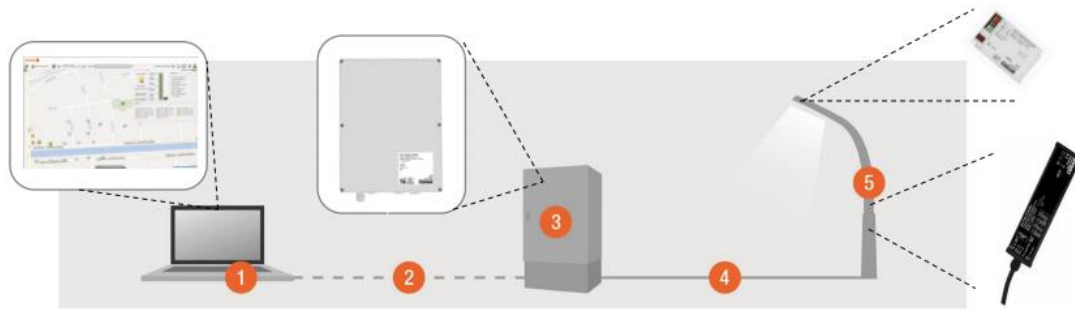
Mittausyksikkö C2MU on energiankulutuksen mittaukseen sekä sähkökeskuksen, sähköverkon ja valaistuksen vianseurantaan tarkoitettu laitteisto. Energiankulutuksen seurannalla saadaan selville valaistuksen toimintahäiriöiden lisäksi muun muassa kuoleutuneiden lamppujen lukumäärä, maavuodot ja palaneet sulakkeet vaihekohtaisesti.

Tukiasema C2LuconC keskustelee valaisimien ohjaimien kanssa langattomasti radiotaajuudella ja siirtää ohjaimien dataa muille ohjauslaitteille. Tukiasemaan voidaan liittää rajoittomasti ohjaimia.

Paikallinen ohjaus toteutetaan C2 SmartLumo -ohjaimien avulla. Ohjaimen suunnittelu on toteutettu erityisesti ohjaamaan himmennettäviä LED-valaisimia. Ohjain himmentää LED-valaisimia, joko DALI- tai 1-10 V-tasajänniteohjauksella. Ohjaukset voidaan toteuttaa ohjelmoitavan aikataulun mukaisesti, sisäisen astronomisen kellon tai ohjaimeen liitettyjen antureiden havaintojen mukaan. Valaistusaikataulut luodaan C2 Lumo Manager -sovelluksella ja ne lähetetään ohjaimelle langattomasti. (8.)

OSRAM Street Light Control-ohjausjärjestelmä

Osram Street Light Control (SLC), on Osramin tarjoama ulkovalaistuksen ohjauspalvelu. Se koostuu viidestä pääkomponentista, SLC-ohjelmistosta, internet-protokollasta, SLC-yhdyskäytävästä, syöttöverkosta ja SLC-valaisinohjaimesta. Kuvassa 2 on esitetty ohjausjärjestelmän perusrakenne.



KUVA 2. Osram Street light control (9).

SLC-ohjelmisto on keskitetty valaisinjärjestelmän hallintaan, ohjelmointiin ja analysointiin tarkoitettu ohjelmisto. Se toimii keskitetysti liittymän käyttäjän ja SLC-järjestelmän välillä. Asennus tapahtuu joko paikalliseen sijaintiin tai pilvipalveluun, jonka kautta kukin käyttäjä näkee vain kohdennetut toimintoalueet.

Ohjelmiston ja yhdyskäytävien välisen katutason tiedonsiirto toteutetaan suojatun internet-protokollan kautta GPRS:n, Ethernetin tai optisen kuidun avulla.

SLC-yhdyskäytävä tallentaa, käsittelee ja kääntää ohjelmiston käynnistämät ohjaukset ja kyselyt. SLC-yhdyskäytävän asennus tulee kytkinkaappiin. Yhdellä yhdyskäytävällä voi ohjata 200 valaisinta.

Syöttöverkko vastaa tiedonsiirrosta yhdyskäytävän ja kytkettyjen valaisimien välillä, muuta viesti-infrastruktuuria ei tarvita.

SLC-valaisinohjain tai SLC-napainen ohjain mahdollistavat valaisimien yksilöllisen ohjauksen ja valvonnan. Se mahdollistaa valaisimien yksilöllisen himmennuksen joko DALI- tai tasajänniteohjauksella (1–10 V). Ohjaimia voidaan käyttää signaalin vahvistimena tiedonsiirron parantamiseksi. (9.)

Philips CityTouch-ohjausjärjestelmä

Philips CityTouch on valaistuksen kokonaisvaltaisen hallinnan ekosysteemi. Philips tarjoaa valaisimien ohjaukseen valaisin- ja keskuskohtaista ohjausratkaisua. Keskuspohjainen ryhmänhallinta eli Philips Cabinet koostuu keskusyksiköstä, ylijännitesuojasta sekä patterista.

Philips CityTouch connect application on katuvalojen ja keskusten etähallintasovellus. Philipsin CityTouch-yhteensopivat valaisimet ovat automaattisesti yhteydessä connect applicationiin internetyhteyden välityksellä. Muiden valmistajien valaisimet voidaan liittää connect applicationiin valaisimeen asennettavalla CityTouch connector kit -moduulin kautta tai keskuskohtaisella ryhmäliitynnällä, keskukseen asennettavan segmenttiohjaimen avulla. Valaisimia voi tarpeen mukaan ohjata joko erikseen tai myös isompina ryhminä. Sen avulla pystytään säätämään valotehoa, määrittämään valaistusaikataulut ja tallentamaan valaisimille omat himmennysprofiilit. Connect application-ominaisuuksiin kuuluu myös valaisimien kunnon seuranta, johon kuuluu yksittäisen valaisimen tilaportit ja automaattiset vikailmoitukset. Sovelluksen avulla valaisimista pystyy tarkastamaan valaisimien energiankulutustiedot ja historialliset tiedot. Ohjelmointirajapinnan avulla CityTouch on mahdollista yhdistää myös muihin olemassa oleviin hallintajärjestelmiin.

CityTouch Workflow application on valaistuksen huoltoon ja hallintaan suunniteltu ohjelmisto. Sen avulla voidaan hallita koko valaistuksen huoltotöiden aikataulutusta ja huoltotöiden jakamista. Työohjeet pystytään lähettämään suoraan järjestelmästä kentällä oleville työntekijöille. Kaikki tapahtuneet muutokset pystytään paikantamaan ja päivittämään järjestelmään automaattisesti. (10.)

Lumine lighting solutions-ohjausjärjestelmä

Lumine lighting solutions tarjoaa katuvalaistuksen ohjaukseen älykkäitä himmennys- ja liikenneanalytiikkapalveluita. Dynaamisessa valaistuksen ohjauksessa valaisimia pystytään kirkastamaan liikehavaintojen perusteella. Laitteisto koostuu liiketunnistimesta ja ohjausyksiköstä.

Lumine 180 on liiketunnistin, jonka toiminta perustuu passiiviseen infrapunatunnistimeen ja sensoridataa prosessoiviin algoritmeihin. Liiketunnistimeen kuuluu 2,4 GHz taajuuskaistalla toimiva langaton modeemi, jonka avulla liiketunnistimet yhdistyvät toisiinsa. Valaistuksen ohjauksen liiketunnistin käyttää DALI-protokollaa tai 0-10 V tasajänniteohjausta. Liiketunnistimen avulla vuosittaista energiankulutusta pystytään laskemaan jopa 75 % perinteisiin valaistuksenohjausjärjestelmiin verrattuna. Lumine Master-keskusyksikkö yhdistää ohjausyksiköt internettiin 2G- tai 3G-yhteyden avulla.

Lumine Manager on valaisimien säätämiseen ja hallintaan tarkoitettu pilvipohjainen sovellus. Sen avulla voidaan säätää valaisimien polttoaikoja, kirkastus- ja himmennysnopeuksia sekä asettaa liikennemäärän mukaan muuttuvia parametrejä. Ohjattavia parametrejä ovat:

- himmennystaso
- liikehavainnon jälkeinen valaistustaso
- valaistu alue
- kirkastumisnopeus
- himmenemisnopeus
- sisääntulopisteiden asettaminen. (11.)

Narrowband IoT-alueverkko

Narrowband IoT on 3GPP:n standardoima LPWA (low power wide area) -teknologiaan perustuva alueverkko. NB-IoT:n etuja ovat vähäinen virran kulutus, hyvä kuuluvuus ja korkea tietoturvaso. Sen kaksisuuntainen tiedonsiirtokyky on 250 kbps. Tavanomaiseen mobiiliteknologiaan verrattuna NB-IoT-yhteys pysyy lepotilassa, kun sitä ei käytetä. Tämän ansiosta paristokäyttöisillä laitteilla pystytään jopa 10 vuoden käyttöikä. NB-IoT toimii 2G-, 3G- ja 4G-matkapuhelinverkoissa. NB-IoT hyödyntää kaikkia matkapuhelinverkon turvallisuus- ja yksityisyysominaisuuksia. Yhden 200 kHz:n kaistan arvioidaan pystyvän tukemaan yli 200 000 NB-IoT-yhteyttä hyödyntävää laitetta solua kohti. Ensimmäiset NB-IoT-hankkeet ovat lähteneet Suomessa jo käyntiin. Katuvalaistuksen ohjauksessa teknologiaa ei ole vielä testattu Suomessa, mutta matkapuhelinoperaattorit uskovat, että tulevaisuudessa se on yksi soveltuva käyttökohde NB-IoT-tekniikalle. Ulkomailta löytyy jo referenssikohteita, jossa NB-IoT-tekniikkaa on käytetty katuvalaistuksen ohjaukseen. (12.)

3 KATUVALAISTUS

Tie- ja katuvalaistus parantaa liikenneturvallisuutta ja ennaltaehkäisee vaaratilanteita. Valaisemattomalla tiellä ajettaessa heikentynyt näkyvyys on osaltaan syynä siihen, että onnettomuusriski kasvaa 1,5–3-kertaiseksi valoisaan aikaan verrattuna.

Tie- ja katuvalaistuksen toteuttamisessa on liikenneturvallisuuden lisäksi monia muita yhtäaikaisesti tarkasteltavia näkökohtia. Teknilliset ja toiminnalliset ominaisuudet voidaan esittää vaatimuksina, joita pystytään laskemaan ja mittaamaan. Muunlaisia keinoja ja arviointia tarvitaan tarkasteltaessa valaistuksen vaikutusta yleiseen turvallisuuteen, liikenneympäristön muodostumiseen ja vertailussa muihin tie- ja kadunpitotoimiin.

Tiet ja kadut vaikuttavat yhä monimutkaisemmilla tavoilla ympäristöönsä. Jatkuva kalusteiden ja menetelmien kehitys vaikuttaa valaistustapoihin ja -tyyppeihin sekä elinkaari-kustannuksiin.

Valolla on kolme päätehtävää: toimintojen valaiseminen (näkyvyys), tilan ja ympäristön muodostaminen (hahmottaminen) sekä varmuuden ja tunnelman synnyttäminen (ilma-
piiri). Taajamissa katuvalaistuksella on myös merkittävä vaikutus esteettömän liikkumis-
ympäristön toteuttamisessa. (13, s. 265.)

3.1 Valaistuksen suunnittelu

Tievalaistuksen suunnittelussa määritellään toimiva ja kustannustehokas valaistusratkaisu ottaen huomioon valaistusteknilliset vaatimukset ja valaistusperiaatteet. Suunnitteluprosessi sisältää peräkkäisiä osavaiheita ja tehtäviä sekä eriateisia suunnitelmia. Suunnitelmat liittyvät kiinteästi muuhun tiesuunnitteluun tai ne laaditaan olemassa olevalle tielle erillistä valaistushanketta varten. (2, s. 87.)

3.2 Valaistussuunnitelmatyypit

Teiden valaistuksen toteuttamisessa on olemassa neljä tarkkuudeltaan ja tavoitteiltaan erilaista suunnitelmaa:

- tievalaistuksen tarveselvitys
- tievalaistuksen yleissuunnitelma
- tiesuunnitelman valaistustiedot

- tievalaistuksen rakennesuunnitelma (2, s. 124).

3.2.1 Tarveselvitys

Tie- ja katuvalaistuksen tarveselvitys sisältää kunnan ulkovalaistuksen pitkän aikavälin tavoitteet. Se toimii ulkovalaistuksen strategiana jonka pohjalta ulkovalaistuksen teknillistä, taloudellista ja kaupunkikuvallista kehitystä pidetään yllä ja ohjataan. Se palvelee niin kuntaa, kuntalaisia, ELY-keskusta kuin suunnittelijoita.

Tarvesuunnittelun tavoitteina on tuoda esille alueiden vahvuuksia ja erityispiirteitä vasta suunnitteilla olevan valaistuksen osalta. Lisäksi tavoitteena on löytää jo rakennettujen alueiden valaistuksen kehittämistarpeet. Tarveselvitystä käytetään päätöksenteon sekä tulevaisuuden suunnitelmien lähtöperusteina ja ohjauskeinona.

Tarveselvitystä laadittaessa selvitetään katu- ja ulkovaloverkon nykytilanne ja sen ongelmakohdat. Olemassa olevan valaistuksen ikä- ja valolajit toimivat lähtökohtana. Tietoa maankäytöstä ja liikenneverkon muutoksista ja kaupunkikuvallisista tavoitteista hankitaan keskustelemalla kunnan eri virkamiesten ja asiantuntijoiden kanssa. Yhteistyö ELY-keskuksen ja Liikenneviraston kanssa on suositeltavaa käsiteltäessä maanteitä. (2, s. 124–125.)

Tarveselvityksen asiakirjoihin kuuluu seuraavanlaisia piirustuksia:

- nykytila
- valaistuksen kaupunkikuva
- valaistustavat
- valaistusluokat (2, s. 125).

3.2.2 Tievalaistuksen yleissuunnitelma

Tievalaistuksen yleissuunnitelma on tarveselvitystä pienemmän alueen suunnitelma, esimerkiksi taajaman, kaupunginosan tai maantien valaistuksen yleissuunnitelma. Se laaditaan merkittävistä aluekokonaisuuksista silloin kun tarvitaan tarveselvitystä tarkempaa käsittelyä.

Tievalaistuksen yleissuunnitelmassa esitetään suunniteltavan alueen teiden ja muiden alueiden valaistuksen periaatteet, valaistusluokat ja erityisvalaistuskohdeet. Pylväiden ja

valaisimien ulkomuodot sekä valaistuksen ohjauksen periaatteet määritetään tässä suunnitelmavaiheessa. Valaistusteknisillä ratkaisulla esitetään päätettyjen ratkaisujen toteuttavuus. Yleissuunnitelman yleiskartalla esitetään valaistuksen, valaistustavat, väylät ja alueet, valaistusluokat, valolajit ja valaistustyypit. (2, s. 126–127.)

3.2.3 Tiesuunnitelman valaistustiedot

Tiesuunnitelman valaistustietojen tarkoitus on varmistaa valaistuksen toteuttamismahdollisuus, sekä huomioida vuorovaikutukset erilaisiin rakenteisiin ja ympäristöön. Rakennuttajan tai tilaajan tehtävä on asettaa tiesuunnitelman valaistustiedot urakkaan sisältyvän rakennussuunnitelman lähtökohdaksi ja tavoitteeksi.

Tiesuunnitelman yleiskartassa esitetään valaistavat tieosuudet ja alueet, valaistusluokat ja jo olemassa olevat valaistukset suunnitelman alueella. Karttaan sisällytetään lisäksi tyyppipoikkileikkaukset, joista ilmenee teiden ja alueiden muodot sekä valaisimien ja pylväiden sijainti. (2, s. 127–128.)

3.2.4 Tievalaistuksen rakennussuunnitelma

Tievalaistuksen rakennussuunnitelma on tietyn tiealueen yksityiskohtainen suunnitelma, joka perustuu yleensä tarveselvityksen, yleissuunnitelman tai tiesuunnitelman valaistus-suunnitelman valaistuksen pohjatietoihin. Se on rakentamisen perusasiakirja, joka kuvaa lopputulosta ja toimii työsuunnittelun lähtöasiakirjana. (2, s. 128.)

Tarkoin viimeistelty suunnitelma sisältää tyypillisesti seuraavia asiakirjoja:

- suunnitteluperusteet
- valaistusteknilliset laskennat
- oikosulku- ja jännitehäviölaskennat
- erikoisrakenteiden lujuus, taipuma- ja muut tarvittavat laskennat
- kustannusarvio
- turvallisuusasiakirja (2, s. 131).

3.3 Valaistustekniset suureet

Valovoima (I) on valaistuksen perussuure, josta muut suureet ovat johdettuja. Valovoiman yksikkö on kandela (cd). Valovoima kuvaa valonlähteestä säteilevän valon voimakkuutta ja intensiteettiä. Kandela on saanut nimensä englannin kielen kynttilä sanasta ja yksi kandela vastaa yhden kynttilän valovoimaa. (4, s. 34–35.)

Valovirta (Φ) on silmän spektriherkkyydellä painotettu valonlähteen näkyvän alueen säteilyteho. Sen yksikkö on lumen (lm). (4, s. 35–36.)

Valaistusvoimakkuus (E) on valonlähteestä pinnalle saapuvan valovirran tiheyttä. Sen yksikkö on lumenia neliömetrille (lm/m^2) eli luksi (lx). (4, s. 36.)

Luminanssi (L) on pinnalta säteilevän valon voimakkuutta. Luminanssi määritellään pinnan valovoiman tiheydeksi tarkastelusuuntaan. Sen yksikkö on kandelaa neliömetrille (cd/m^2). (4, s. 37.)

Muita tievalaistuksessa käytettäviä valaistussuureita ovat keskimääräinen luminanssi (L_m), luminanssin yleistasaisuus (U_o), luminanssin pitkittäistasaisuus (U_L), häikäisy (f_{T1}), vierialueen valaistusvoimakkuus (R_{EI}), vaakatason valaistusvoimakkuus (E_{hm}), pystytason valaistusvoimakkuus (E_{vm}), puolipallovalaistusvoimakkuus (E_{hs}), puolisyliinterivalaistusvoimakkuus (E_{sc}), yläpuolinen valo (R_{UL}), valaistusvoimakkuuden yleistasaisuus (U_d), häikäisy (R_G) ja värinointindeksi (R_a). (2, s. 22–24.)

3.4 Valaistusluokat

Tie- ja katuvalaistuksessa oikean valaistusluokan valinnalla saadaan aikaan tarvittavat liikenneturvallisuutta ja ympäristöä parantavat vaikutukset. Valaistusluokka on oikea, kun näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät vaatimukset ovat keskenään oikeassa suhteessa. Autoilijoille tärkeitä ominaisuuksia ovat luminanssin tasaisuus, keskimääräinen luminanssi sekä häikäisyn rajoitus.

Valaistusluokat jakautuvat M-, C- sekä P-luokkiin. M-luokat on tarkoitettu moottoriajoneuvojen kuljettajille niin kuivalla kuin märällä alustalla. C-luokkia sovelletaan kiertoliittymissä, mutkikkaissa tasoliittymissä ja alueilla, jossa luminanssiin perustuvaa tarkastelu ei ole käyttökelpoinen. P-luokat ovat jalkakäytävillä, asunto- ja pihakaduilla sekä pysä-

köintialueille ja pihoilte tarkoitettuja valaistusluokkia. Näiden valaistusluokkien lisäksi erikoistapauksissa voidaan käyttää lisäluokkia. Tapauksissa, joissa estohäikäisyn rajoittamiseksi häikäisy arvoa ei pystytä laskemaan, valaistussuunnittelu tehdään valovoiman määrän ja suuntauksen perusteella. Jos kevyenliikenteen väylällä halutaan lisätä turvallisuuden tunnetta sekä parantaa vastaantulevien jalankulkijoiden tunnistusta, voidaan suunnittelussa käyttää puolisyylinterivalaistusvoimakkuutta. Pystysuorien pintojen korostuksessa esimerkiksi suojateillä voidaan suunnittelussa käyttää pystytason valaistusvoimakkuutta. (2, s. 24–27.)

3.5 Kustannukset

Katu- ja ulkovaloverkon hoidossa tarvitaan kustannustietoja rakentamisesta ja hoidosta:

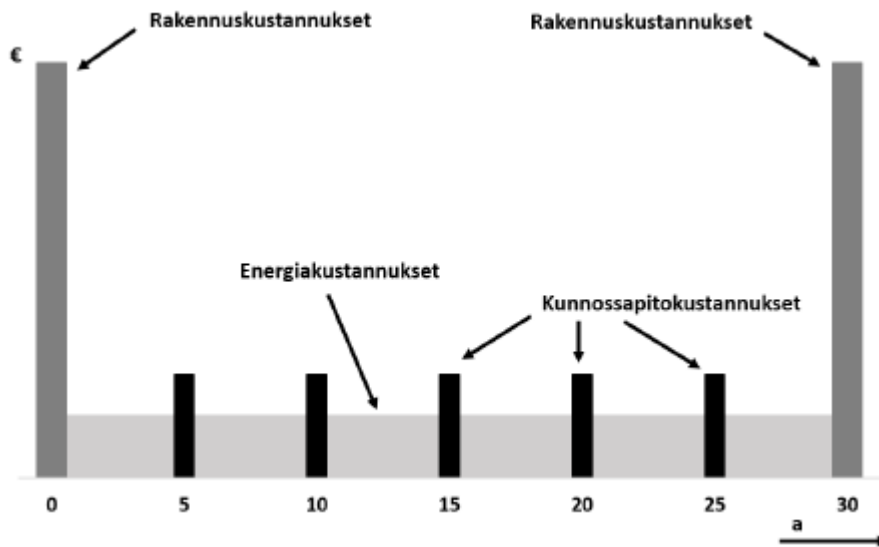
- valaistuksen kannattavuutta ja tarpeellisuutta arvioitaessa
- hankkeiden tärkeysjärjestyksen määrittämisessä
- toteuttamishjelman laatimisessa
- valaistusratkaisujen, valaistustyyppien ja valaistulaitteiden vertailussa
- kustannusarvioinnissa
- tavoitebudjetissa
- tiesuunnitelman valaistustiedoissa.

Katuvalaistuksen tarveselvityksen ja yleissuunnitelmasta löytyvät kustannusarviot ovat alustavia. Määriteltäessä hankkeiden tärkeysjärjestyistä tai yksittäisen katuvalohankkeen tarpeellisuutta kustannukset lasketaan yleensä kilometrihintojen avulla.

Katuvalaistuksen rakennussuunnitelmassa rakenteiden ja valaistustyyppien vertailu suoritetaan kustannuslaskennalla, joka perustuu hankkeen tärkeimpien komponenttien yksikköhintoihin. Rakennushankkeen toimintasuunnitelmaan sisältyvä tavoitebudjetti perustuu viimeisteltyyn määräluetteloon sekä ajankohtaisiin hankinta- ja asennushintoihin.

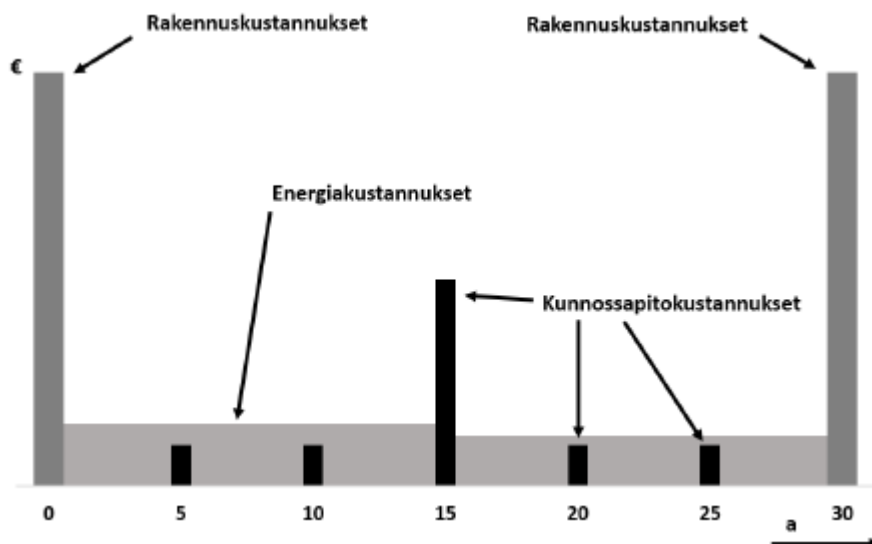
Yli puolet valaistuskustannuksista syntyy käytön aikana. Nämä kustannukset täytyy sitoa jo aikaisissa suunnitteluvaiheissa, tarveselvityksessä, yleissuunnitelmassa ja tiesuunnitelmassa. Rakennussuunnitteluvaiheessa ei näihin pysty enää hyvin vaikuttamaan. (2, s. 114.)

Kunnossapitokustannusten jakautuminen koko elinkaaren aikana on riippuvainen valaisimen valonlähteestä. Kuvassa 3 on esimerkki suurpainenatriumvalaisimen elinkaarikustannuksista.



KUVA 3. Suurpainenatriumlampun elinkaarikustannukset (2, s. 115).

Kuvassa 4 on esimerkki LED-valaisimen elinkaarikustannuksista. LED-valaisimilla kunnossapitokustannukset muodostuvat valaisimen puhdistuskustannuksista sekä LED-valaisimien tai LED-moduulien liitäntälaitteiden tai muiden sähköosien ryhmävaihtoista polttoiän lopussa. Lisäksi on huomioitava tarvittavat yksittäisvaihdot. (2, s.115.)



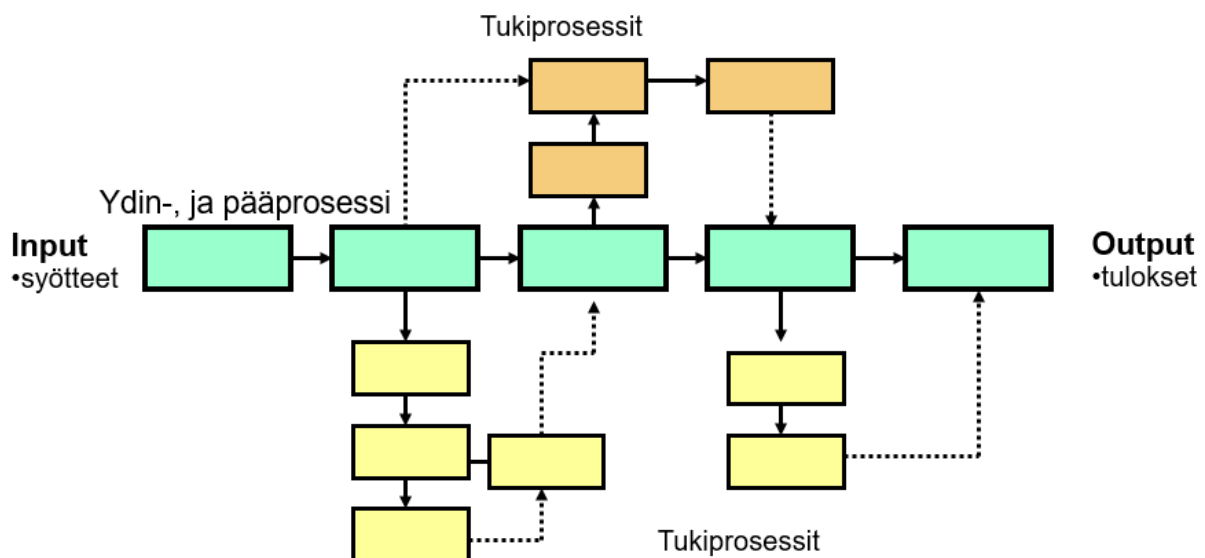
KUVA 4. Led-valaisimen elinkaarikustannukset (2, s.115).

4 PROSESSITOIMINTAMALLI

Sanaa prosessi voidaan käyttää useissa eri merkityksissä. Mikä tahansa muutos tai kehittyminen voidaan mieltää prosessiksi, kuten esimerkiksi muutos-, kehitys-, oppimis- tai kasvuprosessi. Myös mikä tahansa toiminta voidaan mieltää prosessiksi, kuten lukemis- tai syömisprosessi. (14, s. 21.)

Tyypillisesti prosessit ovat toimintojen ketjuja, jotka tapahtuvat lähtötilanteen ja lopputilanteen välillä. Prosesseilla pyritään tyypillisesti kuvaamaan, mitä vaiheita tulee suorittaa ja mikä on suoritusjärjestys pyrittäessä haluttuun lopputulokseen. Näillä loogisesti toisiinsa liittyvien toimintojen ketjuilla saadaan aikaan toiminnan tulokset. Yksinkertaisimmillaan prosessi koostuu toiminnasta, resursseista ja tuotoksesta (15).

Tunnetuimpia prosesseja ovat ydinprosessit ja tukiprosessit. Ydinprosessit ovat liiketoiminnan perusta ja niiden tehtävä on ilmaista organisaation tavoitteita ja keinoja päästä näihin tavoitteisiin. Tukiprosessit ovat organisaation ydinprosesseja tukevia sisäisiä prosesseja, esimerkiksi talouspalvelut ja tietohallinto (16). Kuvassa 5 on esitetty tyypillinen prosessikaavio, joka koostuu ydin- ja tukiprosesseista.



KUVA 5. Prosessikaavio (15).

4.1 Prosessien jaottelu

Liiketoimintaprosessi

Liiketoimintaprosessit ovat joukko toisiinsa liittyviä toistuvia toimintoja ja niihin tarvittavia resursseja, joiden avulla syötteet muunnetaan tuotteiksi. Liiketoimintaprosessit ovat organisaation toiminnan kannalta kriittisimpiä ja tärkeimpiä prosesseja. Liiketoimintaprosessit ovat yrityksen asiakkaille arvoa tuottavia prosesseja eli näiden prosessien tuotteet ja palvelut ovat suunnattuja asiakkaalle. Liiketoimintaprosessit ovat sitä toiminnallisuutta, jonka vuoksi yritys on olemassa. Liiketoimintaprosesseja määrittelee se, että niille löytyy aina asiakas, joka saa prosessin kautta sille määritellyn lopputuloksen. Liiketoimintaprosessit ylittävät aina organisatoriset rajat eivätkä ole riippuvaisia organisaatorakenteista. Liiketoimintaprosessien arviointi lähtee aina asiakkaan näkökulmasta (14, s. 19; 17, s. 41.)

Pääprosessi

Organisaation suurimpia sisäisiä prosesseja voidaan kutsua pääprosesseiksi. Pääprosessien tarkoitus on tuottaa tärkeimpiä palveluita tai tuotteita asiakkaalle. Pääprosessit ovat liiketoiminnan kannalta merkityksellisimpiä toimintoja, joilla on aina joko sisäinen tai ulkoinen asiakas (18.)

Ydinprosessit

Ydinprosessit ovat organisaation toiminnan ja strategian kannalta merkittäviä toimintoja. Ydinprosessien tarkoitus on tuottaa kilpailuetua organisaatiolle. Ydinprosessit alkavat aina asiakkaan tarpeista ja päättyvät asiakkaan tarpeen tyydyttämiseen. Ydinprosessit kulkevat läpi yrityksen osastojen ja palautuvat asiakkaiden tuotoksena takaisin. Ydinprosessit voidaan jakaa kahteen pääryhmään suoraan asiakkaalle arvoa tuottaviin prosesseihin ja varsinaista liiketoimintaa tukeviin prosesseihin. (19; 17, s. 366.)

Tukiprosessit

Tukiprosessit ovat organisaation ydinprosesseja tukevia sisäisiä prosesseja. Tukiprosessit ovat toiminnassa yhtä tärkeitä kuin ydinprosessit, mutta ilman ydinprosesseja tukiprosesseilla ei ole organisaatiolle merkitystä. Johtamisprosessin näkökulmasta tukiproses-

sien toiminnan pitää olla tavoitteiltaan synkronoituja liiketoimintojen ja prosessien strategisten päämäärien kanssa. Yksi tukiprosessi voi tukea monia eri ydinprosesseja. Talouspalvelut ja tietohallinto ovat esimerkkejä tukiprosesseista (1.)

Johtamisen prosessi

Johtamisen prosessi on prosessi, joka etenee suunnittelusta toimeenpanoon ja lopuksi valvontaan. Suunnitteluvaiheessa organisaation resurssit kartoitetaan, asetetaan tavoitteita ja päätetään toimenpiteet. Toimeenpanovaiheen tarkoitus on käynnistää suunnitellut asiat tavoiteaikataulua noudattaen. Valvontavaiheessa johtamisen tulokset selviävät mitaamalla ja raportoimalla. Mitattua tulosta hyödynnetään ja tarvittaessa ryhdytään muutos- tai säätötoimiin (1.)

4.2 Prosessimallin hyödyt

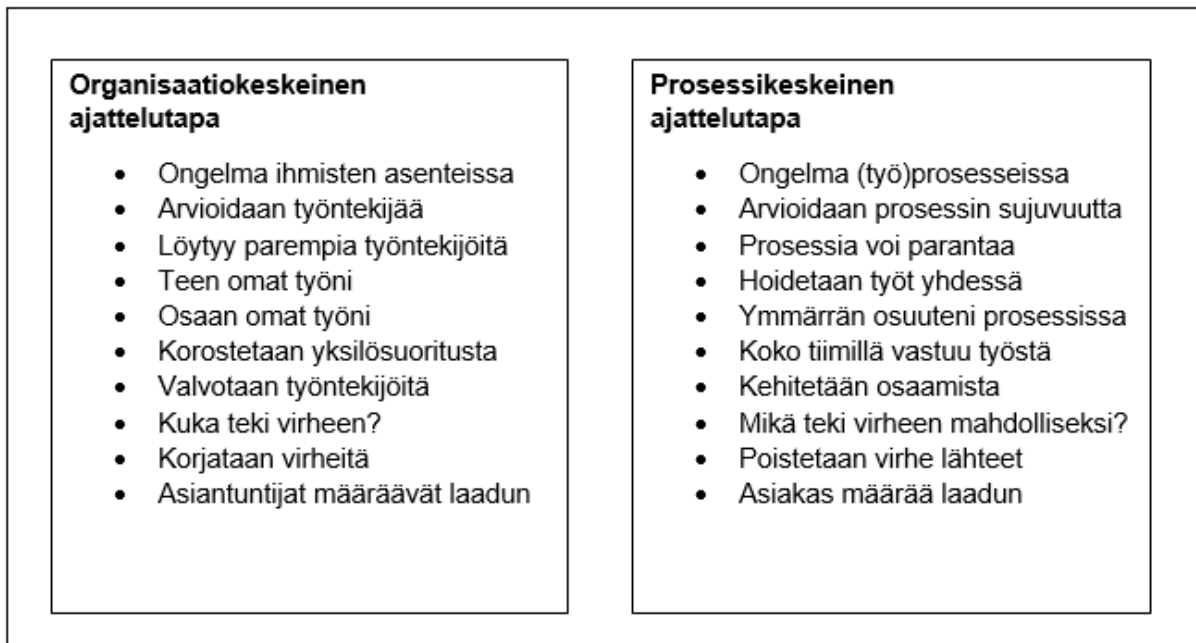
Prosessimallin perusajatus on hyvin yksinkertainen. Lähtökohtana on asiakas ja asiakkaan tarpeet. Prosessimallissa mietitään, millaisilla palveluilla tai tuotteilla asiakkaan tarpeet voidaan tyydyttää, sen jälkeen suunnitellaan prosessi, jolla saavutetaan halutut tuotteet ja palvelut. Sen lisäksi on selvitettävä, mitä syötteitä tarvitaan prosessin läpiviemiseen ja mistä ne hankitaan.

Jos prosessien muodostamisessa on onnistuttu, seuraa siitä seuraavanlaisia hyötyjä:

1. Yhteistyö asiakkaan kanssa on mutkatonta ja asiakas kokee saavansa hyvää palvelua.
2. Organisaation työntekijät ymmärtävät kokonaisuutta, oman roolinsa ja miten lisäarvo tuotetaan läpi organisaation.
3. Toiminnan kehittäminen perustuu organisaation kokonaistavoitteisiin ja asiakkaan tarpeisiin. (14, s. 21–22.)

Organisaatiokeskeisessä ajattelutavassa työssä onnistuminen on hyvin paljon kiinni yksilön taidoista. Prosessikeskeisessä ajattelutavassa yrityksen toimintaa käsitellään kokonaisuuksina. Prosessikeskeinen toimintamalli tarkoittaa luopumista funktionaalista organisaatiosta, tällöin organisaation johto muodostuu tärkeimpien prosessien omistajista. Yhtiön ohjaus ja organisointi tapahtuvat ensisijaisesti prosessien kautta, ei funktionaalisesti. Prosessijohtamisessa olennaista on asiakkaan tarpeista lähtevä toiminnan ohjaus. (17, s. 32.)

Kuvassa 6 on esitelty organisaatio- ja prosessikeskeisen ajattelutavan eroavaisuuksia.



KUVA 6. Organisaatio- ja prosessikeskeisen ajattelun erot (3).

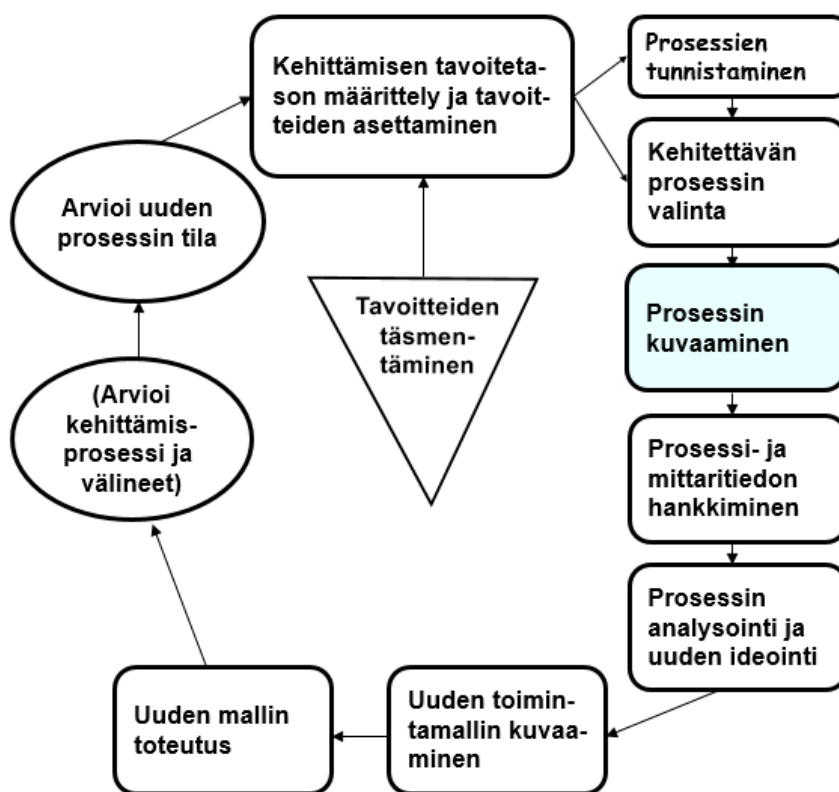
4.3 Prosessien kehittäminen

Valtaosa virheistä on rakennettu prosessiin. Virheiden vähentäminen onnistuukin parhaiten korjaamalla virhetoiminnon prosessissa, eikä vain yksittäistä virheellistä lopputulosta. Kun prosesseja lähdetään kehittämään, tulee asettaa kehittämistavoitteet. Kehittämistavoitteissa määritellään, mitä halutaan kehittää ja kuinka paljon kehitystä halutaan saada aikaan. Kehitystyön edetessä voidaan näitä tavoitteita tarkentaa. Prosessin sujuvuus ja lopputulos voidaan saavuttaa monin tavoin, mutta prosessin kehittämisessä on otettava huomioon eri tavoin saavutettujen tulosten kustannuserot. Jokainen lisävaihe prosessissa tuo lisää kustannuksia, joten vaiheen tulisi tuottaa vähintään sen kustannuksia vastaava lisäarvo prosessin lopputulokselle. (1.)

Kehitettävillä prosesseilla tulee asettaa kehittämistavoitteet. Kehittämistavoitteessa määritellään, mitä halutaan kehittää ja kuinka paljon parannusta halutaan saada aikaan. Kehitettäviä asioita voivat olla muun muassa asiakastyytyväisyys, kustannustehokkuus, läpimenoaika, virheiden määrä ja tasalaatuisuus. (16.)

Prosessien parantamiseen on käytössä kaksi keinoa: jatkuva parantaminen ja uudelleensuunnittelu. Jatkuva parantaminen perustuu toiminnon jatkuvaan arviointiin. Se tarkoittaa

pienien osakokonaisuuksien kehittämistä, jossa prosessien kehitys tapahtuu jo olemassa olevien rakenteiden pohjalta. Tällainen kehitystyö mahdollistaa prosessien kehityksen oman työn ohella. Uudelleensuunnittelussa prosessit suunnitellaan kokonaan uudelta pohjalta, unohtaen menneet prosessin toimintatavat. Uudelleensuunnittelussa voidaan käyttää ylitiötavoitteita, esimerkiksi asiakastytyvyyden nostamista neljäsosalla aikaisemmasta, jotta prosessia lähdettäisiin todellakin suunnittelemaan puhtaalta pöydältä. Prosessien uudelleensuunnittelu vaatii suurempaa omistautumista prosessien kehittämiseen kuin prosessien jatkuva parantaminen. (16.) Kuvassa 7 on esitetty prosessin kehittämisen vaiheet.



KUVA 7. Prosessin kehittämisen vaiheet (15).

4.4 Prosessien mittaaminen

Prosessien kehittämistä varten on luotava mittarit, joiden avulla kehitystä pystytään tarkastelemaan. Usein vasta mittaaminen mahdollistaa kehityskohteiden havaitsemisen. Mittaamisella tavoitellaan prosessin sujuvuuden arvioimista. Mittaustulosten avulla prosessia voi ohjata järkevämmiin ja sen läpimenoajan ennustettavuus tarkentuu. Toimintaa koskevien mittarien valinnassa on ensisijaista oikeiden asioiden mittaus. Hyvän mittarin

ominaisuuksia ovat myös selkeys, luotettavuus ja helppokäyttöisyys. Erilaisia prosessityössä käytettäviä mittareita ovat esimerkiksi:

- asiakassuhteisiin ja asiakastyytyväisyyteen liittyvät mittarit
- talouden mittarit
- aikaan perustuvia mittareita
- virheiden mittareita
- motivaatioon ja osaamiseen liittyvät mittarit
- laadulliset mittarit. (3.)

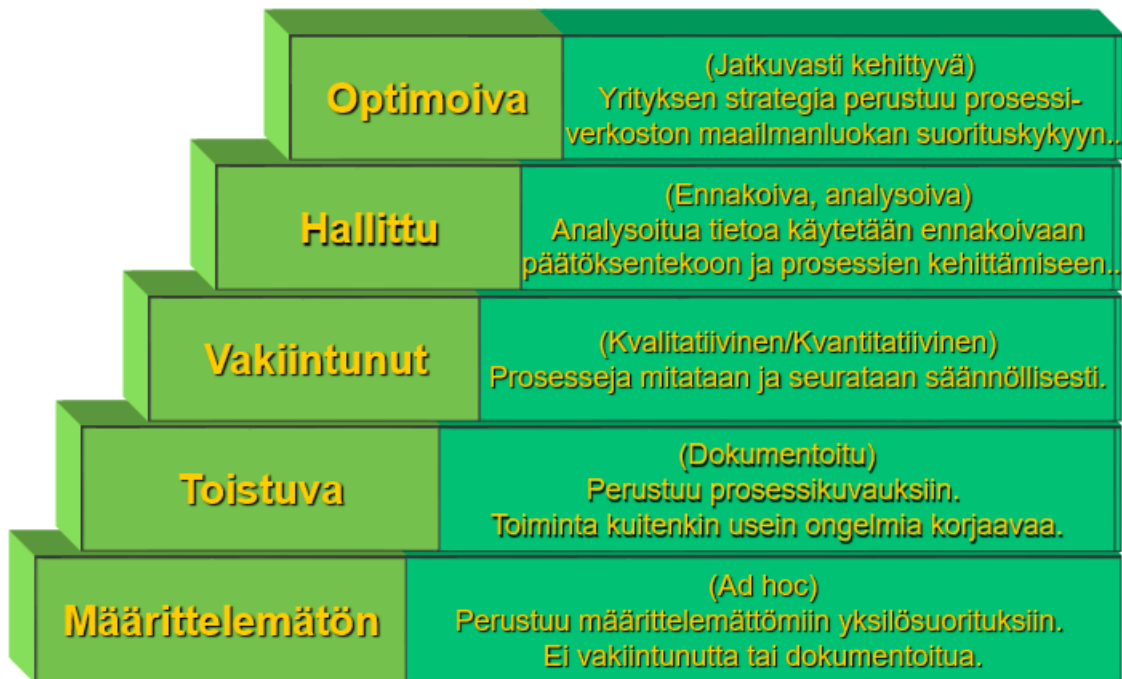
4.5 Loiste Sähköverkko Oy:n prosessien kehitysmalli

Loiste Sähköverkko Oy:ssä on prosessien kehittämistä tehty useiden vuosien ajan. Sähköverkon prosessit ovat tarkasti kuvattuja ja niitä seurataan ja kehitetään aktiivisesti. Sähköverkon prosessien lisäksi on kuvattu myös lämpöliiketoiminnan, tukipalveluiden sekä johtamisen prosessit.

Prosessin kehityksessä tai uuden prosessin luomisessa prosessityön valmistelu Loiste Sähköverkko Oy:ssä alkaa prosessien perustietolomakkeen täytöllä. Perustietolomakkeeseen kirjataan prosessin yleiskuvaus tai tarkoitus, prosessin omistaja, mistä prosessi saa herätteen, mitkä ovat prosessin tuloksia ja ketkä ovat prosessin asiakkaita. Prosessin omistaja vastaa prosessin suorituskyvystä ja sen kehittämisestä. Prosessin asiakas on prosessin lopputuotteen tai palvelun vastaanottaja. Prosesseilla voi olla useita lopputuloksia varsinaisen prosessin lopputuloksen lisäksi, kuten työturvallisuuden toteutuminen tai järjestelmien päivittäminen. (15.)

Prosessien kuvauksessa käytetään uimaratamallista prosessikaaviota. Uimaratamallissa kukin rooli kuvataan omana ”uimaratanaan”, tällöin sille sijoitetut prosessiaskeleet kuuluvat tämän roolin vastuulle (20, s. 3).

Prosessien kehittämisessä käytetään viisiportaista kypsyystasojen arviointimenetelmää. Kuvassa 8 näkyvät prosessien kehittämisen eri kypsyystasot.



KUVA 8. Prosessien kehittämisen kypsyystasot (1).

Ensimmäisellä kypsyystasolla prosessien toiminta on arvaamatonta ja huonosti hallittua. Prosesseja ei välttämättä ole lainkaan ja työssä onnistuminen on riippuvainen yksilöiden omista kyvyistä. Toisella tasolla prosessikuvauksia on käytössä ja niiden kehittäminen ja dokumentointi on käynnistetty. Tasolla kolme organisaatiossa noudatetaan luotuja prosessimalleja. Prosesseja mitataan ja seurataan säännöllisesti. Neljännellä tasolla analysoidua tietoa käytetään ennakoivaan päätöksentekoon ja prosessien kehittämiseen. Mittattuja tuloksia analysoidaan ja näiden perusteella laaditaan korjaavia toimenpiteitä. Viimeisellä tasolla kokonaisuutta hallitaan laajasti. Yrityksen strategia perustuu prosessiverkoston maailmanluokan suorituskykyyn. Prosesseja kehitetään ja mitataan laajasti koko organisaation tasolla. (15).

Prosessien tasot ovat

1. Määrittelemätön
2. Toistuva
3. Vakiintunut
4. Hallittu
5. Optimoiva

Loiste Sähköverkko Oy:ssä prosessien kypsyysasteen prosessikohtaista seurantaan var-
ten on kehitetty ”liikennevalomalli”. Mallin eri tasot ovat:

1. Vihreä, edellytyksenä on seuraavien asioiden täyttyminen:
 - Prosessi on toimiva. Prosessin kulussa voi kuitenkin syntyä hallittavia poikkeamia.
 - Kehityskohteet on kirjattu, niitä edistetään sovitusti.
 - Mittarit on luotu sovitusti.
2. Keltainen, edellytyksenä on seuraavien asioiden täyttyminen:
 - Toimiva prosessi, joka on kuvattu.
 - Mittaria ei ole luotu määräaikaan mennessä.
 - Prosessissa esiintyy poikkeamia. Poikkeamina voi olla jokin seuraavista:
 - Kehityskohteissa ei edetä sovitusti.
 - Prosessiin läheisesti liittyviä työohjeita ei ole tai ne eivät ole ajan tasalla.
 - Prosessissa esiintyy poikkeamia tasaisesti.
3. Punainen, yksi tai useampi seuraavista asioista toteutuu:
 - Prosessia ei ole kuvattu tai kuvaus on keskeneräinen.
 - Prosessissa esiintyy poikkeamia jatkuvasti.
 - Prosessin yksittäiset poikkeamat aiheuttavat toiminnalle merkittävää haittaa.
 - Prosessin kehityskohteita ei ole kirjattu tai kehityskohteiden toteutusta ei edistetä.
 - Prosessille ei ole asetettu mittaria määräaikaan mennessä. (15.)



Kuva 9. Kypsyysasteen nostamisen menetelmät (1).

Kuvassa 9 on esitetty kypsyysasteen nostamisen ja vihreälle palauttamisen menetelmät. Loiste Sähköverkko Oy:ssä on prosessien kehittämisen tukena käytetty prosessien sponsorointia. Sponsorit sitoutuu prosessin kehittämiseen ja varmistaa, että prosessin arvioinnin syötteet ovat asianmukaisesti määritellyt siten, että ne kohtaavat prosessin kehittämisen tarpeet. Sponsorit tukee omalla toiminnallaan prosessityötä motivoimalla prosessin omistajaa, tarjoaa prosessityöhön riittävät resurssit ja valtuudet sekä huolehtii, että prosessityö pysyy aikataulussa. Sponsorina toimii tyypillisesti yrityksen ylin johto. (15.)

5 PROSESSIEN KEHITTÄMINEN

5.1 Prosessityön tavoitteet

Opinnäytetyön taustalla oli toimeksiantajayrityksen ja Kajaanin kaupungin välinen puitesopimus Kajaanin kaupungin katuvalaistuksesta ja siihen liittyvästä omaisuuden hallinta- ja ylläpitopalveluista. Puitesopimus on solmittu vuonna 2016 viiden vuoden ajaksi. Ensimmäisessä vaiheessa katu- ja ulkovaloverkko ja siihen liittyvää omaisuutta on dokumentoitu verkkotietojärjestelmään. Opinnäytetyön tavoitteena oli havainnoida ja kehittää tähän palvelukokonaisuuteen liittyviä katu- ja ulkovaloverkon palveluprosesseja.

Opinnäytetyön aikana kuvattiin seuraavat palveluprosessit:

- Katu- ja ulkovaloverkon viankorjaus (Liite 1)
- Katu- ja ulkovaloverkon ohjaukset (Liite 2)
- Katu- ja ulkovaloverkon huolto ja kunnossapito (Liite 3)
- Katu- ja ulkovaloverkon yleissuunnittelu ja omaisuuden hallinta (Liite 4)
- Katu- ja ulkovaloverkon sähkö- ja valaistusteknisen suunnitelman laatiminen (Liite 5)
- Katu- ja ulkovaloverkon dokumentointi (Liite 6)
- Katu- ja ulkovaloverkon rakennuttaminen (Liite 7)

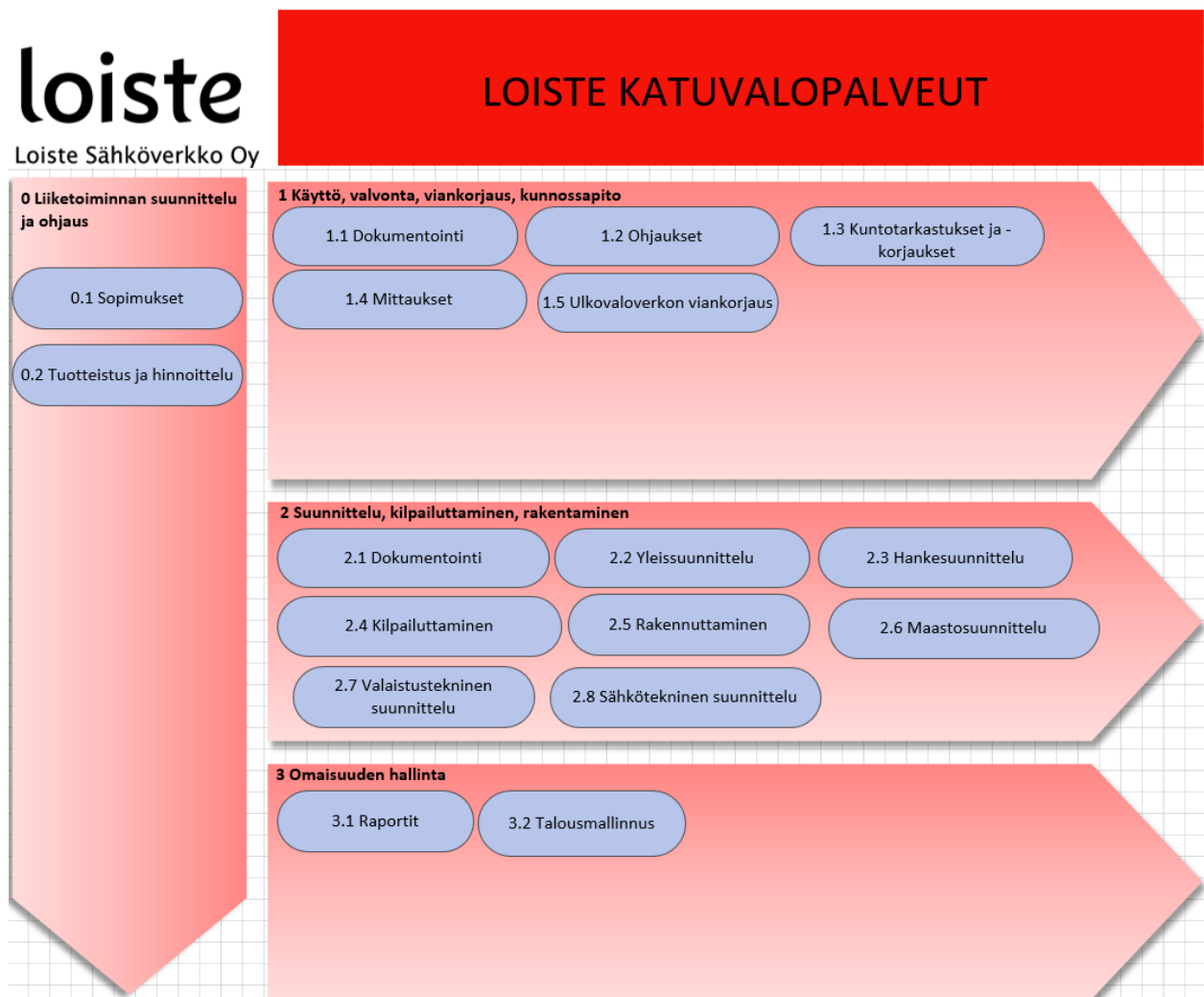
5.2 Prosessityön kulku

Aloitin prosessityön tutustumalla Loiste Sähköverkko Oy:n sähköverkkoliiketoiminnan prosesseihin. Prosessityön lähtökohtana pidettiin tukeutumista juuri sähköverkon prosesseihin, jotta katu- ja ulkovaloverkon prosessit olisivat mahdollisimman hyvin mukautettavissa olemassa olevaan liiketoimintaan. Tarkasti viimeistellyt sähköverkon prosessit toimivat myös hyvänä laatustandardina, mihin prosessien kuvaamisessa pyrittiin.

Prosessityön alussa kävimme Loiste Sähköverkko Oy:n prosessityön kehittäjä konsultin kanssa läpi prosessityön kulkua ja prosessityön teoriaa. Keskusteluissa käytiin läpi Loiste Sähköverkko Oy:n prosessityön historiaa ja prosessien kehittämisen malleja yhtiössä.

Prosesseja lähdettiin kehittämään yrityksen sisäisellä haastattelukierroksella. Yrityksessä haastateltiin asiantuntijoita suunnittelun, rakennuttamisen, käytön, huollon ja kunnossapidon sekä ohjauksien osalta. Samalla yrityksen henkilöstölle tiedotettiin, kuinka laajasta kokonaisuudesta on kyse.

Ensimmäisen haastattelun aikana hahmoteltiin koko katu- ja ulkovaloverkkokokonaisuuden palvelumallia. Dokumentoinnin prosessi katsottiin palvelumallin perustaksi, jonka ympärille muita palveluja pystytään lisäämään asiakkaan toiveen mukaisesti. Dokumentointi on perusmallinnuksen jälkeen jatkuvaa mallin ylläpitoa ja liittyy olennaisesti myös muihin palvelumalleihin. Muita palvelumalleja ovat käyttö ja kunnossapito, suunnittelu ja rakennuttaminen sekä omaisuuden hallinta. Loiste Sähköverkko Oy:n mahdolliset katuvalopalvelut ovat esitettynä kuvassa 10.



KUVA 10. Loiste katuvalopalvelut (1).

Haastattelujen aikana täytettiin prosessien perustietolehdet, joiden pohjana käytettiin sähköverkon prosessien perustietolehtiä. Perustietolehtiä kirjattaessa kehittyi monia prosessin kehitysehdotuksia sekä selvitettäviä asioita, jotka vaikuttavat prosessiin, kuten erilaisista palvelutasoista sopiminen asiakkaan kanssa.

Prosessien kehittämistä jatkettiin, kun Loiste Sähköverkko Oy:n prosessityön konsultti oli vierailulla Kajaanissa. Tässä yhteydessä perustietolehtiä hiottiin vielä ennen esittelyä Kajaanin kaupungin katuvalotyöryhmässä toimineille henkilöille. Työryhmätapaamisessa perustietolehdet käytiin läpi ja paneuduttiin erityisesti prosessissa vielä auki oleviin kehityskohteisiin. Kehityskohteissa oli paljon avoinna olevia kysymyksiä, jotka työryhmätapaamisen päätteeksi lähetettiin eteenpäin vastuussa oleville osapuolille vastattavaksi.

5.3 Prosessien perustietolehtien luonnokset

Prosessien perustietolehtien luonnokset sisältävät prosessien yleiskuvauksen, prosessin herätteen ja prosessien tulokset. Lisäksi niihin on kirjattu avoinna olevia kohtia ja selvitystarpeita.

5.3.1 Katu- ja ulkovaloverkon dokumentointi

Prosessin tarkoituksena on dokumentoida rakentamis- tai kunnossapitotöiden yhteydessä katu- ja ulkovaloverkkoon tehdyt muutokset verkkotietojärjestelmään vastaamaan todellista kuvaa. Dokumentoitavia tietoja ovat muun muassa komponenttien tekniset tiedot, paikkatiedot sekä ikä- ja kuntotiedot erillisen ohjeen mukaisesti. Valaistustyön valmistuttua työ dokumentoidaan verkkotietojärjestelmän suunnitelmaan, jonka jälkeen suunnitelmat ajetaan master-tietokantaan. Prosessin tarkoituksena on, että kaikki maastossa tehdyt muutokset ja lisäykset tulevat dokumentoitua.

Prosessi saa herätteensä, kun valaistustyö on valmis ja urakoitsija tai tilaaja toimittaa asiakirjat dokumentoijalle. Prosessin tuloksia ovat:

- Katu- ja ulkovaloverkkoon tehdyt muutokset on kirjattu verkkotietojärjestelmän osaksi olemassa olevaa verkkoa todellisuutta vastaavaksi siten, että topologia on kunnossa, eikä verkkomallissa ole rakennevirheitä.
- Dokumentoinnin tarkastusraportit on ajeltu ja hyväksytty.

- Pistokokeiden tulokset. (Dokumentoitujen tietojen vertailu katu- ja ulkovaloverkkoon maastossa.)

Tulevaisuudessa on vielä selvitettävä, kuka vastaa dokumentoinnista ja dokumentoinnin oikeellisuudesta. Dokumentoinnin tasosta ja sisällöstä on myös sovittava asiakkaan kanssa. Prosessissa on myös tärkeä huomioida, että muuttunut tieto päättyy aina maastosta dokumentoijalle kaikissa työn vaiheissa. Tiedon oikea-aikainen tallentaminen ja jakaminen mahdollistavat myös sen parhaimman käytettävyyden.

5.3.2 Katu- ja ulkovaloverkon ohjaukset

Prosessin tarkoituksena on tuottaa laadukkaita ohjauspalveluita katu- ja ulkovaloverkon ohjaustarpeisiin. Prosessi saa herätteensä, kun ohjauspalveluita tilataan, olemassa olevia ohjauksia halutaan muuttaa tai halutuissa erityisohjaustilanteissa, esimerkiksi erilaisissa yleisötilaisuuksissa. Prosessin tulokseksi saadaan hyvin toimiva ohjauslogiikka, joka mahdollistaa valojen oikea-aikaisen toiminnan.

Tällä hetkellä ohjaukset toteutetaan Melko-ohjauksena, josta luopuminen alkaa asteittain vuodesta 2019 alkaen. Tärkein asia prosessin kannalta onkin sopia, mikä taho hankkii uudet ohjausjärjestelmät. Tulevaisuuden teknologiat mahdollistavat valaisimien yksityiskohtaisempaa ohjausta, ohjauksien laatuun vaikuttaakin tulevaisuudessa se onko kyseessä keskitetty ohjaus, aluekohtainen ohjaus vai käyttöpaikkakohtainen ohjaus. Selvitettävä on myös mahdollisuutta liittyä tielaitoksen ohjauksiin, jolloin valojen palaminen saataisiin yhdistettyä maanteiden ja taajamien osalta. NB-LoT-teknikkaa hyödyntäviä sähkömittareita on tulossa korvaamaan muun muassa Melko-mittareita. Selvitettävää on, voiko teknologiaa käyttää myös katu- ja ulkovalojen ohjauksessa.

5.3.3 Katu- ja ulkovaloverkon huolto- ja kunnossapito

Prosessin tarkoituksena on vastata katu- ja ulkovaloverkon huolto- ja kunnossapitotarpeisiin laadukkaasti. Kuntotarkastukset tuottavat tietoa myös omaisuudenhallinnan tarpeisiin. Tarkastukset kohdistuvat katu- ja ulkovaloverkkoon ja ulkovalaistuskeskuksiin. Kohteiden huolto ja kunnossapito toteutetaan tilaajan ja toimittajan yhdessä määrittämän kunnossapito-ohjeen mukaisesti. Ohjeessa määritetään muun muassa kohteiden tarkastusvälit ja tarkastusten tekotapa.

Tarkastus- ja korjaustietoja käytetään katuvaloverkon kunnan yleisseurantaan, verkko-omaisuuden hallinnan perustietona sekä osoittamaan lakisääteisten velvollisuuksien täyttyminen. Huolto- ja kunnossapitotoimet kohdistuvat aina vuosittain neljäsosaan verkosta. Kokonaisuuteen liittyvät maastotyöt tekevät ulkopuoliset urakoitsijat. Huolto- ja kunnossapitotöiden jälkeen tehdään laadun varmistamiseksi sekä verkon kunnan seurannan tarpeisiin tarvittavat raportit.

Prosessin tuloksia ovat:

- Laadukas ja kattava kunnonhallinta.
- Muutokset ja tulokset dokumentoituina verkkotietojärjestelmään.
- Huolto ja kunnossapito on hyväksytetty laskutettavaksi.
- Kokonaisuuteen liittyvät raportit on käsitelty tarkastuskauden aikana ja lopussa.

Tulevaisuudessa on asiakkaan kanssa määritettävä kunnossapidon toimintasuunnitelma, jossa ilmenee mitä kokonaisuuksia katu- ja ulkovaloverkon huolto- ja kunnossapitoprosessi sisältää. On myös sovittava, onko huoltoväli aikaperusteinen, tarveperustainen vai kohde- /aluekriittisyyteen perustuva.

5.3.4 Katu- ja ulkovaloverkon viankorjaus

Prosessin tarkoituksena on katu- ja ulkovaloverkon vian analysointi ja korjaaminen. Vikanalyysin perusteella ratkeaa, missä aikataulussa viankorjaus suoritetaan. Suurin vikatapauslaji on lampunvaihtotyöt. Lamppujen vaihto suoritetaan työaikana sovitun palvelutason mukaisesti. Vahinkotapaus, jossa on mahdollinen hengenvaara, käynnistää välittömän vikapaikan erotuksen tai korjaustyön.

Kiireelliset vikailmoitukset otetaan vastaan Loiste Sähköverkko Oy:n käyttökeskuksesta, lisäksi teknisestä asiakaspalvelusta siirretään ensiselvityksen jälkeen puheluita käyttökeskukseen. Vikailmoituksen vastaanottotilanteessa selvitetään, onko vika asiakkaan katuvaloverkossa, tielaitoksen katuvaloverkossa vai Loiste Sähköverkko Oy:n sähköverkossa. Viankorjaus ei koske kuntotarkastusten yhteydessä havaittujen vikojen korjausta, vaan ne huomioidaan huolto- ja kunnossapitoprosessissa.

Prosessin herätteenä toimii joko havainto vikatilanteesta tai yhteydenotto vikatapauksesta. Prosessin tuloksena ovat:

- Vika korjattu, katuvalojen toiminta palautettu normaaliksi.
- Keskeytyshistoriamerkintä ja vikailmoitus vian tiedot käytöntukijärjestelmässä.
- Työtilaukset työnohjausjärjestelmässä, korjaustöiden laskut lähetetty tilaajalle tai vian aiheuttaneelle osapuolelle.

Seuraavaksi prosessin eteenpäinviemisessä on päästä sopimaan asiakkaan kanssa viankorjauksen palvelutasoista. Sopimuksilla tulee voida sopia joko yksikköhinnoista tai tuntihinnoista.

5.3.5 Katu- ja ulkovaloverkon yleissuunnittelu ja omaisuuden hallinta

Yleissuunnittelun avulla pyritään ennakoimaan tulevaisuudessa katu- ja ulkovaloverkossa tapahtuvia muutoksia ja vastaamaan niihin mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla. Samalla pyritään parantamaan katuvaloverkon laatua aktiivisesti ja pitkäjänteisesti.

Yleissuunnitelman prosessi tuottaa pitkän tähtäimen suunnitelmia ja lähtötietoja tarkemmalle hankesuunnittelulle. Samalla täydennetään hankesalkkujen sisältöä sekä budjettitietoja.

Yleissuunnittelun pohjana on periaate, jonka mukaan verkkoa tulee kehittää siten, että se palvelee omistajia ja asiakkaita pitkällä aikavälillä mahdollisimman tehokkaasti.

Prosessin tuloksia ovat:

- Tavoiteverkkosuunnitelmat: Pääsuunnitelma (koko katuvaloverkkoalue), teemasuunnitelmat, erilliset kohdesuunnitelmat, kuten aluesaneeraussuunnitelma.
- Katu- ja ulkovaloverkkoihin liittyvä raportointi, kuten omaisuuden hallinta ja hanke-toteumat. Tarkempi raportoinnin taso määritetään asiakkaan tarpeiden mukaisesti.
- Tarkennetaan hankesalkun sisältöä ja budjettitaulukkoa.
- Lähiajan suunnittelutehtävien aihiot.

Kehitettävää prosessissa tulevaisuudessa on saada katuvaloverkon omistajan kanssa sovituksi lyhyen aikavälin kohdekokonaisuuksien valinnan tarkennukset, raportoinnin taso sekä sallittujen materiaalien listaaminen suunnittelun helpottamiseksi.

5.3.6 Katu- ja ulkovaloverkon sähkö- ja valaistusteknisen suunnitelman laatiminen

Prosessin tarkoituksena on laatia sähkötekniiset ja valaistustekniiset suunnitelmat katuvalokohteeseen. Verkostosuunnittelija tekee suunnitelman ja tarvittaessa sille vaihtoehtoisia toteutuksia huomioiden erilaiset reitit, rakenteet ja toteutustavat. Suunnitelma valmistetaan piirtämällä/digitoimalla kohteet, erilaiset reitit, rakenteet ja toteutustavat. Tämän jälkeen suunnitelmalle tehdään sähköinen mitoituslaskenta verkkotietojärjestelmän suunnittelutyökaluilla, jonka avulla varmistetaan, että sähkön laatu- ja turvallisuusnormit täyttyvät ja että verkkoa ei turhaan ylimitoiteta. Eri vaihtoehtojen osalta lasketaan tarvittaessa kustannusarviot. Suunnittelija pyrkii valitsemaan kokonaisuuteen parhaiten soveltuvan vaihtoehdon, joka siirretään jatkokäsittelyyn.

Prosessin herätteinä toimivat selkeästi rajatut peruskorjaushankkeet, jotka ovat tulleet tavoiteverkkosuunnittelusta tai yleissuunnittelusta. Muita herätteitä ovat erilaiset ulkopuoliset hankkeet, jotka edellyttävät muutoksia katuvaloverkossa, esimerkiksi tiehankkeet ja kaavoitusasiat.

Prosessin tuloksia ovat:

- suunnitelman budjettiarvio eriteltynä
- suunnitelmakartta ja laskentatulokset
- sähkö- ja valaistusteknilliset suunnitelmat.

Avainasemassa tarkemmassa prosessityön kehittämisessä tulevaisuudessa tulee olemaan se, tapahtuuko suunnittelutyö verkkoyhtiön omana työnä vai tilataanko palvelut ulkopuoliselta toimittajalta. Suunnittelutyön selkeyttämiseksi olisi asiakkaan kanssa hyvä sopia sallittujen rakenteiden listaus valaistuksen rakennuttamisen sekä huolto- ja kunnossapitotoimintojen kustannustehokkuuden lisäämiseksi. Suunnittelun vuosikello olisi myös otettava erityisen tarkkaan huomioon, jotta katuvalaistushankkeita voitaisiin yhdistää myös sähköverkonhankkeisiin. Asiakkaan kanssa on myös erikseen sovittava erikoiskohteista tai alueista, joilla suunnitteluun tarvitaan erillistä arkkitehtuurista suunnittelua.

5.3.7 Katu- ja ulkovaloverkon rakennuttaminen

Prosessin tarkoituksena on hallinnoida katu- ja ulkovaloverkkoon kohdistuvaa rakentamista vuosisopimus- tai yksikkötyönä. Prosessiin kuuluu dokumentointi osana rakennuttamisen prosessia ja se on osana työn hyväksyntää. Tarvittaessa urakoitsija vastaa varmennustarkastuksesta.

Prosessi alkaa tilaajan hyväksymästä suunnitelmasta ja aikataulusta ja päättyy dokumentointiin, projektin päättämiseen ja takuuajan valvontaan. Rakennuttamisen prosessissa kilpailutetaan ja toteutetaan suunnitelmien mukaiset hankkeet sovitussa aikataulussa. Prosessin tavoitteena on parantaa rakentamisen tehokkuutta ja toteuttamisaikaa. Prosessin tavoitteena on myös ennustaa yksikkökustannuksia sekä pienentää reklamaatioiden määrää.

Prosessi saa herätteensä suunnittelun prosessin kautta. Prosessin tuloksia ovat:

- Kilpailutus on suoritettu, urakoitsija valittu ja urakkasopimukset tehty.
- Työaikainen valvonta tehty ja dokumentoitu.
- Kohde on rakennettu ja otettu käyttöön asianmukaisesti.
- Tehty työ on tarkastettu ja hyväksytysti vastaanotettu.
- Dokumentointi on päivitetty.
- Varmennustarkastus ja takuuajan tarkastus on suoritettu.

6 JATKOKEHITYS

Opinnäytetyön aikana aloitettiin Loiste Sähköverkko Oy:ssä katu- ja ulkovaloverkon hallintaan liittyvien prosessien havainnointi ja kehitys. Opinnäytetyön aikana tehdyssä prosessityössä pyrittiin hahmottamaan prosessien tavoitteita, prosessien asiakkaita ja heidän tarpeitaan, prosessin herätettä ja kirjaamaan prosessien kehityksen kannalta oleellisia kysymyksiä.

Opinnäytetyön aikana valmistui prosessien perustietolehdet. Prosessityön aikana kirjattiin prosessikohtaisesti kehitysehdotuksia ja kysymyksiä prosesseihin. Monet näistä kysymyksistä ovat prosessien kannalta niin merkittävässä roolissa, että prosessien kuvaamista ei voi aloittaa ennen kuin kysymyksiin on saatu vastaukset. Avoimia kysymyksiä osapuolten välillä on muun muassa eri palveluprosessien palvelutasoista ja -vaatimuksista.

Kun oleellisimpiin kysymyksiin ja sopimusteknisiin kohteisiin on saatu vastaukset, jatkokehityksenä on ryhtyä prosessien tarkempaan kuvaamiseen ja prosessikaavioiden piirtämiseen. Tässä vaiheessa jokaiselle prosessin askeleelle on määritetty vastuuhenkilö tai taho, joka vastaa tietystä prosessin osasta. Prosesseille tulee myös määrittää omistaja, joka vastaa prosessien kehityksestä ja toiminnasta. Prosessin kehittämistä varten on tulevaisuudessa asetettava prosesseille toimintaa arvioivat mittarit. Kun uusia palveluprosesseja otetaan käyttöön, on syytä ensimmäisen vuoden aikana asettaa prosessille tavoitteita ja seurata näiden tavoitteiden toteutumista.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli havainnoida ja kehittää katu- ja ulkovaloverkon palveluprosesseja. Opinnäytetyön tuloksina syntyi toimeksiantajalle katu- ja ulkovaloverkkojen palveluprosessien perustietolehdet. Opinnäytetyön raportoinnissa on sen lisäksi käsitelty prosessityön teoriaa, katu- ja ulkovaloverkon kokonaisuutta, sekä erilaisia katuvalojen ohjausratkaisuja.

Loiste Sähköverkko Oy:n ja Kajaanin kaupungin välisen puitesopimuksen ensimmäisessä vaiheessa on katu- ja ulkovaloverkko-omaisuus dokumentoitu verkkotietojärjestelmään. Dokumentoinnin valmistuttua seuraavat askeleet hankkeen tiimoilta ovat sopia siitä, mitä palvelukokonaisuuksia siirretään seuraavaksi Loiste Sähköverkko Oy:n hallintaan. Koska prosessit ovat vasta hahmotelmia, eivätkä ne ole vielä käytössä, tuli alkuvaiheen prosessien hahmotelmissa esiin paljon avoimeksi jääneitä kysymyksiä. Prosessit tarkentuvat tulevaisuudessa, kun osapuolet sopivat tarkemmin palvelukokonaisuuksien laajuudesta ja yksityiskohdista. Jatkotoimenpiteinä, kun tarkemmista yksityiskohdista on saatu sovittua, prosessit tulee kuvata ja niille tulee asettaa toimintaa kehittävät mittarit.

Koen itse, että opinnäytetyön tavoitteisiin ollaan päästy. Opinnäytetyön aikana on käynnistetty katu- ja ulkovaloverkkojen prosessien kehittäminen ja tuotu yrityksen sisällä suurempaan tietoon, kuinka laajasta kokonaisuudesta on kyse. Työ on tarjonnut minulle mielenkiintoisia haasteita ja olen saanut kattavan ja monipuolisen kuvan prosessityöstä sekä katu- ja ulkovalaistuskokonaisuuksista.

LÄHTEET

1. Loiste Sähköverkko Oy 2018. Sisäinen materiaali.
2. Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu. 2015. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf Hakupäivä 11.4.2018
3. Tievalaistuksen suunnittelu. 2006. Helsinki: Edita Prima Oy. Saatavissa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/133484/tie1926.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Hakupäivä 11.4.2018
4. Halonen, Liisa – Lehtovaara, Jorma 1992. Valaistustekniikka. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
5. Oulun kaupungin valaistuksen yleissuunnitelma. 2010. Oulu: Oulun kaupunki, tekninen keskus.
6. Led street lights frequently asked questions. Wigan: Wigan council street lighting. Saatavissa: <https://www.wigan.gov.uk/Docs/PDF/Resident/Parking-Roads-Traffic/LED-street-lights-FAQ.pdf> Hakupäivä 11.4.2018
7. Ilumnet älykäs valaistusjärjestelmä. 2018. Oulu. Saatavissa: <https://lumous.fi/alykkaat-ratkaisut/alykas-valaistusjarjestelma/> Hakupäivä: 11.4.2018
8. C2 Smartlight älykästä ulkovalaistuksen ohjausta. Jyväskylä. Saatavissa: http://c2smartlight.com/wp-content/uploads/2016/08/Kuvasto-2015_small.pdf Hakupäivä. 11.4.2018
9. Street Light Control - innovatiivinen ulkoalueiden valonohjausjärjestelmä. 2018. Saatavissa: <https://www.osram.fi/ls/tuotteet-ja-palvelut/tuoteutiset/slc/index.jsp> Hakupäivä. 11.4.2018
10. CityTouch Valaistuksenhallintajärjestelmä. Saatavissa: <http://www.lighting.philips.fi/ratkaisut/led-valaistusjarjestelmat/citytouch#possibilities> Hakupäivä 11.4.2018

11. Älykästä katuvalaistusta. 2018. Helsinki. Saatavissa: <http://www.lumine.fi/fi/> Hakupäivä 11.4.2018
12. NB-IoT luo uusia yhteyksiä. 2018. Saatavissa: <https://www.telia.fi/yrityksille/tuotteet/liittymat/iot-ratkaisut/nb-iot> Hakupäivä 11.4.2018
13. Liikenne ja väylät II. 2006. Helsinki: Otava
14. Laamanen, Kai 2009. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – ideasta käytäntöön. Espoo: Laatukeskus Excellence Finland.
15. Kirjavainen, Marko 2018. Konsultti, GordionPro Oy.
16. Kokkonen, Pekka 2017. T090403 Johtamisoppi 3 op. Opintojakson luennot syksyllä 2017. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö.
17. Hannus, Jouko 1997. Prosessijohtaminen ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
18. Prosessi, prosessiorganisaatio ja prosessin ohjaus. 2010. Saatavissa: <http://www.kotiposti.net/tuurala/prosessit.htm> Hakupäivä 11.4.2018
19. BSC-prosessi. Saatavissa: http://www.opi.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/leonardo_quality_in_vet_schools/balanced_scorecard/bsc_prosessi/prosessit Hakupäivä 11.4.2018
20. JHS 152 Prosessien kuvaaminen. 2012. Saatavissa: <http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs152> Hakupäivä. 11.4.2018