



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sami Laine

Hangon kaupungin katuvalaistuksen kehityssuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Opinnäytetyö

30.1.2019

Tekijä Otsikko	Sami Laine Hangon kaupungin katuvalaistuksen kehityssuunnitelma
Sivumäärä Aika	21 sivua + 5 liitettä 30.1.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	Lehtori Vesa Sippola
<p>Insinööriyön päämääränä oli kartoittaa Hangon kaupungin katuvalaistus ja tuottaa toimintasuunnitelma sen parantamiseksi. Toimintasuunnitelman haluttiin olevan noin yhden A4-kokoisen paperin mittainen ja luettelomainen selonteko katuvalaistuksen parantamiseksi tarvittavista toimenpiteistä, toimenpiteiden tärkeysjärjestyksestä ja niiden aikataulusta.</p> <p>Toimintasuunnitelman pääpainoksi valikoitui työn edetessä katuvalaistuksen kustannustehokkuuden parantaminen mitoittamalla uudelleen valaistuksen ohjauskeskusten sulakekoot. Tarve todettiin katuvalaistusryhmiä kartoittaessa ja tarkkailtaessa keskusten energiankulutusta Carunan energiaseurantapalvelusta. Lopuksi uudelleen mitoituksen tarve varmistettiin mittaamalla jokaisen keskuksen ottamat virrat.</p> <p>Katuvalaistuksen käyttökustannuksista merkittävä osa koostuu pääsulakekokojen mukaan maksettavista sähkönsiirron perusmaksuista. Sulakekokojen optimoinnin laskettiin tuovan merkittävät vuosittaiset säästöt. Toimintasuunnitelmaan sisällytettiin myös ehdotukset oikeiden sähkönsiirtotuotteiden etsimisestä ja pienempien katuvalaistusryhmien yhdistämisestä lisäsäästöjen saamiseksi. Toimintasuunnitelman lopullisena tavoitteena on katuvalaistuksen dokumentointi ja siirtäminen verkkotietokantaan valaistukseen tehtävien huoltotöiden aikataulutukseksi ja budjetoimiseksi sekä langattoman ohjausjärjestelmän hankkiminen valaistuksen ohjauksen helpottamiseksi.</p>	
Avainsanat	katuvalaistus, sulake, toimintasuunnitelma

Author Title	Sami Laine Street Lighting Development Plan For The City Of Hanko
Number of Pages Date	21 pages + 5 appendices 23 Jan 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor	Vesa Sippola, Senior Lecturer
<p>The aim of this study was to map street lighting of Hanko and to produce a development plan for its improvement. The development plan was wanted to be about the length of a A4 size paper and a catalogue-like report of needed measures to improve the city's street lighting, the priority of those measures and a timetable for them.</p> <p>Development plan's main weight was selected to be on the improvement of the street lighting's cost-effectiveness by sizing the fuses in the lighting control enclosures again. The need for this was discovered when mapping the street lighting groups and observing the energy consumption of the enclosures in Caruna's Energy monitoring service. Lastly the need for resizing the fuses was confirmed by measuring the currents in every enclosure.</p> <p>A significant amount of street lighting's operating costs consist of electricity distribution's basic fees that are paid according to the main fuse size. Optimizing the fuse sizes was calculated to bring significant yearly savings. Finding the right electricity distribution product and combining smaller street lighting groups were also included to the development plan. Development plan's goal is to document the city's street lighting and to transfer it into an electric database for scheduling and budgeting maintenance works and to get a wireless control system to ease controlling of the street lighting.</p>	
Keywords	street lighting, fuse, development plan

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Katuvalaistus	2
2.1	Valaistustekniset vaatimukset	2
2.2	Valaistusverkon komponentit	9
2.2.1	Ohjaustavat	11
3	Katuvalaistuksen nykytilan kartoittaminen	12
3.1	Valaistusryhmien kartoittaminen	12
3.2	Keskuksien sulakekokojen uudelleenmitoittaminen	16
4	Katuvalaistuksen kehittämismahdollisuudet	18
4.1	Välittömät toimenpiteet	18
4.2	Lyhyen aikavälin toimenpiteet	19
4.3	Pidemmän aikavälin toimenpiteet	19
5	Johtopäätökset	20
	Lähteet	21
	Liitteet	
	Liite 1. Hangon katuvalaistuksen kehittämissuunnitelma	
	Liite 2. Mittaukset	
	Liite 3. Valaisimet	
	Liite 4. Lampputyypit	
	Liite 5. Säästölaskelmat	

Lyhenteet

cd/m ²	<i>Luminanssi</i> , valovoimaa tarkastelusuunnassa pinta-alaa kohti eli pinnan kirkkautta kuvaava suure. Luminanssi ilmoitetaan SI-järjestelmän mukaisessa yksikössä kandela per neliometri.
cd	<i>Kandela</i> , valovoimaa eli pistemäisen valon määrää steradiaania kohti mittaava SI-järjestelmän mukainen mittayksikkö. Yksi kandela vastaa noin yhden kynttilän valovoimaa.
CE-merkintä	<i>Conformité Européenne</i> , tiettyjen tuoteryhmien pakollinen merkintä, jolla valmistaja vakuuttaa sen täyttävän EU-direktiivien vaatimukset.
DIN-kisko	Standardoitu kisko, jota käytetään asennuskoteloissa.
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> , maailmanlaajuinen matkapuhelinjärjestelmä.
IP-koodi	Koteloinnin suojausasteen ilmaiseva koodausjärjestelmä
kWh	<i>Kilowattitunti</i> , sähköenergiaa mitattaessa käytettävä energian yksikkö.
LED	<i>Light-Emitting Diode</i> , valoa säteilevä puolijohdekomponentti.
lm	<i>Lumen</i> , valovirran SI-järjestelmän mukainen yksikkö. Yksi lumen vastaa yhden kandelan valonlähteen steradiaaniin avaruuskulmaan säteilemää valovoimaa.
lx	<i>Luksi</i> , valaistusvoimakkuutta mittaava SI-järjestelmän mukainen yksikkö. Yksi luksi vastaa neliömetrin alueelle lankeavaa yhden luumenin valovirtaa.
sr	<i>Steradiaani</i> , avaruuskulman suuruutta mittaava SI-järjestelmän mukainen yksikkö.

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on kartoittaa Hangon kaupungin katuvalaistus ja tuottaa toimintasuunnitelma sen parantamiseksi. Toimintasuunnitelman haluttiin olevan noin yhden A4-kokoisen paperin mittainen ja luettelomainen selonteko katuvalaistuksen parantamiseksi tarvittavista toimenpiteistä, toimenpiteiden tärkeysjärjestyksestä ja niiden aikataulusta.

Opinnäytetyössä kartoitetaan kaupungin laskituksen mukaisten mittauspaikkojen valaistusryhmiä. Ryhmiä kartoitettaessa etsitään keinoja valaistuksen kustannustehokkuuden parantamiseksi ja selvitetään valaistuksen ohjauskeskusten energiankulutusta Carunan energiaseurantapalvelusta. Koska katuvalaistuksen käyttökustannuksista merkittävä osa koostuu pääsulakekokojen mukaan maksettavista sähkönsiirron perusmaksuista, keskusten käynnistysvirrat mitataan ja selvitetään niiden pääsulakekokojen todellinen tarve nykyisiin sulakkeisiin nähden. Saatujen tuloksien perusteella tehdään suunnitelma sulakekokojen vaihtamisesta ja sisällytetään se osaksi kaupungin katuvalaistuksen parantamiseksi tuotettavaa toimintasuunnitelmaa.

Toimintasuunnitelmaan sisällytetään ehdotukset oikeiden sähkönsiirtotuotteiden etsimisestä ja pienempien katuvalaistusryhmien yhdistämisestä lisäsäästöjen saamiseksi. Toimintasuunnitelman lopullisena tavoitteena on katuvalaistuksen dokumentointi ja siirtäminen verkkotietokantaan valaistukseen tehtävien huoltotöiden aikatauluttamiseksi ja budjetoimiseksi sekä langattoman ohjausjärjestelmän hankkiminen valaistuksen ohjauksen helpottamiseksi. Toimintasuunnitelmaa aletaan toteuttaa tänä vuonna.

2 Katuvalaistus

Katuvalaistuksella tarkoitetaan autotien ja kevyen liikenteen väylien yleensä pylväisiin tai vaijereihin asennettua valaistusta. Katuvalaistus parantaa liikenneturvallisuutta ja ennaltaehkäisee onnettomuuksia [1]. Hyvin valaistua ympäristöä on helppo tarkkailla, ja tietä ylittävät ajoneuvot ja ihmiset sekä vastaantulijat kyetään havaitsemaan aikaisemmin. Näin reaktioaika pitenee ja muun liikenteen ennakoiminen tehostuu. [2, s. 55-56]

Ihmiset kokevat valaistut alueet mukavammiksi ja turvallisemmiksi [3]. Valaistus on merkki järjestyksestä, ja katuvalojen puuttuminen tai huono kunto taas viestii sen puutteesta. Tämä voi vaikuttaa ihmisten reitin valintaan ja kasvattaa ajoneuvo- ja aikakustannuksia [1;2]. Riittävä valaistus kasvattaa turvallisuudentunnetta ja vähentää asiatonta oleskelua halutuilla alueilla. [2, s. 58]

2.1 Valaistusteknilliset vaatimukset

Katuvalaistuksen liikenneturvallisuutta ja ympäristön viihtyisyyttä parantava vaikutus varmistetaan eri katuluokille määriteltyjen valaistusluokkien avulla. Valaistusluokka asettaa valaistukselle valotekniset vaatimukset, jotka sen täytyy täyttää. Valoteknisiä vaatimuksia mitataan valaistusteknillisten suureiden avulla. Eri valaistusluokat ja niiden asettamat valotekniset vaatimukset löytyvät standardista SFS-EN 13201-2. [4, s. 14]

Valaistusteknilliset suureet

Katuvalaistuksen kannalta oleelliset valaistusteknilliset suureet ovat luminanssi L (cd/m^2) ja luminanssin arvoilla lasketut suhdeluvut, erilaisten pintojen valaistusvoimakkuus E (lx), sekä estohäikäisyä mittaava TI-arvo. [4, s. 17]

Valon määrän ilmoittaa *keskimääräinen luminanssi* L (cd/m^2), joka lasketaan tieltä mitattujen luminanssiarvojen keskiarvona. Keskimääräinen luminanssi mitataan kadun joka kaistalta ja mitoitus tehdään pienimmän saadun arvon mukaan. [4, s. 14]

Valon tasaisuus ilmoitetaan näkösuorituskykyyn vaikuttavana yleistasaisuutena U_0 , sekä ajo- ja näkömukavuuteen vaikuttavana pitkittäistasaisuutena U_1 . Yleistasaisuus lasketaan jokaiselle kaistalle koko ajoradan alueella pienimmän ja keskimääräisen luminanssin osamääränä. Pitkittäistasaisuus taas lasketaan kaistan keskellä kulkevalla suoralla tehtyjen mittausten pienimmän ja suurimman luminanssin osamääränä. Mitoitus tehdään

pienimpien yleistasaisuudeksi ja pitkittäistasaisuudeksi saatujen arvojen mukaan. [4, s. 15]

Häikäisyrajoitus tarkoittaa näkemistä rajoittavalle estohäikäisylle asetettua maksimiarvoa. Estohäikäisyä mitataan silmän kontrastin-erotuskyvyn muuttumisena TI, joka ilmoitetaan prosentteina. Kontrasti-erotuskyvyn muuttuminen lasketaan uusilla lampuilla kaikille kaistoille ja mitoitus tehdään suurimman arvon mukaan. Mikäli TI-arvoa ei voida laskea, valaistus suunnitellaan suuntauksen ja valovoiman määrän avulla. [4, s. 15]

Ajoradan ja sen ympäristön välisen valaistusvoimakkuuden erolle on määritelty suhdeluku SR, jonka raja-arvoa valaistus ei saa alittaa. Suhdeluku lasketaan ajoradan ja sen viereisen tienlaidan valaistusvoimakkuuksien osamääränä. Tienlaidan valaistusvoimakkuutta mitataan alueelta, joka on puolet ajoradan leveydestä. Suhdeluvun raja-arvoksi on määritelty 0,5. [4, s. 16]

Kevyen liikenteen väylillä käytettävien valaistusluokkien vaatimuksissa määritellään minimiarvo *vaakatason keskimääräiselle valaistusvoimakkuudelle* E_m (lx). Vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus tarkoittaa valovirtaa pinta-alayksikköä kohti ja saadaan laskemalla aritmeettinen keskiarvo ajoradan pinnan tason valaistusvoimakkuuksille. Valaistusvoimakkuutta lasketaan samoissa pisteissä luminanssin kanssa ja jos saadut valaistusvoimakkuuden arvot täsmäävät saman pisteen laskettujen valaistusvoimakkuuden arvojen kanssa, voidaan olettaa myös luminanssin olevan riittävä. [4, s. 16]

Puolipallovalaistusvoimakkuutta E_{hs} (lx) tarvitaan kolmiulotteisten kohteiden, kuten esteiden ja kohoumien havaitsemiseen. Puolipallovalaistusvoimakkuudella tarkoitetaan pienen puolipallon pinnan valaistusvoimakkuuden keskiarvoa. [4, s.16]

Valaistusluokat

Sopiva valaistusluokka takaa ajokaistan valaistuksen riittävän määrän, tasaisuuden ja häikäisyrajoituksen [1]. Valaistusluokat jaetaan luminanssi- ja valaistusvoimakkuusluokkiin. Luminanssiin perustuvia luokkia käytetään yleisillä teillä. Yleisiin teihin liittyvillä kevyen liikenteen väylillä ja alueilla, joilla ajorata on näkyvässä alle 60 m pituudelta, käytetään valaistusvoimakkuuteen perustuvia luokkia. [4, s. 18]

AL-luokat perustuvat luminanssiin ja niitä käytetään yleisillä teillä. Ajouradan keskimääräisen luminanssin L , yleistasaisuuden U_0 ja pitkittäistasaisuuden U_1 minimiarvot on määritetty kuivalle ja märälle pinnalle. Lisäksi AL-luokille on annettu estohäikäisyn TI-arvon maksimiprosentti sekä ajoradan ja sen ympäristön valaistusvoimakkuuden suhdeluku SR:n minimiarvo. AL-luokkien vaatimukset on esitetty taulukossa 1. [4, s. 17]

Taulukko 1. AL-luokat.

Luokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Estohäikäisy	Ympäristön valaistus
	Kuiva			Märkä		
	L_m cd/m ² , min	U_0 min	U_1 min	U_0 min	TI % max	SR min
AL1	2,0	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,5
AL4a	1,0	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL4b	0,75	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL5	0,5	0,4	0,4	0,15	15	0,5

AE-luokat perustuvat valaistusvoimakkuuteen ja ne on tarkoitettu käytettäväksi yleisillä teillä konfliktialueilla ja liittymissä, joissa ajorata on näkyvässä alle 60 m pituudelta, ja luminanssiin perustuvaa tarkastelua ei voida käyttää. AE-luokille on määritetty vaakataason valaistusvoima E_m voimakkuuden ja valaistuksen yleistasaisuuden U_0 minimiarvot. AE-luokkien vaatimukset on esitetty taulukossa 2 ja AL- ja AE-luokkien vastaavuudet taulukossa 3. [4, s. 18]

Taulukko 2. AE-luokat.

Luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	E_m lx, min	U_o min
AE 0	50	0,4
AE 1	30	0,4
AE 2	20	0,4
AE 3	15	0,4
AE 4	10	0,4
AE 5	7,5	0,4

Taulukko 3. AL- ja AE-luokkien vastaavuus.

Luminanssi	Valaistusvoimakkuus
AL 1	AE 1
AL 2	AE 2
AL 3	AE 3
AL 4a	AE 3
AL 4b	AE 4
AL 5	AE 5

K-luokat perustuvat valaistusvoimakkuuteen, ja ne on tarkoitettu käytettäväksi kevyen liikenteen väylillä sekä pihalla, pihakaduilla ja pysäköintialueilla. K-luokille on määritelty vaakatason valaistusvoimakkuuden ja alimman mitatun valaistusvoimakkuuden arvon minimiarvot. [4, s. 19]

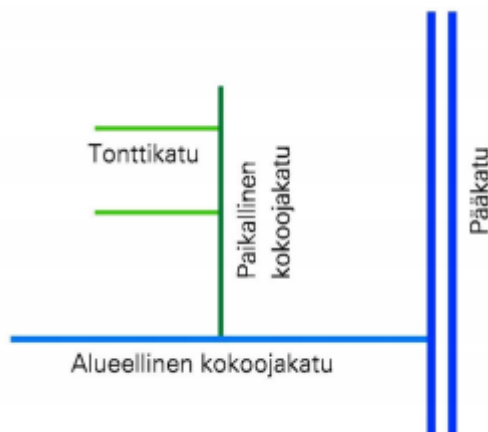
Taulukko 4. K-luokat.

Luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	E_m ¹⁾ lx, min	E lx, min
K1	15	5
K2	10	3
K3	7,5	1,5
K4	5	1
K5	3	0,6
K6	2	0,6

1) Riittävän tasaisuuden vuoksi hankekohtainen keskiarvo ei saa ylittää 1,5-kertaista luokan edellyttämää keskiarvon minimiä

Katuluokat

Sopiva valaistusluokka valitaan kadun toiminnallisen luokan eli katuluokituksen mukaan. Katuluokka kuvaa kadulle annettua tehtävää ja sen liittymistä muuhun tieverkkoon [5]. Jokaiselle katuluokalle on asetettu erilaiset vaatimukset taajaman keskustassa ja muilla alueilla. Kadun sijainnin lisäksi sen poikkileikkaus ja liittymän tyyppi vaikuttavat vaadittuihin valaistusluokkiin. Taajaman sisällä kadut luokitellaan pääkatuihin, kokoojakatuihin ja tonttikatuihin. Kuvassa 1 nähdään pääkatujen, kokoojakatujen ja tonttikatujen sijoittuminen kaupungin tieverkossa. [4, s. 20]



Kuva 1. Katuverkon toiminnallinen luokitus. [5.]

Pääkadut ovat taajaman vilkasliikenteisimpiä katuja, joissa autojen ajokaista ja kevyen liikenteen väylä on erotettu toisistaan. Ne toimivat jatkona yleisille teille ja yhdistävät kaupungin osa-alueet seudulliseen liikenteeseen [5, s. 3]. Pääkaduilla vaaditaan muita korkeampia valaistusluokkia: keskusta-alueella autojen ajokaistalla AL1- tai AL2-valaistusluokkaa ja kevyen liikenteen väylillä K1- tai K2-valaistusluokkaa kadun poikkileikkauksesta riippuen. Muilla alueilla vaaditaan pienempiä luokkia, kapeimmallakin päätiellä kuitenkin AL4a- ja K4-valaistusluokan valaistusta. [4, s. 21]

Kokoojakadut ovat pääkatuja pienempiä katuja ja ne jaetaan kahteen osaan: Alueellisiin ja paikallisiin kokoojakatuihin. Alueelliset kokoojakadut yhdistävät kaupungin osa-alueiden ja pääkatujen välistä liikennettä ja paikalliset kokoojakadut taas ohjaavat kaupunginosien liikennettä alueellisille kokoojakaduille [5, s. 3]. Molemmissa autojen ajokaista ja kevyen liikenteen väylä on usein erotettu toisistaan. Kokoojakaduilla ei vaadita yhtä korkeita valaistusluokkia kuin pääkaduilla: keskustassa AL3- ja K4-luokkia ja muilla alueilla AL4a-, AL4b- ja K6-valaistusluokkia, riippuen kadun poikkileikkauksesta. [4, s. 21]

Tonttikadut ovat taajaman pieniliikenteisimpiä katuja ja ne liittyvät tonteille saapuvan ja tonteilta lähtevän liikenteen paikallisiin kokoojakatuihin. Kevyttä liikennettä ei liikenteen vähyyden vuoksi useinkaan eroteta autoliikenteestä, mutta tehdas- ja kerrostaloalueilla tämä saattaa olla tarpeen [5]. Tonttikaduilla vaaditaan kaikista katuluokista pienimpiä valaistusluokkia: Keskustassa AL4a- ja K6-luokkia ja muilla alueilla AL4b-, AL5- ja K6-valaistusluokkia, riippuen kadun poikkileikkauksesta. Taulukossa 5 on kuvattu eri katuluokkien poikkileikkauksia ja niille vaadittuja valaistusluokkia. [4, s. 21]

Taulukko 5. Katujen valaistusluokat. [4, s. 21]

Toiminnallinen luokka	Poikkileikkaus	Liikenne	Nopeusrajoitus	Liittymät	Valaistusluokka
Pääkadut					AL2+K2
Keskustassa		M+E(Pp+Jk)	50	Taso	AL2+K2
					AL1+K1
Muilla alueilla		M+E(Pp+Jk)	80 60	Eritaso Taso	AL2+K2 AL3+K4
		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL4a+K4
Kokoojakadut		M+E(Pp+Jk)			AL3+K4
Keskustassa		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL3+K4
Muilla alueilla		M+E(Pp+Jk)	60	Taso	AL4a+K6
		M+Pp+Ejk	50		AL4b+K6
Tonttikadut		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL4a+K4
Keskustassa					
Muilla alueilla		M+Pp+Ejk	40	Taso	AL4b+K6
		M+Pp+Jk	30		AL5

M=moottorijoneuvoliikenne

Jk=jalankulkuliikenne

Pp=polkupyöriäliikenne

E=erillinen liikenne

2.2 Valaistusverkon komponentit

Jotta voidaan varmistua, että katuvalaistus täyttää sille asetetut tavoitteet, on sen komponenttien täytettävä tietyt vaatimukset. Katuvalaistuksessa Käytettävien sähkölaitteiden tulee olla CE-merkinnällä varustettuja ja standardisarjan SFS 6000 vaatimusten mukaisia. Vaatimusten täytyminen osoitetaan valmistajan vaatimustenmukaisuusvakuuksella ja siihen liittyvillä teknisillä asiakirjoilla. [8, s. 104]

Valaistuksen ohjauskeskukset

Valaistuksen ohjauskeskukset ovat sähkökeskuksia, jotka syöttävät valaistusryhmiä. Ne sisältävät valaistuksen ohjauslaitteet, etäluettavan sähkömittarin, ryhmien syöttökaapeleiden liitännät, niiden sulakkeet ja pääkytkimen. Keskukset on asennettu pylvääseen tai yhtenäiseen metallilevystä tai lasikuidusta tehtyyn jakokaappiin. Jakokaapin sisälle asennetun valaistuksen ohjauskeskuksen tulee olla vähintään IP34 kotelointiluokan mukainen ja sen sisältämät kojeet ja laitteet täytyy koteloida. Koteloiden tulee olla tehty sinkitystä ja maalatusta teräslevystä, muovista tai silumiinista. [8, s. 107-08]

Kaapelointi

Valaistuksen johtoverkko jaetaan liittymis-, pää-, ryhmä-, valaisin- ja ohjausjohtoihin. Liittymisjohto on valaistuskeskuksen ja jakeluverkon liittymispisteen välinen johto. Se on taajamissa usein maakaapelia. Pääjohto tarkoittaa yhtä tai useampaa valaistuksen ohjauskeskusta syöttävää johtoa. Liittymisjohto on jakeluverkon ja ulkovalaistuskeskuksen välinen ilma- tai maakaapeli. Ryhmäjohto syöttää eri valaistusryhmiä ja valaisinjohto on pylvään ja valaisimen välinen johto. Valaisinjohtoon tulee olla 2,5 mm². Ohjausjohto kuljettaa ohjauskäskyjä keskukselta toiseen. [8, s. 105]

Pylvästyypit

Suomessa käytetään puisia ja metallisia valaisinpylväitä. Metallisia pylväitä saa suorina ja olakkeellisina. Ne voivat olla maalattuja tai muuten käsiteltyjä. Pylväiden tulee olla CE-merkittyjä ja niiden taipumiselle on annettu vaatimuksia eri asennuspaikan mukaan. Myös jalustojen lujuudelle ja materiaaleille on asetettu vaatimuksia. [10.]

Valaisintyytit

Pimeään ajan kasvavaa onnettomuusriskiä ehkäistään oikeanlaisella valaistuksella. Katujen liikenneturvallisuuden lisäksi tievalaistus parantaa ajo-olosuhteita myös tunneleissa ja monimutkaisten liikennejärjestelyjen alueilla, joilla olosuhteet ovat poikkeukselliset. Tievalaistuksen vaikutus liikenteen sujuvuuteen riippuu tieosuuden liikenteen määrästä, tien luokasta, tien pituudesta ja sallitusta ajonopeudesta. [8, s. 10]

Valaisimen tulee suunnata valo lampusta ajoradalle ja lähiympäristöön riittävällä hyötysuhteella ja suojata lamppua mm. likaantumisen, sään, pölyn ja ilkivallan aiheuttamalta rasitukselta. Valaisimet voidaan jakaa eri tavoin käyttötarkoituksen, lampputyypin, rakenteen ja asennustavan mukaan. Sopiva valaisintyyppi valitaan valaistusteknillisten vaatimusten ja kustannustehokkuuden mukaan. [9, s. 22-23]

Suomessa ollaan siirtymässä LED-valaisimiin. Ne ovat pienikokoisia ja kevyitä ja niiden lämmöntuotanto on alhainen. LED-valaisimet ovat myös kirkkaita ja helposti säädettäviä ja sopivat useisiin eri käyttötarkoituksiin katuvalaistuksesta monumenttien ja taideteosten valaisemiseen. [4, s. 79]

Lampputyypit

Erilaiset kaasupurkauslamput, kuten suurpainenatriumlamput ovat tievalaistuksen yleisimpiä valonlähteitä, koska niillä on suuri valotehokkuus ja pitkä polttoikä. Nämä ovat lamppujen tärkeimpiä ominaisuuksia valovirran aleneman, valon väri ja suunnattavuuden sekä hinnan lisäksi. Suuri valotehokkuus, pitkä polttoikä ja valovirran vähäinen alenema lisäävät lampun kustannustehokkuutta. Valon väri vaikuttaa ympäristön viihtyisyyteen ja ulkona liikkujien havaitsemiseen. [4, s. 77]

Valonlähteet kehittyvät jatkuvasti ja tiedot ajankohtaiset tiedot niiden ominaisuuksista tulee hankkia valmistajalta. Taulukon 6 avulla voidaan kuitenkin arvioida tievalaistuksessa käytettävien valonlähteiden käyttökelpoisuutta eri ympäristöissä. [4, s.78]

Taulukko 6. Valonlähteiden ominaisuudet [4. s. 78]

Valonlähde	Valo- tehokkuus lm/W	Polttoikä 1000 h	Värintoisto- indeksi R_a	Väriämpötila K
Suurpainenatrium	70-120	12-22	20-65	2000-2200
Monimetalli, keraaminen	80-95	5-12	80-95	3000-4200
Elohopea	40-55	12-16	50-60	3200-4200
Loistelamppu	60-100	11-40	80-90	2700-4000
Pistokantaloistelamppu	60-80	8-12	80-90	2700-4000
Induktiolamppu	60-80	60	80	2700-4000
LED	Useita tyyppiä, värejä ja arvoja			

K	Valon väri
3000	lämmin valkoinen
4000	valkoinen
5000	päivänvalo

R_a	Värintoisto
> 90	erittäin hyvä
80-60	hyvä
0	olematon

2.2.1 Ohjaustavat

Ohjaustavalla voidaan helpottaa valaistuksen käyttöä eri käyttötarkoituksissa. Yleisiä ohjaustapoja ovat paikallisohjaus, ketjuttaminen ja langaton ohjaus. Paikallisohjauksessa voidaan ohjata valaistusryhmää hämäräkytkimen, astrokellon tai vain kytkimen avulla. Paikallisohjaus sopii pienille valaistuille alueille. Ketjutus tarkoittaa keskukselta toiselle kulkevan syttymis- ja sammumiskäskyn lähettämistä ohjauskaapelin avulla. Ketjuttaminen on yksinkertaista ja halpaa, mutta kuitenkin altis vikautumaan: Keskuksen vikaantuessa ohjauskäskyt eivät enää kulje sen takana oleville keskuksille. Langaton ohjaus tarkoittaa esimerkiksi GSM-verkossa lähetettäviä ohjauskäskyjä keskusjärjestelmältä ohjauslaitteistoon. Langattomalla ohjauksella valaistusta kyetään myös himmentämään.

3 Katuvalaistuksen nykytilan kartoittaminen

3.1 Valaistusryhmien kartoittaminen

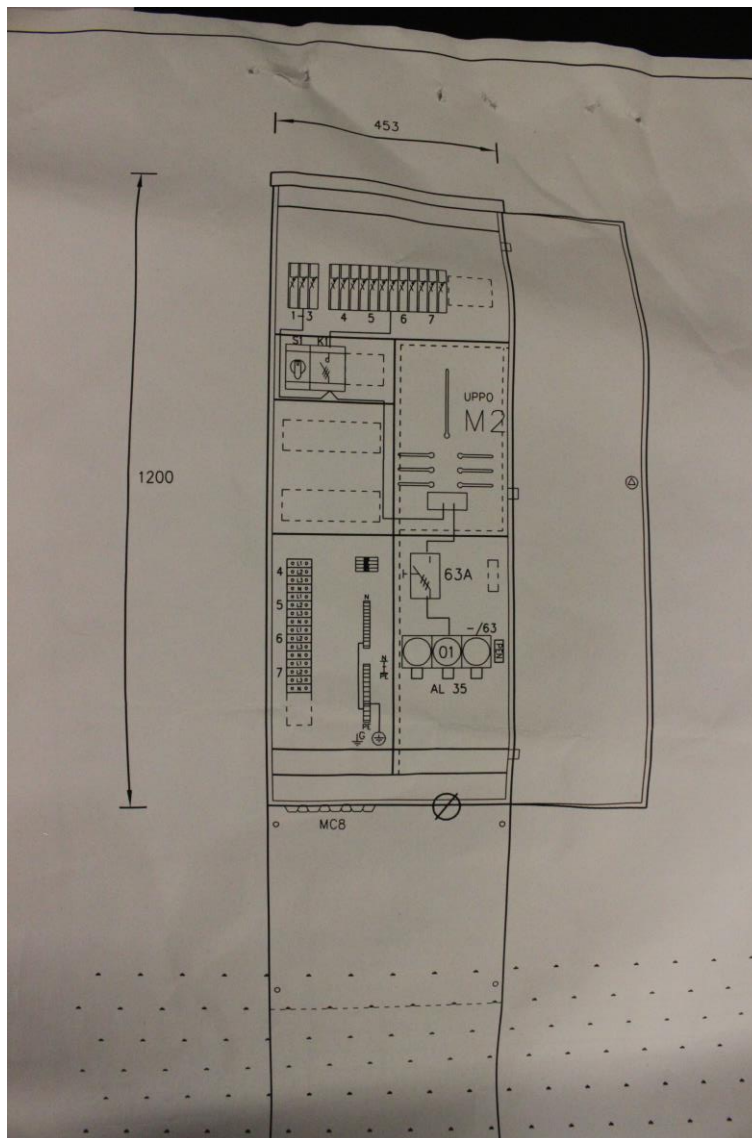
Aloitin valaistuksen nykytilan selvittämisen kartoittamalla kaupungin valaistusryhmät. Hangon kantakaupungissa on 50 valaistusryhmää, joiden rajat ovat vaihtuneet vuosien varrella. Kartoitusta varten sain taulukon 7 mukaisen luettelon käyttöpaikkojen nimistä ja numeroista. Paikansin käyttöpaikat nimien perusteella käyttäen paikallistietouttani. Ajan saatossa tapahtuneita rajojen muutoksia ei ole dokumentoitu, joten kartoitus täytyi tehdä kääntämällä ryhmä kerrallaan päälle. Katuvalojen syttymisen jälkeen kiersin ryhmän autolla ja merkitsin sen rajat karttaan.

Taulukko 7. Hangon kaupungin käyttöpaikkoja pääsulakekokoineen.

Katuvalaistus			
Käyttöpaikka	Käyttöpaikka-numero	Mittari-numero	Yösiirto A
Aarrenlämpö Gentofteg.6	6841891	604412772	50
Alavesisäiliö	6841820	604412833	35
Ankargatan	6841510	604412031	50
Belysta spåret	6841840	604414288	35
Bryggaregatan Ljungst.-Granst.	6841845	604411980	50
Centralskolan	6841886	604412888	50
Folkparken	6841577	604412895	50
Genvägen(Gengatan)	6841595	604420241	50
Granit	6841619	604420777	63
Haga park vid Espl.	6892898	604415308	50
Halmstadsgatan	6841766	604411973	35
Hangö färg Mittemot Jankas	6841779	604420890	35
Hangöby (Skogsnäsvägen)	6841801	604412048	63

Keskukset

Valaistusr ryhmien keskukset ovat kuvan 2 mukaisia, Hienoteräs Oy:n valmistamia, Carunan puistomuuntamoiden yhteyteen rakennettuja, sähkökeskuksia. Keskuksissa on kyt-
kin valaistuksen kääntämiseksi päälle, pois tai automaatile, jolloin hämäräkytkin ohjaa
ryhmää. Jokaisessa on Benedikt & Jäger -kontaktori, DIN-kiskolla kolme C10 ja kuusi
C25 ja C32 Chint Groupin johdonsuojakatkaisijaa ja Telventin sähkömittari. Suurim-
massa osassa on 50 A:n sulakkeet, mutta myös 25 A:n, 35 A:n ja 63 A:n sulakekokoja
löytyy.



Kuva 2. Hangon kaupungin valaistuksen ohjauskeskus.

Kaapelointi

Hangon katuvalaistuksen kaapeloinnista tai käytetyistä kaapelityypeistä ei ollut saatavilla dokumentteja. Kun kaupungin oma sähköyhtiö aikanaan myytiin, katosivat piirustukset kaupan mukana, eikä niistä ole pidetty kirjaa. Kaapeleiden piirtäminen kartalle olisi valtava työ, johon tarvittaisiin lisäksi tietoja, joita minulla ei ollut saatavilla. Tässä vaiheessa työtä hylkäsin ajatuksen katuvalaistusverkon täydellisestä dokumentoinnista.

Valaisinpylväät

Hangon kaupunki käyttää sekä puisia, että teräksisiä pylväitä. Puupylväät ovat 8 m korkeita ja teräksiset 6 m, 8 m, ja 10 m korkeita. Puupylväät ovat kaikki samaa tyyppiä. Teräksisiä pylväitä löytyy olake- ja kartiopylväitä, suorina, yksivartisia ja kaksivartisia. Yleisimmiksi pylvästyypeiksi osoittautuivat kuvan 3 mukaiset 8 m:n yksivartiset olakepylväät ja 6 m:n suorat kartiopylväät. Puu- ja teräspylväät on dokumentoitu omilla symboleillaan, mutta niitä ei ole merkitty koordinaatistoon, vaan niiden sijaintitiedot osoittautuivat suuntaa antaviksi. Tämä vei pohjan kaapelimäärien laskemiselta. Myös pylväiden todellinen määrä erosi karttaan merkitystä ja jo muutaman valaistusryhmän todellisen pylväsmäärän selvittämisen jälkeen jouduin toteamaan, ettei dokumentointi olisi aikani puitteissa mahdollista.



Kuva 3. Tyypillinen Hangon kaupungilla käytettävä olakepylväs.

Valaisintyytit

Hangon kaupunki käyttää useita erilaisia valaisintyyppisiä. Valtaosa on vanhoja GE Lightingin tai Philipsin valaisimia, joissa käytetään suurpainenatriumlamppua, mutta myös vanhempia Idmanin valaisimia on runsaasti. Keskustaan on asennettu uudempia LED-valaisimia. Valaisinkantaa uusitaan yksittäin sitä mukaan, kun vanhat menevät rikki tai koko katu kerrallaan. Kaupungin strategiana on vaihtaa Hangon pohjoiseen ja eteläiseen puoliskoon jakavan rautatien eteläpuolinen valaistus kokonaan LED-valaisimiin.



Kuva 4. Hangon kaupungin strategia valaistuksen kehittämiseksi.

Työn alussa aloin kerätä tietokantaa kaupungin käyttämistä valaisimista, mutta valaisinkannan ikä asetti rajoitteita haluamani tiedon saamiseksi. Sisällytin valaisintyyppien kartoittamisen osaksi työni lopputuloksena tekemääni kehityssuunnitelmaan. Lisäsin osan aloittamastani valaisintietokannasta tämän opinnäytetyön liitteisiin (liite 2).

Lampputyytit

Kokosin Hangon kaupungin varastolla olevien varalamppujen perusteella tietokannan kaupungin käyttämistä lampputyypeistä. Tietokanta noudattaa ulkoasultaan valaisintyyppistä aloittamaani tietokantaa, mutta en saanut liitettyä sitä osaksi suurempaa, koko

kaupungin kattavaa valaistuksen tietokantaa. Sisällytin kentälle asennettujen lampputyypin kartoittamisen osaksi työni lopputuloksena tekemääni kehityssuunnitelmaa. Lisäsin osan tekemästani lampputyypin tietokannasta tämän opinnäytetyön liitteisiin (liite 4).

Ohjaustavat

Hangon kaupunki käyttää pääasiallisena valaistuksen ohjaustapana hämäräkytkimellä ohjattavaa ketjutusta. Joidenkin keskusten välillä ohjauskaapelit ovat kuitenkin ajan saatossa vaurioituneet ja osa keskuksista toimii nykyään omilla hämäräkytkimillään paikallisohjauksessa. Jokaiseen keskukseseen on jätetty tilaa esimerkiksi GSM-verkkoa käyttävän ohjausjärjestelmän asentamiseksi tulevaisuudessa.

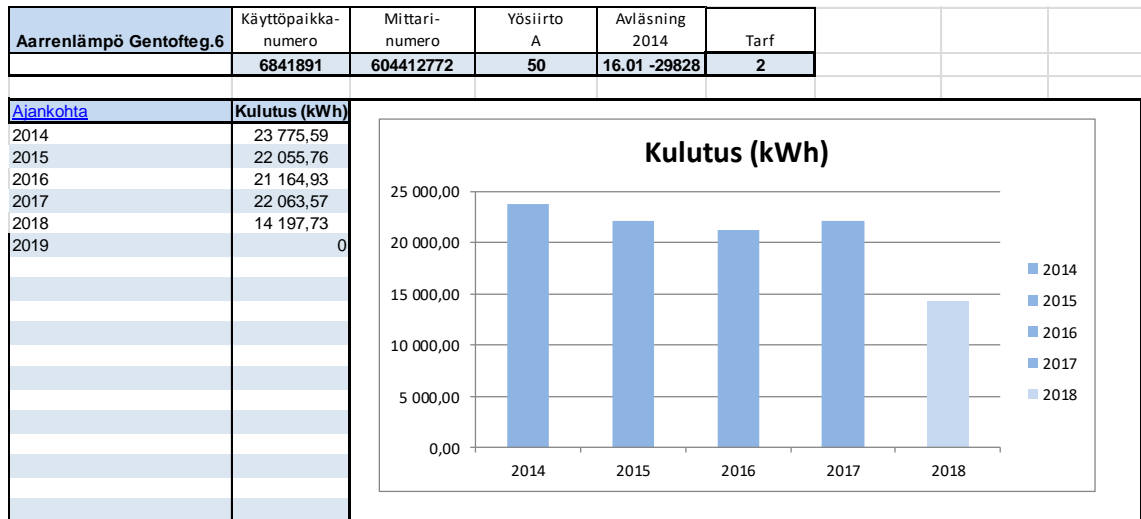
3.2 Keskuksien sulakekokojen uudelleenmitoittaminen

Valaistusryhmiä kartoittaessani törmäsin useaan keskukseseen, jolta ohjattiin ainoastaan muutamaa valaisinta, mutta joiden liittymien koko oli yhtä suuri kuin vastaavissa paljon suurempaa valaisinmäärää ohjaavissa keskuksissa. Päättelin, että kaupunki todennäköisesti maksaa liian suuria perusmaksuja todelliseen tarpeeseensa nähden, ja optimoimalla sulakekoot voitaisiin saavuttaa merkittävä rahallinen säästö.

Tarkkailin ylimitoitetuksi epäilemieni keskusten energiankulutusta Carunan energianseurantapalvelusta. Päädyin siihen tulokseen, että epäilyni olivat aiheellisia ja kerroin Hangon kuntatekniikan johtajalle, että valaistuksen dokumentointi ja sen kehittämisen tarkastelu modernisoinnin kannalta olisi liian suuri työ. Esitin sen sijaan, että valaistuksen ohjauskeskusten pääsulakekokojen optimointi toisi välittömästi merkittävää rahallista säästöä kaupungille. Tämä osa-alue päätettiin ottaa kehityssuunnitelmani pääpainoksi.

Keskuksien energiankulutuksen tarkastelu

Tarkastelin keskusten energiankulutusta ja valitsin sen pohjalta keskuksia, joissa epäilin olevan tarvetta pääsulakekokojen optimoinnille. Valitsin keskuksia määrittämällä korkeimman energiankulutuksen omaavat käyttöpaikat kullekin käytössä olevalle sulakekoolle ja päätin mitata kaikkien keskusten vaiheiden virrat, joiden kulutus vuodessa oli merkittävästi pienempi, kuin kovimman kulutuksen omaavilla käyttöpaikoilla. Valikoin listalle pääasiassa kuvan 5 kaltaisia selkeästi ylimitoitettuja keskuksia.



Kuva 5. Mitattavaksi valitun käyttöpaikan vuosittainen energiankulutus.

Vaihevirtojen mittaaminen

50 keskuksessa 30 valittiin mitattaviksi. Kunkin keskuksen vaiheiden virrat mitattiin ensin käynnistettäessä ja noin minuutti käynnistämisen jälkeen, jolloin saatiin tarkkaa tietoa käynnistettäessä tulevasta virtapiikistä ja ajasta, jossa se tasaantuu. Mittausten edetessä todelliset virrat osoittautuivat vielä pienemmiksi, kuin oli arvioitu, ja päätin mitata kaikkien keskusten virrat samalla menetelmällä.

Mukanani mittaamassa oli kaupungin urakoitsijan edustaja, joka tulisi suorittamaan sulakkeiden vaihdon ja jonka mittausvälineitä käytimme. Toimenpidesuunnitelmaan tekemäni ehdotukset sulakekokojen laskemiseksi tehtiin rajatapauksissa hänen kokemuksensa pohjalta. Urakoitsijan edustaja ehdotti myös, että osa valaistusryhmistä kannattaisi tulevaisuudessa yhdistää ja siihen asti voisi olla kannattavaa laskea käyttöpaikoille oikeanlainen sähkönsiirtotuote. Paikoin energiankulutus oli tarpeeksi pientä, että siirtyminen yösiirrosta yleissiirtoon saattaisi olla kannattavaa. Lisäsin nämä ehdotukset osaksi työni lopputuloksena tekemääni kehityssuunnitelmaa. Mittaustulokset löytyvät tämän opinnäytetyön liitteistä (liite 2).

4 Katuvalaistuksen kehittämismahdollisuudet

Laadin saamani tiedon pohjalta toimintasuunnitelman katuvalaistuksen kehittämiseksi. Koska saisin itse toteuttaa sen, aikataulutin toimenpiteet järjestyksessä, jossa ne olisi itselleni vaivattomin ja mielestäni järkevin toteuttaa. Päätin jakaa toimenpiteet kolmeen luokkaan vaadittavan ajallisen ja rahallisen investoinnin ja niistä saatavien hyötyjen mukaan.

Sulakekokojen optimoinnin ja sopivan sähkönjakelutuotteen etsimisen katsoin olevan helpoimpia ja halvimpia tapoja saada säästöjä, jotka voitaisiin ohjata seuraavien toimenpiteiden toteuttamiseen. Näiden toimenpiteiden jälkeen katsoin helpoimmaksi toimenpiteeksi pienimpien katuvalopiirien yhdistäminen, ja käyttämättömiksi jäävien liittymien sulkemisen. Katuvalaistuksen saneeraus ei kuitenkaan toteutuisi välittömästi, joten en laittanut sitä listan kärkeen. Yhtä tärkeäksi katuvalopiirien yhdistämisen kanssa koin katuvalaistuksen kunnollisen dokumentoinnin. Dokumentointi olisi tärkeää valaistuksen siirtämiseksi verkkotietopalveluun. Laskin dokumentoinnin kestävän pitkään ja siirsin siksi verkkotietopalvelun hankkimisen tulevaisuuteen.

Langattoman ohjausjärjestelmän hankkimiseksi tulisi budjetoida rahaa, joten se ei ainaakaan täksi vuodeksi onnistuisi. Nykyinen ohjausjärjestelmä toimii ja siitä perillä olevat työntekijät ovat suhteellisen nuoria, joten en katsonut sitä kiireelliseksi. Sijoitin sen toimintasuunnitelman viimeiseksi, koska sen hankkiminen ei tuottaisi välitöntä rahallista hyötyä, mutta tulevaisuudessa se tulisi tarpeeseen ohjauskaapelien vanhetessa.

4.1 Välittömät toimenpiteet

Valaistuskeskusten sulakekokojen optimointi

Useista keskuksista maksetaan tällä hetkellä liian suuria liittymien perusmaksuja todelliseen tarpeeseen nähden. Optimoimalla sulakekoot voidaan säästää merkittävästi rahaa ja ohjata se valaistuksen kehittämiseen.

Sopivan sähkönjakelutuotteen löytämien

Osa keskuksista käyttää vain pieniä määriä sähköä. Joidenkin keskusten kohdalla olisi syytä tarkastella siirtymistä yösiirrosta yleissiirtoon. Oikealla sähkönjakelutuotteella voidaan säästää lisää rahaa, jota käyttää valaistuksen kehittämiseen.

4.2 Lyhyen aikavälin toimenpiteet

Katuvalopiirien yhdistäminen

Jotkin katuvalopiirit ovat hyvin pieniä. Piirejä yhdistämällä voidaan osa liittymistä sulkea. Laskutettavien liittymien vähentyessä katuvalaistuksen kokonaiskustannukset laskevat.

Katuvalaistuksen dokumentointi

Katuvalaistuksesta tehty dokumentointi on tällä hetkellä puutteellinen. Hyvä dokumentointi helpottaa tulevien töiden suunnittelua, budjetointia ja uusien työntekijöiden perehdyttämistä työhön. Dokumentointi tulisi tehdä numeroimalla keskuksia maastossa ja sijoittamalla ne koordinaatistoon. Lisäksi jokaisen pylvään, valaisimen ja lampputyypin malli ja asennuspäivä tulisi dokumentoida huoltovälien laskemiseksi ja budjetoimiseksi. Kaapelointi tulisi myös piirtää kartalle

4.3 Pidemmän aikavälin toimenpiteet

Valaistuksen siirtäminen verkkotietopalveluun

Dokumentoidun katuvalaistuksen vieminen verkkotietojärjestelmään mahdollistaa vikatilanteiden nopean paikantamisen. Se myös helpottaa töiden ja valaistusverkon kehittämisen suunnittelua.

Langattoman ohjausjärjestelmän hankkiminen

Langaton ohjausjärjestelmä on helpompi säätää. Kaikissa keskuksissa on tilaa ohjauslaitteille. Langaton ohjausjärjestelmä mahdollistaa valaistuksen himmentämisen ja lisää energiatehokkuutta.

5 Johtopäätökset

Kustannustehokkuutta havaittiin pystyttävän parantamaan mitoittamalla uudelleen valaistuksen ohjauskeskusten sulakekoot. Useissa keskuksissa oli hyvin pieni määrä valaisimia liittymän kokoon nähden. Tarve sulakekokojen optimoinnille todettiin katuvalaistusryhmiä kartoittaessa ja tarkkailtaessa keskusten energiankulutusta Carunan energia-seurantapalvelusta. Lopuksi uudelleen mitoituksen tarve varmistettiin mittaamalla jokaisen keskuksen ottamat virrat.

Saatujen mittaustuloksien perusteella pääsulakekoot määriteltiin uudelleen ja laskettiin saatavat rahalliset säästöt kuukausi- ja vuositasolla. Arvioni sulakekokojen optimoinnista osoittautuivat oikeiksi ja toimeksiantajani oli hyvillään nähdessään helpon tavan säästää kunnan rahaa ilman suurta investointia ja takaisinmaksuaikaa. Minut palkattiin Hangon kaupungille pitkään toivomaani työtehtävään, sillä edellytyksellä, että käyttäisin yhden työpäivän viikossa toteuttaakseni laatimani suunnitelman kaupungin katuvalaistuksen kehittämiseksi.

Valaistuksen ohjauskeskusten pienien virtojen vuoksi lisäsin toimenpidesuunnitelmaan ehdotuksen oikeanlaisen sähkönsiirtotuotteen etsimisestä. Valaistuksen dokumentoiminen veisi paljon aikaa, mutta se olisi välttämätöntä valaistuksen saattamiseksi verkkotietopalveluun. Vanha ohjausjärjestelmä, joten langaton ohjausjärjestelmä ei olisi vielä välttämätön, mutta tulevaisuudessa osa valaistuksen modernisointia.

Työn ohessa pääsin verkostoitumaan hyvin kaupungin eri alojen työntekijöiden kanssa ja opin paljon valaistusteknisistä asioista, aikataulutuksesta, kokonaisuuksien hallinnasta ja itsenäisesti sekä parin kanssa työskentelystä. Olin iloinen, että sain tehdä opin- näytetyön aiheesta, joka toteutetaan ja tulee suoraan tarpeeseen.

Lähteet

- 1 Ulkovalaistuksen tarveselvitys Suunnitelmaselostus. 2002. Verkkoaineisto. Suomen kuntaliitto. <<http://wwwold.kuntaliitto.fi/yhdysk/ulkovalaistusUUSI.PDF>>. Luettu 30.11.2018.
- 2 Suomen ympäristö 4/2016. Turvallinen kaupunki. Verkkoaineisto. Aino Hirvola. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75153/SY_4_2016.pdf> Luettu 2.12.2018.
- 3 Yle uutiset 28.9.2018. Valaistus. Verkkoaineisto. Minna Matintupa. <<https://yle.fi/uutiset/3-10425443>> Luettu 2.12.2018.
- 4 Tievalaistuksen suunnittelu. Suunnitteluvaiheen ohjaus. 2006. Verkkoaineisto Tiehallinto. <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf> Luettu 10.12.2018.
- 5 Katutilan mitoitus. 05/2014. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/katutila_mitoitus.pdf> Luettu 10.12.2018.
- 6 Tien valaisimien laatuvaatimukset. 17.10.2012. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/ohje_2012_tien_valaisimien_laatuvaatimukset_web.pdf> Luettu 12.12.2018.
- 7 Tien valaisinylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset 11.10.2010. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121681/lo_2010-14_978-952-255-559-5.pdf> Luettu 12.12.2018.
- 8 Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu 13.5.2015. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf> Luettu 13.12.2018.
- 9 Ulkovalaistuksen tarveselvitys. 2002. Verkkoaineisto. Kuntaliitto. <shop.kuntaliitto.fi/download.php?filename=uploads/p040209144133W.pdf> Luettu 10.1.2019.

Liite 1. Hangon katuvalaistuksen kehittämissuunnitelma

Hangon katuvalaistuksen kehittämissuunnitelma

1. Välittömästi suoritettavat toimenpiteet

Valaistuksenohjauskeskusten sulakekokojen optimointi
Useista keskuksista maksetaan tällä hetkellä liian suuria liittymien perusmaksuja todelliseen tarpeeseen nähden. Optimoimalla sulakekoot voidaan säästää merkittävästi rahaa ja ohjata se valaistuksen kehittämiseen.

Sopivan sähkönjakelutuotteen löytäminen
Osa keskuksista käyttää vain pieniä määriä sähköä. Joidenkin keskusten kohdalla olisi syytä tarkastella siirtymistä yösiirrosta yleissiirtoon. Oikealla sähkönjakelutuotteella voidaan säästää lisää rahaa, jota käyttää valaistuksen kehittämiseen.

2. Lyhyellä aikavälillä suoritettavat toimenpiteet

Katuvalopiirien yhdistäminen
Jotkin katuvalopiirit ovat hyvin pieniä. Piirejä yhdistämällä voidaan osa liittymistä sulkea. Laskutettavien liittymien vähentyessä katuvalaistuksen kokonaiskustannukset laskevat.

Katuvalaistuksen dokumentointi

- Keskusten numerointi ja sijoittaminen koordinaatistoon
- Valaisinpylväiden sijoittaminen koordinaatistoon
- Valaisin- ja lampputyypin dokumentointi
- Kaapeloinnin piirtäminen kartalle

Katuvalaistuksesta tehty dokumentointi on tällä hetkellä puutteellinen. Hyvä dokumentointi helpottaa tulevien töiden suunnittelua, budjetointia ja uusien työntekijöiden perehdyttämistä työhön.

3. Pidemmällä aikavälillä suoritettavat toimenpiteet

Valaistuksen siirtäminen verkkotietopalveluun
Dokumentoidun katuvalaistuksen vieminen verkkotietojärjestelmään mahdollistaa vikatilanteiden nopean paikantamisen. Se myös helpottaa töiden ja valaistusverkon kehittämisen suunnittelua.

Langattoman ohjausjärjestelmän hankkiminen
Langaton ohjausjärjestelmä on helpompi säätää. Kaikissa keskuksissa on tilaa ohjauslaitteille. Langaton ohjausjärjestelmä mahdollistaa valaistuksen himmentämisen ja lisää energiatehokkuutta.

Liite 2. Mittaukset

Katuvalaistus		Mittaustulokset käyttöpaikoittain 1					
Käyttöpaikka	Käyttöpaikka-numero	Nykytilanne: Yösiirto (A)	Mittaukset	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Optimoinnin jälkeen: Yösiirto (A)
Aarrenlämpö Gentoftg.6	6841891	50	M1	6,8	6,6	5,2	16
			M2	6,7	6,6	5,2	
Alavesisäiliö	6841820	35	M1	14,3	12,9	13,6	16
			M2	14,4	12,9	12,6	
Ankargatan	6841510	50	M1	8,8	8	9	16
			M2	9,6	8,3	9	
Belysta spåret	6841840	35	M1	11	11,8	5,5	16
			M2	9,7	11,7	6,3	
Bryggaregatan Ljungst.-Granst.	6841845	50	M1	20,9	12	9,6	25
			M2	20	12,1	9,3	
Centralskolan	6841886	50	M1	11,9	3,7	10,9	16
			M2	11,5	3,6	10	
Folkparken	6841577	50	M1	28	30	17,9	25
			M2	20	21	13,1	
Genvägen(Gengatan)	6841595	50	M1	23,6	40	17,1	35
			M2	22	32	13	
			M3	15	23,5	9,3	
Granit	6841619	63	M1	6,3	7,7	9,4	16
Haga park	6892898	50	M1	5,2	6,7	4,3	16
Halmstadsgatan	6841766	35	M1	8,2	5	4,5	16
			M2	8,4	4,9	4,5	
Hangö färg Mittemot Jankas	6841779	35	M1	0,2	1,7	0,3	16
			M2	0,04	1,8	0,05	
Hangöby (Skogsnäsvägen)	6841801	63	M1	18,4	22,3	18	25
			M2	18,2	21,5	17,5	
Hangöbyskolan	6841789	25	M1	2,2	1,8	1,1	16
			M2				
Helo	6841483	35	M1	7,1	21,8	8,4	25
			M2	7	21,5	8,4	
Hälsocentralen 2	6841888	50	M1	14,4	27,9	9,4	35
			M2	15,2	28,4	9,4	
Kapellhamnen	6841485	50	M1	11,7	30	17,4	35
			M2	11,9	26,5	17,5	
Kaptensgatan	6841836	35	M1	13,8	11,8	12,2	16
			M2	11,3	12	12	
Kexen	6841761	50	M1	17,9	10	6,5	25
			M2	16,6	10,1	6,3	

Katuväläistus	Mittaustulokset käyttöpaikoittain 2						
Käyttöpaikka	Käyttöpaikka-numero	Nykytilanne: Yösiirto (A)	Mittaukset	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Optimoinnin jälkeen: Yösiirto (A)
Knipvägen	6841558	35	M1	4,1	3,6	2,8	16
			M2	3,8	3,5	2,6	
Koristevienti	6841752	25	M1	6,5	12,7	10,5	16
			M2	6,3	12,4	10,2	
Korpis ängar	6841895	35	M1	10,6	8,1	12,7	16
			M2	10,5	7,8	11,7	
Ljungbo	6841826	50	M1	17,1	10,1	14	25
			M2	16	9,9	13,7	
Lokföraregatan	6841819	50	M1	6,1	5,1	6,8	16
			M2	6,4	5,8	7	
Lotsgatan	6841503	50	M1	14,6	11	7,4	16
			M2	14,8	11	7,9	
Movägen	6841547	50	M1	39	23	30,3	35
			M2	23,4	15,5	19,4	
Märsgatan	6841795	35	M1	7,9	0,7	4,8	16
			M2	5,4	0,8	4,6	
Mästaregatan	6841655	25	M1	14	12,2	17,5	25
			M2	14,5	12,3	17,1	
Narviksgatan	6841897	50	M1	24,1	19,4	17,6	25
			M2	24,3	19,7	17,5	
Parkdammen	6841535	50	M1	11,7	5,7	12,7	16
			M2	11,5	7,1	11,9	
Parkgatan	6841512	50	M1	23	9,9	28,3	25
			M2	22	7	20	
			M3	14,5	6,9	19,6	
Pillret Gentoteg.-Nykärrsg.	6841896	35	M1	11,2	11,3	12,7	16
			M2	11,7	11,5	12,8	
Prästögatan	6841889	50	M1	12,5	11,6	9,7	16
			M2	12,3	10,3	10,1	
Skepparegatan	6841797	50	M1	9,8	14,3	9,2	16
			M2	9,8	13	9,2	
Snickaregatan	6841769	50	M1	6,2	2,9	4,2	16
			M2	4,6	2,9	4,1	
Solgården	6841452	35	M1	3,1	3,4	1,4	16
Stadsrån	6841583	50	M1	12,6	24	28,3	35
			M2	12,4	23	26,2	
Storcken	6841575	50	M1	26,9	10	42	35
			M2	23,2	9,4	33	

Katuvalaistus	Mittaustulokset käyttöpaikoittain 3						
Käyttöpaikka	Käyttöpaikka-numero	Nykytilanne: Yösiirto (A)	Mittaukset	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Optimoinnin jälkeen: Yösiirto (A)
Strandgatan	6841609	63	M1	21,8	36,1	39	35
			M2	19,2	32,5	32,5	
			M3	12,7	26,2	25,1	
Svetsaregatan	6841723	50	M1	18,7	22	30,9	35
			M2	19	22	29	
Tegelbruket	6841884	63	M1	11	14,7	13,2	16
			M2	11,2	14,6	13,3	
Trållhamnen(Fort.Arcturusvägen)	6841777	50	M1	30,2	26,4	31,9	35
			M2	30,6	26,5	17,5	
Tulluddsvägen	6841476	63	M1	43	47,7	31,1	50
			M2	35	38,5	26	
			M3	34,3	37,5	25	
Täktomvägen	6841422	50	M1	20,6	17,9	28,5	35
			M2	20,7	20	27,2	
Urskogsgatan	6841494	50	M1	13,3	13,6	10,7	16
			M2	13,9	14	12	
Viadukten	6841601	63	M1	20,3	15	14,7	16
			M2	14,9	12,4	12,7	
Östergårdsgatan	6841848	50	M1	20,3	15	14,7	25
			M2	14,9	12,4	12,7	
Östra ind.område	6841636	35	M1	11,1	2,9	6,7	16
			M2	11,1	2,9	6,7	
Linjegatan Gatubelysning	6261654	63	M1	12,8	23	12,4	25
			M2	13,1	22,6	12	

Liite 3. Valaisimet

Tievalaisin Lunalys - HPS 150/100 LL VC - GE Lighting



Sähkönumero	45 091 01
Yleisnimi ja tuotesarja	Tievalaisin Lunalys
Tekninen nimi	HPS 150/100 LL VC
Pitkä tuotenimi	Lunalys kaksitehokuristimella 150/100W kupera etulasi
GTIN-koodi	6410045091019
Toimittajan tuotekoodi	229024
Toimittaja / Tuotemerkki	ABB Industrial Solutions (Finland) Oy / GE Lighting
Tuoteryhmä	45 Ulkovalaisimet
ETIM-luokka	
Tekniset tiedot (ETIM)	
Lampputeho (W)	150
Lamppujen lukumäärä	1
Lampunpidin	E40
Lamppuperhe	Lucalox XO
Valonlähteen tyyppi	suurpainenatrium
Nimellisjännitealue (V)	220 - 240
Jännitetyyppi	AC
Tehokerroin	0,9
Kaapelin paksuus (mm ²)	3 x 2,5
Kuristin	kaksitehokuristin
Sytytin	
Kotelointiluokka	IP54
Iskunkestävyysluokka	IK08
Suojausluokka	I
Pylvässovitteen halkaisija	48 - 60
Korkeus (mm)	222
Kokonaispituus (mm)	674
Halkaisija (mm)	300

Tievalaisin MALAGA - SGS102 SON-T100W II MR-AS SKD - Philips



Sähkönumero	45 503 33
Yleisnimi ja tuotesarja	Tievalaisin MALAGA
Tekninen nimi	SGS102 SON-T100W II MR-AS SKD
Pitkä tuotenimi	TIEVALAISIN SGS102 SON-T100W II MR-AS SKD 42 60
GTIN-koodi	8727900634624
Toimittajan tuotekoodi	910925813312
Toimittaja / Tuotemerkki	Philips Lighting Finland Oy / Philips
Tuoteryhmä	45 Ulkovalaisimet
ETIM-luokka	EC000062
Tekniset tiedot (ETIM)	
Lampputeho (W)	250
Lamppujen lukumäärä	1
Lampunpidin	E40
Lamppuperhe	SON-T
Valonlähteen tyyppi	suurpainenatrium
Nimellisjännitealue (V)	230 - 240
Kuristin	
Sytytin	
Malli	
Lampun muoto	
Kokonaispituus (mm)	
Halkaisija (mm)	
Polttoasento	

Liite 4. Lampputyypit

Suurpainenatriumlamppu Lucalox XO - LU70/90/XO/T/27 - GE Lighting



Sähkönumero	48 854 07
Yleisnimi ja tuotesarja	Suurpainenatriumlamppu Lucalox XO
Tekninen nimi	LU70/XO/T/E27
Pitkä tuotenimi	Suurpainenatriumlamppu , 70W, 2100K, kirkas putki, E27, 40000h
GTIN-koodi	20043168933753
Toimittajan tuotekoodi	993375
Toimittaja / Tuotemerkki	Tungfram Operations Kft. / GE Lighting
Tuoteryhmä	48 Purkauslamput
ETIM-luokka	EC000821
Tekniset tiedot (ETIM)	
Lampputeho (W)	70
Lamppujännite (V)	90
Kanta	E27
Nimellinen valovirta (lm)	6600
Valotehokkuus (lm/W)	91
Keskimääräinen nimellispolttokä (h)	40000
Painotettu energiankulutus / 1000h (kWh)	81
Värintoistoindeksi (Ra)	25
Värilämpötila (K)	2100
Malli	Kirkas
Lampun muoto	Putki, yksikantainen
Kokonaispituus (mm)	156
Halkaisija (mm)	39
Polttoasento	U, vapaa polttoasento

Lisätietoja: Energiatohokkuusluokka A+, vaatii ulkoisen kuristimen, himmennettävä

Monimetallilamppu MASTER CityWhite - CDO-ET Plus 70W/828 E27 - Philips



Sähkönumero	48 200 26
Yleisnimi ja tuotesarja	Monimetallilamppu MASTER CityWhite
Tekninen nimi	CDO-ET Plus 70W/828 E27
Pitkä tuotenimi	MASTER CityWh CDO-ET Plus 70W/828 E27
GTIN-koodi	8718291158752
Toimittajan tuotekoodi	928154708835
Toimittaja / Tuotemerkki	Philips Lighting Finland Oy / Philips
Tuoteryhmä	48 Purkauslamput
ETIM-luokka	EC000037
Tekniset tiedot (ETIM)	
Lampputeho (W)	72
Lamppujännite (V)	80 - 96
Kanta	E27
Nimellinen valovirta (lm)	7050
Valotehokkuus (lm/W)	100
Keskimääräinen nimellispolttoikä (h)	27000
Painotettu energiankulutus / 1000h (kWh)	79
Värintoistoindeksi (Ra)	80 - 89
Väriämpötila (K)	2900
Malli	himmeä
Lampun muoto	ellipsoidi
Kokonaispituus (mm)	156
Halkaisija (mm)	71
Polttoasento	U, vapaa polttoasento

Lisätietoja: Energiatehokkuusluokka A+, vaatii ulkoisen syyttimen ja kuristimen, suljettuihin valaisimiin, himmennettävä

Suurpainenatriumlamppu MASTER SON(-T) PIA -
SON-T PIA Plus 70W E27 - Philips



Sähkönumero	48 255 02
Yleisnimi ja tuotesarja	Suurpainenatriumlamppu MASTER SON(-T) PIA
Tekninen nimi	SON-T PIA Plus 70W E27
Pitkä tuotenimi	MASTER SON-T PIA Plus 70W/220 E27 1SL/12
GTIN-koodi	8711500192660
Toimittajan tuotekoodi	928152700028
Toimittaja / Tuotemerkki	Philips Lighting Finland Oy / Philips
Tuoteryhmä	48 Purkauslamput
ETIM-luokka	EC000821
Tekniset tiedot (ETIM)	
Lampputeho (W)	73
Lamppujännite (V)	90
Kanta	E27
Nimellinen valovirta (lm)	6600
Valotehokkuus (lm/W)	91
Keskimääräinen nimellispolttoikä (h)	30000
Painotettu energiankulutus / 1000h (kWh)	80
Värintoistoindeksi (Ra)	20 - 39
Väriämpötila (K)	2000
Malli	Kirkas
Lampun muoto	Putki, yksipäättyinen
Kokonaispituus (mm)	152
Halkaisija (mm)	35
Polttoasento	U, vapaa polttoasento

Lisätietoja: Energiatehokkuusluokka A+, vaatii ulkoisen
syttytimen ja kuristimen, himmennettävä

Liite 5. Säästölaskelmat

Katuvalaistus	Sulakekokojen optimoinnista saatavat säästöt					
Käyttöpaikka	Käyttöpaikka-numero	Nykytilanne: Yösiirto (A)	Optimoinnin jälkeen: Yösiirto (A)	Perusmaksut nykytilanne (€/kk)	Perusmaksut optimoinnin jälkeen (€/kk)	Säästöt (€/kk)
Aarrenlämpö Gentofteg.6	6841891	50	16	97,5	24,8	72,7
Alavesisäiliö	6841820	35	16	58,7	24,8	33,9
Ankargatan	6841510	50	16	97,5	24,8	72,7
Belysta spåret	6841840	35	16	58,7	24,8	33,9
Bryggaregatan Ljungst.-Granst.	6841845	50	25	97,5	31,55	65,95
Centralskolan	6841886	50	16	97,5	24,8	72,7
Folkparken	6841577	50	25	97,5	31,55	65,95
Genvägen(Gengatan)	6841595	50	35	97,5	58,7	38,8
Granit	6841619	63	16	153	24,8	128,2
Haga park	6892898	50	16	97,5	24,8	72,7
Halmstadsgatan	6841766	35	16	58,7	24,8	33,9
Hangö färg Mittemot Jankas	6841779	35	16	58,7	24,8	33,9
Hangöby (Skogsnäsvägen)	6841801	63	25	153	31,55	121,45
Hangöbyskolan	6841789	25	16	31,55	24,8	6,75
Helo	6841483	35	25	58,7	31,55	27,15
Hälsocentralen 2	6841888	50	25	97,5	31,55	65,95
Kapellhamnen	6841485	50	25	97,5	31,55	65,95
Kaptensgatan	6841836	35	16	58,7	24,8	33,9
Kexen	6841761	50	25	97,5	31,55	65,95
Knipvägen	6841558	35	16	58,7	24,8	33,9
Koristevienti	6841752	25	16	31,55	24,8	6,75
Korpi ängar	6841895	35	16	58,7	24,8	33,9
Ljungbo	6841826	50	25	97,5	31,55	65,95
Lokföraregatan	6841819	50	16	97,5	24,8	72,7
Lotsgatan	6841503	50	16	97,5	24,8	72,7
Movägen	6841547	50	35	97,5	58,7	38,8
Märsgatan	6841795	35	16	58,7	24,8	33,9
Mästaregatan	6841655	25	25	31,55	31,55	0
Narviksgatan	6841897	50	25	97,5	31,55	65,95
Parkdammen	6841535	50	16	97,5	24,8	72,7
Parkgatan	6841512	50	25	97,5	31,55	65,95
Pillret Gentoteg.-Nykärrsg.	6841896	35	16	58,7	24,8	33,9
Prästögatan	6841889	50	16	97,5	24,8	72,7
Skepparegatan	6841797	50	16	97,5	24,8	72,7
Snickaregatan	6841769	50	16	97,5	24,8	72,7
Solgården	6841452	35	16	58,7	24,8	33,9
Stadsrån	6841583	50	35	97,5	58,7	38,8
Storke	6841575	50	35	97,5	58,7	38,8
Strandgatan	6841609	63	35	153	58,7	94,3
Svetsaregatan	6841723	50	35	97,5	58,7	38,8
Tegelbruket	6841884	63	16	153	24,8	128,2
Trälhamnen(Fort.Arcturusvägen)	6841777	50	35	97,5	58,7	38,8
Tulluddsvägen	6841476	63	50	153	97,5	55,5
Täktomvägen	6841422	50	35	97,5	58,7	38,8
Urskogsgatan	6841494	50	16	97,5	24,8	72,7
Viadukten	6841601	63	16	153	24,8	128,2
Östergårdsgatan	6841848	50	16	97,5	24,8	72,7
Östra ind.område	6841636	35	16	58,7	24,8	33,9
Linjegatan Gatubelysning	6261654	63	25	153	31,55	121,45

	Perusmaksut nykytilanne (€)	Perusmaksut optimoinnin jälkeen (€)	Säästöt (€)
Kuukaudessa	4502,55	1640,1	2862,45
Vuodessa	54030,6	19681,2	34349,4