

Miikka Pohjola

TAMPEREEN KAUPUNGIN KATUVALAISTUKSEN OHJAUKSEN
PÄIVITYS

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2016

TAMPEREEN KAUPUNGIN KATUVALAISTUKSEN OHJAUKSEN PÄIVITYS

Pohjola, Miikka
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2016
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 29
Liitteitä: 2

Asiasanat: Katuvalaistus, älykäs ohjausjärjestelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua Tampereen kaupungin katuvalaistusverkossa käytettävien ohjausyksiköiden päivitykseen.

Opinnäytetyössä käsitellään Tampereen kaupungin katuvalaistusta ja syvennytään katuvalaistuksen eri ohjaustapoihin ja ohjauksessa käytettävään järjestelmään.

Tämän lisäksi työssä kuvaillaan asennuksen vaiheita ja siinä ilmenneitä ongelmia sekä pohditaan yleisesti katuvalaistuksen tulevaisuutta.

TAMPERE CITY STREET LIGHTNING CONTROL UPDATE

Pohjola, Miikka
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical engineering
April 2016
Supervisor: Pulkkinen, Petteri
Number of pages: 29
Appendices: 2

Keywords: Street lightning, Smart control system

In this thesis the street lightning of the city of Tampere and different street lightning control systems are studied. The study describes an update project that was carried out during the summer 2015.

In the project new lightning control systems were installed. The phases of the project are discussed as well as the problems that occurred during the project. The future trends of the street lightning are also presented.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TAMPEREEN KAUPUNKI	6
2.1	Katuvalaistuksen historia	6
2.2	Katuvalaistus nykyään	6
3	C2 SMARTLIGHT OY	8
4	TIEVALAISTUS.....	9
4.1	Valaistustekniikan suureita	9
4.2	EUP-Direktiivi (EuP -direktiivi)	10
4.3	Katuvalaisinkeskus	10
5	TIEVALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄT.....	12
5.1	Tie- ja katuvalaistuksen ohjaus ja menetelmät	12
6	KATUVALAISTUSKESKUKSIEN OHJAUSLAITTEISTON PÄIVITYS	15
6.1	Vanha ohjainlaite	15
6.2	Uusi asennettava laite	16
1.1.1	Virtalähde C2PU	16
2.1.1	Keskusyksikkö C2CU	17
3.1.1	Releyksikkö C2RU	17
4.1.1	Mittausyksikkö C2MU.....	18
6.3	Asennukset.....	19
5.1.1	Asennusympäristöt.....	20
6.1.1	Käyttöönotto	23
7	HUOLTO	24
7.1	Vikatilanteet	24
8	ÄLYKKÄÄN KATUVALAISTUKSEN ENERGIATEHOKKUUS	25
8.1	EuP-direktiivin vaikutuksia	25
9	KATUVALAISTUKSEN TULEVAISUUS.....	26
9.1	SenCity – hanke	26
10	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Energiatehokkuus on nyky maailmassa lähes jokapäiväinen sana. Energiatehokkuutta lisäämällä ja kehittämällä niin yritykset kuin kotitaloudet pystyvät säästämään omassa taloudessa sievoisen summan sekä vähentämään ympäristön raskautta. Yksi suuri kohde, jossa voidaan energiaa säästää pelkästään paremmalla ohjauksella, käytöllä ja energiatehokkaimmilla lamputilla, on katu- ja tievalaistus.

Tampereen kaupungille vaihdettiin uudet älykkääseen katuvalaistuksen ohjaukseen tarkoitetut laitteistot vanhojen laitteiden tilalle kesän 2015 aikana. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda selkeä kuva katuvalaistuksesta ja sen ratkaisusta sekä kertoa projektin eri vaiheista asentajan näkökulmasta tuoden esille asennuksen yhteydessä ilmenneitä ongelmia ja huomioita.

Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään projektissa olleita osapuolia ja kerrataan valaistusteknisesti tärkeitä suureita sekä tarkastellaan katuvalaistusta kokonaisuutena ja perehdytään katuvalaistuksen ohjaukseen ja sen toimintatapoihin.

2 TAMPEREEN KAUPUNKI

2.1 Katuvalaistuksen historia

Vuonna 1888 Tamperetta valaisi vain yksi katulamppu 670 asukasta kohden. Vuonna 1914 suhdeluku oli jo 100 ja 32 vuonna 1950. Kymmenen vuotta myöhemmin kaupungin 265 katukilometristä vain 10 km oli hyvin ja 35 km tyydyttävästi valaistu. Loput 200 km oli heikosti valaistuja ja 20 km vielä kokonaan valaisematta. (Anttila 1993, 334.)

Katuvalaistus alkoi voimakkaasti laajentua 60-luvulla. Vuonna 1972 lamppuja oli jo 21 000 ja vuonna 1987 niitä oli 32 000. Vuosijaksolla 1962 -1987 katuvalaistukseen käytetty sähkön määrä nousi 5:stä 21 gigawattituntiin vuodessa. (Anttila 1993, 334.)

Ulkovalaistuksen suunnittelua tehostettiin 1970 luvun vaihteessa. Ulkovalaistusta ja liikennevaloja suunnitteli, rakensi sekä hoiti noin 30 henkeä. Esikaupunkialueita lukuun ottamatta valaistus voitiin kytkeä keskitetysti vesivoimaa asemalta tai Ratinan valvomosta. Energiakriisin seurauksena päätettiin säästää 30 prosenttia katuvalaistuksesta. Säästämistä yritettiin irrottamalla vanhojen valaistuskeskusten syöttöjohdoista yhden vaiheen sulakkeet ja lyhentämällä valaistusaikoja. Vuonna 1974 esitettiin, että katuvalaistus sammutettaisiin öisin eräiltä alueilta, jolloin vuotuinen säästö olisi ollut 20 prosenttia. Yhtenä kesänä tätä kokeiltiin, mutta huonoin tuloksin. Kulutuksen kasvu pysähtyi, mutta ei enää laskenut. Todellista säästöä ei kaupungille kertynyt ja sen seurauksena sähkölaitos esitti rajoituksista luopumista ja niistä luovuttiin lopulta vuonna 1988. (Anttila 1993, 337.)

2.2 Katuvalaistus nykyään

Nykyään Tampereella on katuvaloverkkoon liitettyjä valaisimia noin 40 000 kappaletta ja katuvalokeskuksia runsaat 320 kappaletta (Tampereen kaupungin kotisivut).

Tampereen kaupungin katuväläistysverkko on jaettu neljään eri ohjausvyöhykkeeseen (Liite 1), joissa on ajallisesti pieniä eroja valojen syttymisessä ja sammutuksessa. Tampereen kaupungin alueella on yhdeksän valoisuusanturia, jotka antavat ohjauskäskyn, kun määritelty valoisuuden arvo on saavutettu. Valot syttyvät ensimmäisinä ja sammuvat viimeisinä keskustassa ja kokoojakaduilla. Muualla noin joka kolmas lamppu sammutetaan kello 23:n ja aamu-kuuden väliseksi ajaksi. (Aamulehti 2015.)

Tampereen kaupungin ulkovalaistuksen ja ulkovalaistusverkon kunnossapitourakoitsijana toimii Tampereen Vera, jolla on Tampereen kaupungin kanssa sovittu palvelusopimus ulkovalaistuksesta. Tampereen Vera on osa Tampereen Sähkölaitos -konsernia, jonka omistaa Tampereen kaupunki.

Katuväläistuksen ohjauksen ylläpitäjäksi vaihtui kesällä 2015 Lassila & Tikanoja Oyj, joka suoritti vanhojen ohjausyksiköiden vaihtotyön ja käyttöönoton uusiin yksiköihin. Uusi ylläpitäjä suorittaa myös järjestelmän vaatimat huolto-työt.

3 C2 SMARTLIGHT OY

C2 SmartLight Oy on Jyväskylässä toimiva älykkäisiin ulkovalaistuksen ohjauksiin erikoistunut teknologiayritys, joka on perustettu vuonna 2004. C2 SmartLight on toimittanut valaistusratkaisuja jo yli sadalle kunnalle ja kaupungille valaisten katuja, satamia, puistoja, teollisuusalueita ja ratapihoja. Muun muassa Tampere, Oulu, Vantaa ja Rovaniemi käyttävät C2 SmartLightia valaistuksensa ohjaukseen. (C2 SmartLight.)

C2 SmartLight tarjoaa asiakkaille kattavat palvelut oikeanlaiseen valaistukseen ja sen ohjaukseen. Yritys tarjoaa myös sähkö- ja valaistussuunnitelmat sekä valaistuksen ohjaamiseen tarvittavat laitteistot ja valaisimet sekä halutut valaisinprofiilien ohjelmoinnit. Kaikki C2 SmartLight -tuotteet ja – palvelut on kehitelty ja suunniteltu Suomessa. (C2 SmartLight.)

Ohjauksratkaisuja myydään myös globaalisti yhteistyökumppanien kautta ja laadukkaat laitteistot sekä arvostettu suomalainen suunnittelu on kansainvälisesti tunnettu (C2 SmartLight).

4 TIEVALAISTUS

Tievalaistuksella tarkoitetaan tielle pysyviksi rakennetuilla valaistuslaitteilla järjestettyä valaistusta, jolla pyritään parantamaan liikenneturvallisuutta, tieliikenteen valaistuskkyä ja tienkäyttäjien viihtyisyyttä pimeänä vuorokauden aikana. Kiinteän liikennevalaistuksen järjestäjänä yleisellä tiellä voi olla valtio tai kunta. Liikennevalaistuksen järjestämiseen tulee olla lain edellyttämä lupa tieviranomaisilta. (Monni 2012,146.)

4.1 Valaistustekniikan suureita

Valaistustekniikkaan liittyy vahvasti muutama perussuure, joiden merkitys ja keskinäisten vaikutusten ymmärtäminen on tärkeää. Valaistuksen perusteet ovat pohja hyvälle valaistuksen laadulle, jotta tarpeet, taloudellisuus ja ympäristö saadaan toimivaksi kokonaisuudeksi (Ensto Pro koulutusaineisto 2009).

Valovirta

Valovirta kuvaa kokonaisuudessaan sen, kuinka paljon valonlähde säteilee näkyvää valoa ympärilleen. Tunnuksena käytetään Φ ja yksikkönä lumen [lm]. Valovirtaa käytetään myös ilmaistaessa, paljonko lamput tuottavat valoa ja se auttaa arvioimaan valaisimien hyötysuhdetta (Ensto Pro koulutusaineisto 2009).

Valovoima

Valovoimalla mitataan valonlähteen säteilemää valovirran voimakkuutta tiettyyn määrättyyn suuntaan. Tunnuksena I ja yksikkönä kandela [cd]. (Monni 2012, 146.)

Luminanssi

Luminanssia kutsutaan myös valotiheydeksi. Mitä suurempi on pinnan luminanssi, sitä kirkkaammalta se näyttää katsojan silmään. Luminanssi on yksi tärkeä perussuure tie- ja katuvalaistuksen suunnittelussa. Tunnuksena L ja yksikkönä kandela/neliömetri [cd/m^2]. (Monni 2012, 146.)

Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuus kertoo, kuinka suuri valovirran tiheys on tarkastelupinnalla. Se on siis tarkastelupinnalle, joko valolähteestä suoraan tai heijastamalla pinnoista tuleva valovirta pinta-alayksikköä kohti. Tunnus E ja yksikkönä luxi [lx]. (Ensto Pro koulutusaineisto 2009.)

Valotehokkuus

Valolähteiden tuottaman valon määrää suhteessa käytettyyn sähkötehoon kuvataan valotehokkuudella lumen/watti [lm/W]. Se voidaan laskea pelkästään lampun tuottaman valovirran ja lampun sähkötehon suhteella. Valolähteiden vertailuissa yleensä käyttökelpoisempi on järjestelmän valotehokkuus, jossa otetaan huomioon lampun sähkötehon lisäksi myös liitäntälaitteen teho. (Ensto Pro koulutusaineisto 2009.)

4.2 EUP-Direktiivi (EuP -direktiivi)

EuP-direktiivi on itsessään puitedirektiivi ja yksityiskohtaiset täytäntöönpanomääräykset annetaan asetuksin. Palvelusektorin valaistusta koskeva asetus EY N:o 245/2009 annettiin 18.3.2009 ja se tuli voimaan 13.4.2009. Se kattaa sekä tie- ja katuvalaistuksen että toimistovalaistuksen. EuP-direktiivin asetuksen tavoitteena on estää yleisvalaistuksen nykykehityksen mukainen kasvaminen, joka on ennustettu olevan 23 % luokkaa vuoteen 2020 mennessä. Asetuksen lähtökohtana on ollut nykyinen tie- ja katuvalaistus ja toimistovalaistus, mutta se pyrkii ohjaamaan myös muiden kohteiden valaistusta siten, että kohteisiin valitaan kulloinkin käyttötarkoitukseltaan parasta mahdollista teknologiaa. (Valoa Design rhs Oy, 2.)

4.3 Katuvalaisinkeskus

Katuvalaisinkeskukset ovat ryhmäkeskuksia, joilla syötetään valaisinryhmiä. Yleiset keskusasennukset ovat muuntamotiloissa sisällä, teiden varsilla sekä valaisinpylväissä.

Katuvalaistuskeskus sisältää seitsemän tiettyä pääkomponenttia, jotka ovat:

1. Päävarokkeet
2. Pääkytkin
3. Katuvalojen ohjauskeskus
4. Energiamittari
5. Vaihekohtaiset ohjauskontaktorit
6. Käyttökytkin K-0-A
7. Katuvaloryhmien vaihekohtaiset varokkeet.



Kuva 1. Katuvalaistuskeskus KV-0117. Numeroin kohdennettu edellä mainitut komponentit (Lassila & Tikanoja 2015).

Tampereen kaupungin alueella katuvalaistuskeskukset sijaitsevat muuntamoissa, muuntamoiden välittömässä läheisyydessä, teiden varsilla ja pylväsasenteisina katuvalaisinpylväissä. Muuntamoita näistä on 111, pylväsasenteisiä noin 20 ja loput keskuksista sijaitsevat teiden varsilla. (Tampereen käyttöönottotaulukko, 2015).

5 TIEVALAISTUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄT

Tie- ja katuvalaistuksen vanhoina ohjausjärjestelminä käytetään niin kellokytkimiä kuin ohjausjohdinjärjestelmää. Keskitetty valaistuksen ohjaus on yleistynyt sen helppokäyttöisyyden, reaaliaikaisuuden ja toimintavarmuutensa takia. Keskitetty valaistuksen ohjaus on samalla tuonut markkinoille älykkään katuvalaistuksen ohjauksen, jota voidaan laajentaa valaisinkohtaiseen ohjaukseen.

5.1 Tie- ja katuvalaistuksen ohjaus ja menetelmät

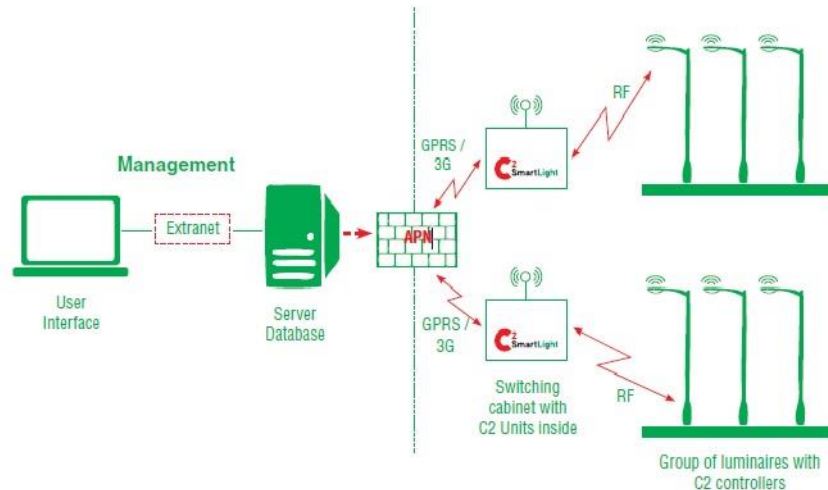
Katu- ja tievalaistuksen ohjauksen tarkoitus on sytyttää valaistus, kun sitä hämärän tultua tarvitaan ja sammuttaa valaistus silloin, kun luonnonvaloa on riittävästi. Valaistuksen ohjaustarve syntyy myös silloin, kun pimeään aikaan halutaan vähentää valaistusta tai pitää tietyinä aikana yöstä valot kokonaan sammutettuina. (Monni 2012, 168.)

Paikallisohtaus

Paikallisohtausta käytetään yksittäisissä valaistuskohdeissa, joita voivat olla esimerkiksi taajamien ulkopuolella olevat tienristeykset, sillat ja lossit sekä joskus myös katuvalaistuskohdeet. Paikallisohtauksessa ohjauslaite on sijoitettu välittömästi ohjauskeskuksen yhteyteen. Ohjauslaitteena käyttökelpoisin on hämäräkytkin ja toisinaan käytetään myös kytkinkelloja. (Monni 2012, 168.)

Keskitetty ohjaus

Keskitetty ohjaus soveltuu erityisesti laajoihin aluevalaistuskohdeisiin, mutta sillä voidaan hoitaa myös paikallisohtauksen kohteet. Toisinaan ohjauksen siirto voi tuottaa liikaa kustannuksia. (Monni 2012, 170.)



KUVA 2. Keskitetyn valaistuksen ohjauksen toimintaperiaate (C2 SmartLight 2016).

Keskitetty valaistuksen ohjaus mahdollistaa reaaliaikaisen valaistuksen seurannan sekä monipuoliset valaistuksen säädöt. Valaistusta voidaan ohjata alueittain tai jopa yksittäisen valaisimen tarkkuudella. Valoille voidaan luoda erilaisia syttymis- ja sammumisaikatauluja sekä säätää kuhunkin ympäristöön sopiva valoisuuden taso. Valon määrä voidaan asettaa säätymään esimerkiksi muuttuvien liikennemäärien sekä valo- ja keliolosuhteiden mukaan. Kun halutut valaistusprofiilit on asetettu järjestelmään, valaistus toimii automaattisesti. Myös huolto saa automaattisesti ilmoitukset valaisinkohtaisista vioista ja ongelmista. (C2 SmartLight 2016.)

Ohjausjohdinjärjestelmä

Ohjausjohdinjärjestelmässä signaali saatetaan syöttöpisteen ohjauskeskuksesta seuraavaan, joka ohjaa aina seuraavaa keskusta. Ohjausjännite saadaan joko valaistusryhmäjohdosta tai vaihtoehtoisesti parempi ja vikasietoisempi vaihtoehto on erillinen ohjausjohto. (Monni 2012,170.)

Verkkökäskyjärjestelmä

Keskuspaikasta ohjataan yhteisesti kaikkia valaistuksia samanaikaisesti. Ohjaus suoritetaan verkkoon lähetetyillä ohjausimpulsseilla, jotka vastaanotetaan

erillisillä vastaanottimilla ja vastaanottimet ohjaavat valaistusta käskyjen mukaan päälle tai pois. (Monni 2012, 170.)

GSM-verkko-ohjaus

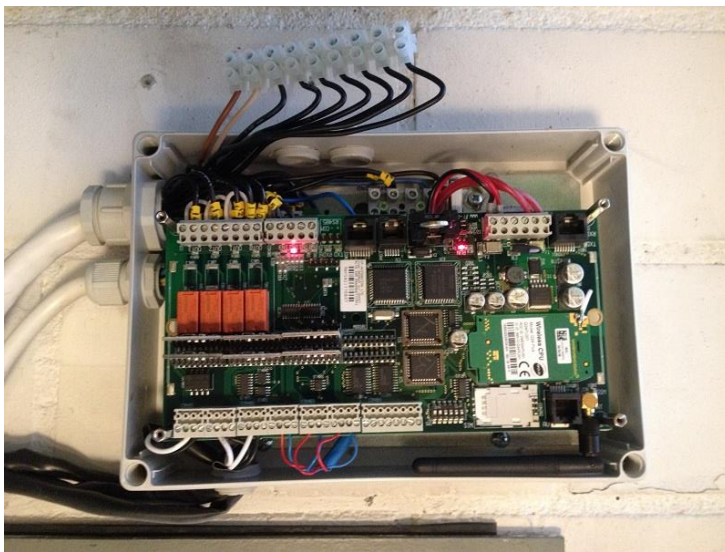
GSM (Global System for Mobile Communications) – ohjaus tarkoittaa sitä, että laitteistoa voidaan ohjata ja hallinnoida gsm-verkon välityksellä. Nykyisissä ohjausjärjestelmissä verkkokäskyt annetaan yleensä internet – pohjaisella ohjelmistolla.

6 KATUVALAISTUSKESKUKSIEN OHJAUSLAITTEISTON PÄIVITYS

Tässä kappaleessa perehdytään Tampereen kaupungin katuväläistuskeskuk-
sen yhteydessä käytettävään älykkään välaistuksen ohjainlaitteeseen. Kysei-
sessä projektissa ohjausjärjestelmän toimittajana toimi C2 SmartLight Oy ja
tarkastelussa on vanha toisen sukupolven ohjainlaite sekä uusi modulaarinen
kolmannen sukupolven laitteisto.

6.1 Vanha ohjainlaite

Tampereen kaupungin katuväläistuskeskuksissa käytössä ollut ohjauslaite on
C2 SmartLight Oy:n toisen sukupolven ohjainlaite. Vanha ohjainlaitteisto asen-
nettiin Tampereen kaupungille kevään ja syksyn 2009 aikana.



Kuva 3. Vanha katuväläistuksen ohjaukseen käytetty ohjainlaite (Pohjola 2015).

6.2 Uusi asennettava laite

Uusi asennettava laite on C2 SmartLight Oy:n valmistama city –versio. Laitteisto on modulaarinen ja sitä voidaan laajentaa jopa yksittäisen valaisimen ohjaukseen.



Kuva 4. C2SmartLight City. C2PU, C2CU, C2RU, C2MU, C2CuT ja C2ANT –laitteet sekä RJ45-datakaapelit ja tarvittavat liittimet. (C2 SmartLight Oy.)

Laitteistosta on olemassa myös suppeampi Street –paketti, joka sisältää ainoastaan virtalähteen, keskusyksikön, antennin ja liittimet.

1.1.1 Virtalähde C2PU

Virtalähteenä ohjainlaitetta syöttämään käytettiin FEAS SNT1205 -mallista virtalähdettä, joka muuntaa 230 V vaihtojännitteen 5 V tasajännitteeseen.



Kuva 5. FEAS SNT1205 –virtalähde (C2 SmartLight Oy).

2.1.1 Keskusyksikkö C2CU

Keskusyksiköllä C2CU:lla ohjataan koko järjestelmän toimintaa. Keskusyksikkö on yhteydessä serveriin ja tätä kautta ohjauksen selainpohjaiseen käyttöliittymään. Serverille lähetetään niin vikatiedot kuin järjestelmän tilatiedot muilta moduuleilta.



Kuva 6. C2CU keskusyksikkö (C2 SmartLight Oy).

3.1.1 Releyksikkö C2RU

Kuvan 7 releyksikössä on kolme erillistä relelähtöä, joilla voidaan ohjata kolme erillistä valaistusryhmän kontaktoria. City – paketissa relelähtöjä on yhteensä neljälle kontaktorille, jolloin voidaan toteuttaa suurempia katuvalaistusverkon ohjauksia.



Kuva 7. C2CU Releyksikkö ja liittimet (C2 SmartLight Oy).

4.1.1 Mittausyksikkö C2MU

Mittausyksikkö -moduulilla pystytään mittaamaan virtamittausmuuntajien avulla vaihekohtaiset virran arvot, jännitteet ja tehot. Mittaamalla vaihekohtaisesti tehoja saadaan tarkat ja luotettavat tiedot käytetystä energiasta ja tämän perusteella voidaan tietokoneelta havaita palaneita lamppuja ryhmistä. (C2 SmartLight Oy.)

Kyseinen järjestelmä tukee 50A ja 100A virtamuuntajia. Asennuksissa käytettiin kummallakin arvolla olevia virtamuuntajia ja arvot ilmoitettiin käyttöönoton yhteydessä valvomoon, jotta mittauksessa ei pääse syntymään virhettä.



KUVA 8. Mittausyksikkö C2MU ja virtamittausmuuntajat (C2 SmartLight Oy).

6.3 Asennukset

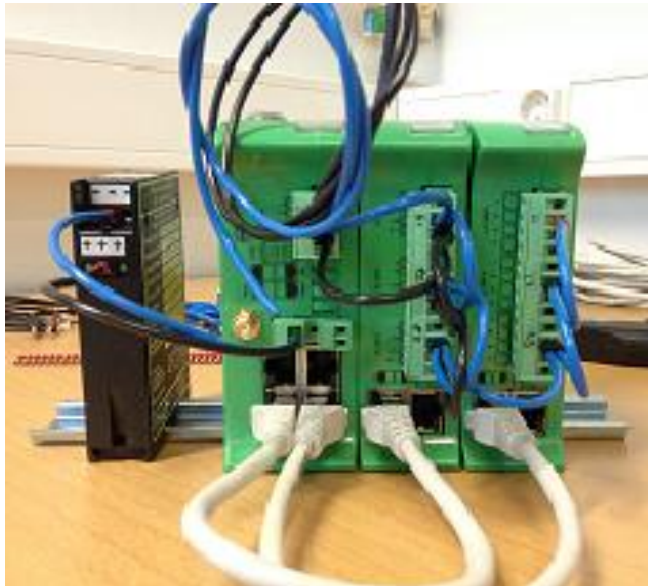
Uusien ohjainlaitteiden osalta koeasennukset suoritettiin keväällä 2015. Koeasennukset suoritettiin yhteisesti ja asennuksia tarkasteltiin toimijoiden kanssa, jotta varmistuttiin asennuksista ja voitiin todeta laitteiston toimivuus ja jatko koko projektille.

Uudet valaistuksen ohjainlaitteet asennettiin vanhojen olemassa olevien yksiköiden tilalle. Varsinaisten yksiköiden vaihtojen alkaessa asentajia oli projektissa mukana kolmesta neljään henkilöä noin kuukauden ajan.

Asennusrytmi vaihteli hyvinkin paljon päivien välillä. Päivittäin uusia keskuksia pyrittiin ottamaan käyttöön 10–15 kappaletta. Käyttöönottoon vaikuttivat monet tekijät. Suurimpana tekijänä voidaan pitää asennusympäristöä. Muuntamotiloissa asennukset olivat huomattavasti haastavampia suorittaa kuin katujako-kaapilla johtuen pienjännitepuolen avokiskostoista ja laitteiston asennuksesta

jakokaapin ulkopuolelle. Myös päällekkäiset käyttöönotot viivästyttivät asennuksia, koska valvomosta käsin voitiin kerralla ottaa käyttöön aina yksi laite.

Asennuksien nopeuttamiseksi päätettiin aloittaa ohjausyksiköiden kokoaminen ennen kentälle siirtämistä. Lassila & Tikanoja Oy:n tiloissa ohjausyksiköt koottiin kokonaiseksi paketiksi. Kyseisessä vaiheessa laitteistomodulit kiinnitettiin valmiiksi katkaistuun DIN -kiskoon ja modulit johdotettiin valmiiksi 1,5 mm² MKEM – johtimella käyttäen 1,5 mm² puristeholkkeja (Kuva 9). Samalla RJ-45 kaapelit kiinnitettiin. Järjestely nopeutti asentajien työtä kentällä, koska laitteisto voitiin kiinnittää suoraan katuvalaistuskeskuksen sisälle kytkemällä loput tarvittavat johdot ja antenni liittimiin.



Kuva 9. Kuvassa on valmiiksi koottu ja johdotettu laitteisto.

5.1.1 Asennusympäristöt

Muuntamo

Tampereella on paljon vanhoja muuntamotiloja, joissa on vanhanmalliset avokiskojärjestelmät. Näissä tiloissa työskenneltäessä työ suoritettiin parityösken-

telynä, jossa toinen ryhmästä vastasi työn valvonnasta. Asennuksien yhteydessä kohteissa asetettiin tilapäissuojaus jännitteisten kiskostojen eteen käyttäen jännitetyökäsineitä työturvallisuuden takaamiseksi.

Muuntamotiloissa ohjausyksiköiden asennukseen käytettiin Fibox – merkistä suojakoteloja, jotka varustettiin läpinäkyvällä kannella ja kotelo kiinnitettiin muuntamotilan seinään. Pääsääntöisesti uuden laitteiston kytkemisessä pysyttiin hyödyntämään entistä MMO-kaapelia, jolla vanha laitteisto on ollut kytkettynä keskuksen.



Kuva 10. Muuntamotila. Vasemmalla katuvalaistuskeskus ja keskellä pienjännitepuolen avokiskosto.

Katujakokaappi

Katujakokaappi on nimensä mukaisesti kadun tai tien varressa sijaitseva metallinen kaappi, jonka tarkoituksena on jakaa sille tuleva syöttö eri kohteisiin. Projektin aikana osa muuntamotiloissa sijainneista keskuksista siirrettiin tievalaistuksessa tapahtuneiden muutostöiden vuoksi ulos muuntamoista omaan

keskukseen muuntamoiden ulkopuolelle. Kyseinen järjestely helpottaa erityisesti katuvalaistukseen syntyneen vian korjaamista, koska kaikilla asentajilla ei ole pääsyä muuntamotiloihin.



Kuva 11. Maantien vieressä oleva katujakokaappi (Lassila & Tikanoja 2015).

Pylväsasenteiset keskkukset olivat projektissa vähemmistönä johtuen haja-asutusalueiden vähäisyydestä ja siitä, että Tampereella suurin osa sähköistyksistä on suoritettu maakaapeloinnilla.



Kuva 12. Valaistuksen jakokeskus ja ohjausyksikkö pylväässä (Lassila & Tikanoja 2015).

6.1.1 Käyttöönotto

Uuden laitteiston käyttöönotto suoritetaan aina asennuksen jälkeen. Käyttöönotossa otetaan yhteys puhelimitse valvomon ja valvomolle annetaan seuraavat tiedot: käyttöpaikan KV-numero, keskusyksikön sarjanumero, SIM-kortin numero, käytettävät virtamuuntajien arvot ja tieto, montako relelähtöä keskuksessa on käytössä. Tämän jälkeen valvomo ajaa ohjelmiston laitteelle. Seuraavaksi laitteisto koekäytetään yhdessä valvomon kanssa ja varmistetaan valaisinryhmien ohjauksen ja mittausyksikön toiminta. Jos puutteita ja ongelmia ei havaita, täytetään käyttöönottopöytäkirja valmiiksi asti. (Liite 2).

7 HUOLTO

Uuden laitteiston huolto ja yleinen kunnossapito on kohtuullisen helppo suorittaa. Laitteistoa voidaan etäkäyttää ja näin saadaan tieto helposti mahdollisesta vikatilanteesta, jolloin vikakorjaus helpottuu ja saadaan mahdolliset ongelmat heti ratkaistua paikanpäällä.

7.1 Vikatilanteet

Suurimmaksi viaksi käyttöönoton loppupuolella ilmeni se, että tietoliikennesiviköt alkoivat jumiutua eivätkä vastanneet kaukokäytön käskyihin. Tilanteesta riippuen asiasta selvittiin joko tietoliikennesivikön resetoinnilla manuaalisesti tai vaihtamalla koko tietoliikennesivikkö uuteen ja ottamalla se uudestaan käyttöön valvomon kanssa.

Muita huomattavia vikoja ei alkujakson aikana ollut havaittavissa. Pieniä ongelmia ilmeni releohjauksissa, jotka pääosin johtuivat asennus- tai kytkentävirheistä laitteistoa asennettaessa.

8 ÄLYKKÄÄN KATUVALAISTUKSEN ENERGIATEHOKKUUS

Älykkäällä ohjauksella päästään itsessään jo hyviin tuloksiin. Esimerkiksi Tampereella saavutettiin vuonna 2010 yhteensä 80 000 euron säästö energiassa ja kunnossapidossa (C2 SmartLight).

8.1 EuP-direktiivin vaikutuksia

Kun EuP-direktiivin myötä vuodesta 2016 eteenpäin elohopeahöyrylamput poistuvat markkinoilta, on hyvin todennäköistä, että vanhat lamput korvautuvat 40% energiatehokkaammilla valonlähteillä. Tämän vaikutuksesta vuotuinen energiansäästö on noin 70 GWh/v, jolloin noin neljän vuoden aikana vuosittain myytävien lamppujen (350 000kpl) yhteenlaskettu energian säästö on $4 \times 70 \text{ GWh} = 280 \text{ GWh}$. (VALOA Design rhs Oy, 7.)

Elohopeahöyrylamput poistumisen myötä voidaan osoittaa, että erityisesti kyseistä lampputyyppejä käsittävällä katuvalaistussektorilla tulee asetus johtamaan 26 % säästöön vuoteen 2020 mennessä. Energiansäästö on mahdollista, mikäli kuntasektori kykenee investoimaan kaikkien nykyisten elohopeahöyrylamppuilla varustettujen valaisinten saneeraamiseen. Katuvalaistuksen kokonaissähkönkulutuksen, joka on noin 800 GWh, voidaan arvioida vähenevän 208 GWh/v vuoteen 2020 mennessä. Tämä perustuu lampputyyppeiden polttoikään ja optimaaliseen vaihtoväliin, mikä on elohopeahöyrylampulla noin neljä vuotta. Ilman EuP-direktiiviä kehityssuunta olisi sama, mutta hitaampi. (VALOA Design rhs Oy, 6.)

9 KATUVALAISTUKSEN TULEVAISUUS

Tie- ja katuvalaistuksen tulevaisuus on nykyajan suuri puheenaihe, koska ohjauksjärjestelmät kehittyvät, valaistuksen LED-teknologia etenee ja varsinkin LED-teknologian hintataso alenee sekä energiaa säästyy. Kaupunkien ja kuntien kiinnostus energiatehokkaaseen katuvalaistukseen tulee todennäköisesti jatkossa kasvamaan, johtuen uuden teknologian tuomista hyödyistä ja säästö-potentiaalista. Tietysti valaistusverkon päivittäminen vaatii suuria investoin-teja, mutta päivityksen avulla syntyvät säästöt maksavat itsensä takaisin.

9.1 SenCity – hanke

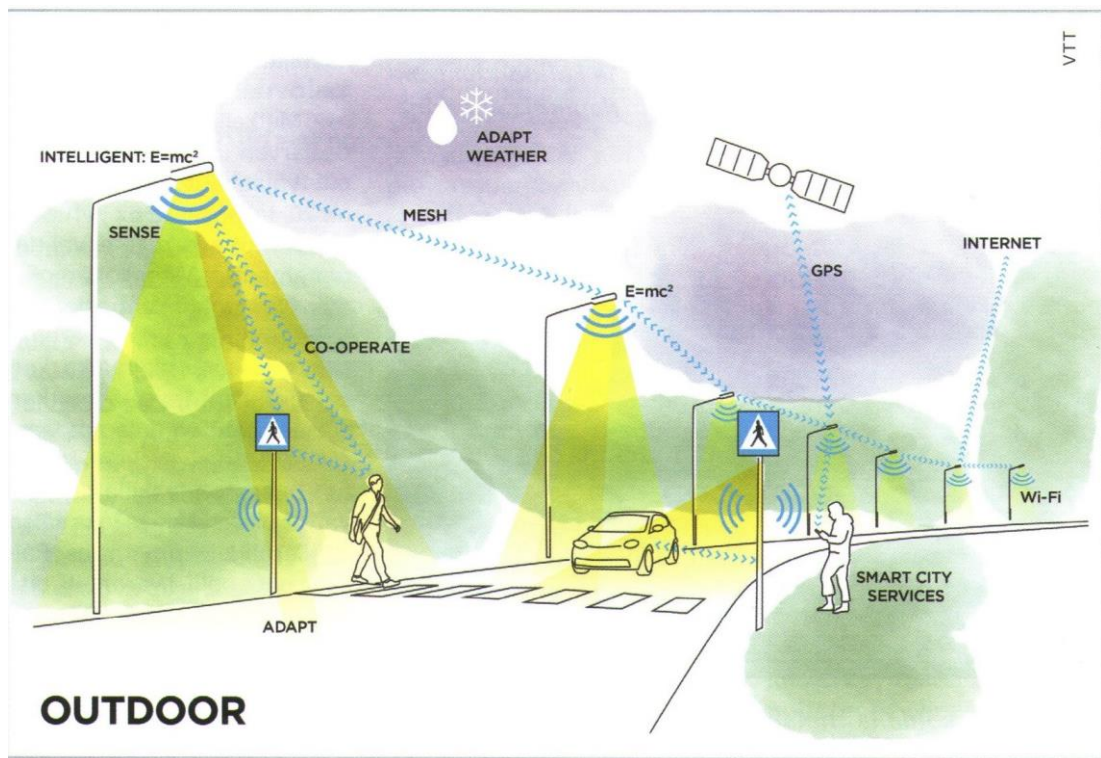
Syksyllä 2015 Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy käynnisti yhdessä Oulun yliopiston arkkitehtuurisen tiedekunnan, suomalaisten kaupunkien sekä yrityk-sistä koostuvan työryhmän kanssa SenCity – Älykäs valaistus Innovatiivisen Kaupungin palvelualustana – hankkeen (Juntunen, E. & Pihlajaniemi, E. 2015, 22).

Kaupungeista hankkeeseen osallistuvat Helsinki, Lahti, Oulu, Raahе, Salo ja Tampere. Kaupungit antoivat alueita yritysten käyttöön, missä uusia teknolo-gioita voidaan pilotoida. Hankkeen pilottikohteet on suunniteltu erilaisille alu-eille. Esimerkiksi Helsinki ja Tampere ovat suunnitelleet kohteet keskusta-alu-eelle, jossa ratkaisuja on mahdollista tarkastella massatapahtumia, joukkoliikennettä tai liikennevirtoja ajatellen. Raahessa ja Salossa pilotit keskittyvät asuinalueisiin, Oulussa koulun ja monitoimitalon pihaympäristöön ja Lahdessa pilotointi ajoittuu vuoden 2017 talvikisoihin. (Juntunen ym. 2015, 23.)

SenCity – hankkeessa ei ainoastaan keskitytä älykkääseen katuvalaistukseen, vaan pyritään luomaan ja kehittämään älykkään katuvalaistuksen tuomaa po-tentiaalia toteuttaa innovatiivisia ratkaisuja. Tärkeä osa-alue hankkeessa on myös Big Datan hyödyntäminen ja valaistukseen liittyvien kustannusten laske-minen. (Tekes 2015.)

Kuvassa 13 on hyvin havainnollistettu se, mitä kyseisellä kaksivuotisella hankkeella pyritään kehittämään. Saatavan ja hyödynnettävän datan määrä, jota saadaan kerättyä kaupunkiympäristössä, on nykyään hyvin suuri. Oikealla tavalla sijoitetut ja kanavoidut laitteistot mahdollistavat monien erilaisten palveluiden toteutuksen.

Muutamia sovelluksia ja ideoita on jo lähdetty toteuttamaan ja ideoimaan. Siitä esimerkkinä on katuvaloverkon toimiminen tulevan 5G-verkon pohjana, jossa tukiasemat saadaan sijoitettua noin 20 metrin välein kaupunkiympäristössä. Sen avulla on mahdollista kohdentaa erilaista mainontaa ja markkinointia sekä esimerkiksi tarkkailla reaaliaikaisesti ilmanlaatua. (Hietala 2015, 2-6.)



Kuva 13. VTT:n havainnekuva tietotekniikan ja elektroniikan linkittymisestä ja hyödynnettävästä verkostosta (Juntunen ym. 2015, 22).

10 POHDINTA

Katuvalaistuksen ohjaus on kehittynyt paljon viimeisen 10 vuoden aikana. Kaupunkien ja kuntien kiinnostus älykkääseen valaistuksen ohjaukseen on lisääntynyt, koska kansantaloudellinen hyöty on suuri energian säästön saralla ja kyseistä tekniikkaa voidaan hyödyntää tulevaisuudessa muiden sovellusten ohella. Siitä kertoo myös VVT:n SenCity – hanke ja kiinnostuksen lisääntyessä erilaisia hankkeita ja toteutuksia tullaan todennäköisesti jatkossakin toteuttamaan. Katuvalaistuksen kuten myös muut verkossa tapahtuvat ohjaukset lisääntyvät kiihtyvällä nopeudella ja syrjäyttävät vanhat menetelmät.

Itse työ keskittyi Tampereen kaupungin katuvalaistuksen ohjausjärjestelmän päivitykseen, josta opinnäytetyössä sain tuotua esiin pääpiirteet työn eri vaiheista. Opinnäytetyöstä ei ollut tarpeellista lähteä tekemään laajaa ja kattavaa asennusohjeistusta, koska C2 SmartLight Oy:llä on jo riittävän hyvät ja selkeät ohjeet itse asennuksien toteutukseen.

Tarjoutunut mahdollisuus päästä käytännössä toteuttamaan uusien innovaatioiden ja tekniikoiden mahdollistamia ratkaisuja herätti paljon mielenkiintoa uutta aihealuetta kohtaan. Aihealueena katuvalaistus on hyvin ajankohtainen energiansäästön ja automatisoitujen järjestelmien kannalta.

LÄHTEET

Anttila, O. 1993. Valoa, voimaa, vaurautta: Tampereen kaupungin sähkölaitos 1888-1988. Hämeenlinna: Karisto Oy

C2 SmartLight Oy. Yrityksen www-sivut. www.c2is.fi Viitattu 14.11.2015

C2 SmartLight Oy. C2 SmartLight Street Käyttöohje v. 2.0

C2 SmartLight Oy. Mittausyksikkö C2MU ohjekirja v. 1.3

C2 SmartLight Oy. Releyksikkö C2RU ohjekirja v. 1.5

Ensto pro koulutusaineisto, 2009. <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247.html> Viitattu 21.2.2016.

Halonen L & Lehtovaara M. 1992 Valaistustekniikka. Jyväskylä: Gummerus

Hietala, J. 2015. SenCity –Älykäs valaistus palvelualustana. https://tapahtumat.tekes.fi/uploads/26408656/Jaakko_Hietala-7695.pdf Viitattu 30.3.201

Juntunen, E. & Pihlajaniemi, E. 2015. SenCity tuo älyä kaupunkiympäristöön. Tie & Liikenne 8, 22-23.

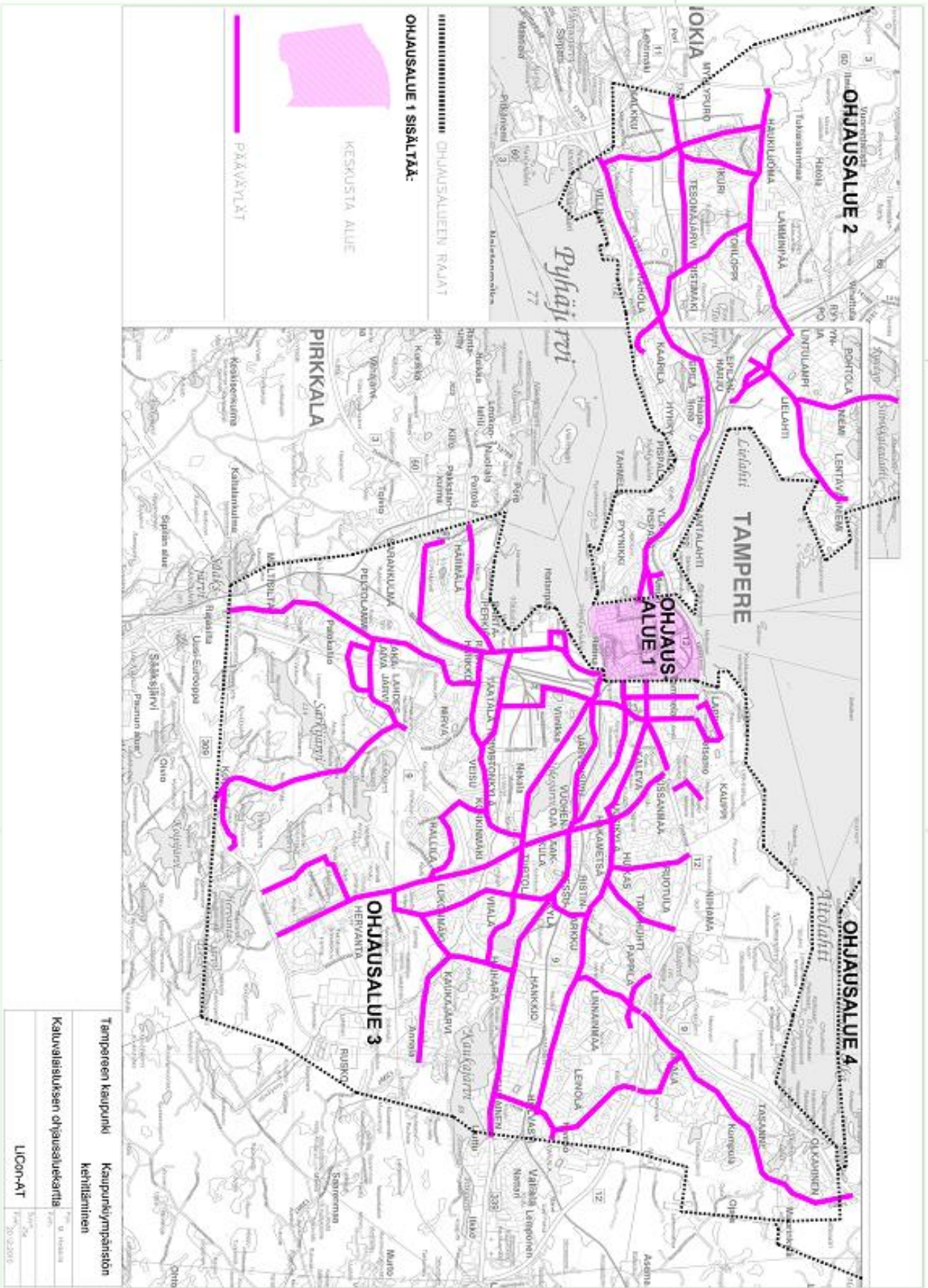
Lassila & Tikanoja Oy. Tampereen käyttöönottotaulukko. luettu 10.12.2015


Monni, M. 2012. Maakaapeliverkostotyöt, Tie- ja aluevalaistustyöt ja liikennevaloasennukset. 5. uud. p. Helsinki: Adato energia Oy

Tampereen kaupungin kotisivut www.tampere.fi, viitattu 12.12.2015.

Tampereen seudun vetovoima. Tekes. 2015. <http://tampereenseudunvetovoima.fi/uutiset/alykkaasti-ohjatusta-valaistuksesta-tehdään-suomelle-bisnestä>

Valoa Desing rhs Oy. raportti. http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/630/EuP-direktiivin_vaiikutusten_arviointi_Tie- ja_katuvalaistus_seka_toimistovalaistus-3.pdf Viitattu 1.4.2016.



		OMAN TYÖN KÄYTTÖÖNOTTOPÖYTÄKIRJA																											
		Kohteen karttanumero <input type="text"/>																											
1. Työkohde	Asiakas: Tampereen kaupunki																												
	Osoite: Tampere	Puhelin:																											
2. Sähköurakoitsija	Nimi: Lassila&Tikanoja																												
	Osoite: Hepolamminkatu 32	Puhelin:																											
3. Sähkötöiden johtaja																													
4. Jakeluverkon haltija																													
5. Nimellisjännite	0,4kV																												
6. Kohteen osoite	Kaupunginosa:																												
7. Kohteen KV-tunnus	KV-																												
8. Aistinvarainen tarkastus	Tehty / Ei tehty, syy:																												
9. Tarkastuksen peruste	C2 ohjainlaitteen asennus ja vanhan verkkokäskylaitteen purku																												
10. Tarkastuskohteet	<table border="1"> <tr> <td>a. Asennusten silmämääräinen tarkastus</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b. Uusien johtimien liittäminen keskukseseen</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c. Siirrettävien johtimien liittäminen keskuksen</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d. Läpiviennit</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e. Merkinnät</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>h. Ohjainlaitteen käyttöönotto</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>i. Valvomoyhteys varmistettu soittamalla</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>j. Valaistuksen toiminnan tarkastus C2-ohjaus/käsi käyttö</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>k. Kohteen toteutuksessa käytetyt standardit SFS 600/2009</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>l. Kohde on todettu em. Standardin vaatimusten mukaisesti toteutetuksi</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>m. Laitteiden ohjeet luovutettu tilaajalle</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>n. Sulakkeiden ja liittimien kytkennän tarkastaminen</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			a. Asennusten silmämääräinen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	b. Uusien johtimien liittäminen keskukseseen	<input checked="" type="checkbox"/>	c. Siirrettävien johtimien liittäminen keskuksen	<input checked="" type="checkbox"/>	d. Läpiviennit	<input checked="" type="checkbox"/>	e. Merkinnät	<input checked="" type="checkbox"/>			h. Ohjainlaitteen käyttöönotto	<input checked="" type="checkbox"/>	i. Valvomoyhteys varmistettu soittamalla	<input checked="" type="checkbox"/>	j. Valaistuksen toiminnan tarkastus C2-ohjaus/käsi käyttö	<input checked="" type="checkbox"/>	k. Kohteen toteutuksessa käytetyt standardit SFS 600/2009	<input checked="" type="checkbox"/>	l. Kohde on todettu em. Standardin vaatimusten mukaisesti toteutetuksi	<input checked="" type="checkbox"/>	m. Laitteiden ohjeet luovutettu tilaajalle	<input checked="" type="checkbox"/>	n. Sulakkeiden ja liittimien kytkennän tarkastaminen	<input checked="" type="checkbox"/>
a. Asennusten silmämääräinen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>																												
b. Uusien johtimien liittäminen keskukseseen	<input checked="" type="checkbox"/>																												
c. Siirrettävien johtimien liittäminen keskuksen	<input checked="" type="checkbox"/>																												
d. Läpiviennit	<input checked="" type="checkbox"/>																												
e. Merkinnät	<input checked="" type="checkbox"/>																												
h. Ohjainlaitteen käyttöönotto	<input checked="" type="checkbox"/>																												
i. Valvomoyhteys varmistettu soittamalla	<input checked="" type="checkbox"/>																												
j. Valaistuksen toiminnan tarkastus C2-ohjaus/käsi käyttö	<input checked="" type="checkbox"/>																												
k. Kohteen toteutuksessa käytetyt standardit SFS 600/2009	<input checked="" type="checkbox"/>																												
l. Kohde on todettu em. Standardin vaatimusten mukaisesti toteutetuksi	<input checked="" type="checkbox"/>																												
m. Laitteiden ohjeet luovutettu tilaajalle	<input checked="" type="checkbox"/>																												
n. Sulakkeiden ja liittimien kytkennän tarkastaminen	<input checked="" type="checkbox"/>																												
11. EMC-suojaus	Sähkölaitteisto täyttää turvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1468/2007)																												
12. C2 tarkastukset	<table border="1"> <tr> <td>a. kokoonpano</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> C2PU <input checked="" type="checkbox"/> C2CU <input checked="" type="checkbox"/> C2U <input checked="" type="checkbox"/> C2MU</td> </tr> <tr> <td>b. Keskusyksikön sarjanumero: 0100015 00000</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c. koordinaatit</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d. sim-kortin tiedot: 049 440 48</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e. antennin asennus</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>f. käyttöohjeet ja kuvat</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>			a. kokoonpano	<input checked="" type="checkbox"/> C2PU <input checked="" type="checkbox"/> C2CU <input checked="" type="checkbox"/> C2U <input checked="" type="checkbox"/> C2MU	b. Keskusyksikön sarjanumero: 0100015 00000	<input checked="" type="checkbox"/>	c. koordinaatit	<input checked="" type="checkbox"/>	d. sim-kortin tiedot: 049 440 48	<input checked="" type="checkbox"/>	e. antennin asennus	<input checked="" type="checkbox"/>	f. käyttöohjeet ja kuvat	<input checked="" type="checkbox"/>														
a. kokoonpano	<input checked="" type="checkbox"/> C2PU <input checked="" type="checkbox"/> C2CU <input checked="" type="checkbox"/> C2U <input checked="" type="checkbox"/> C2MU																												
b. Keskusyksikön sarjanumero: 0100015 00000	<input checked="" type="checkbox"/>																												
c. koordinaatit	<input checked="" type="checkbox"/>																												
d. sim-kortin tiedot: 049 440 48	<input checked="" type="checkbox"/>																												
e. antennin asennus	<input checked="" type="checkbox"/>																												
f. käyttöohjeet ja kuvat	<input checked="" type="checkbox"/>																												
13. Lisätiedot / Lisätyöt	Virtamuuntajan koko:																												
14. Tarkastuksen tekijä	Nimi:																												
	Aika ja paikka:	Allekirjoitus:																											
	.6.2015 Tampere																												