

## ULKOVALAISTUKSEN HUOLTOSUUNNITELMA

Oulun kaupungin teettämä Huolto-ohjelma sähköjärjestelmät, Ulkovalaistus

Koskinen Antti

Opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

2022

Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Antti Koskinen	<b>Vuosi</b>	2022
<b>Ohjaaja</b>	Ins. (YAMK), Kari Kenttä		
<b>Toimeksiantaja</b>	Dynniq Finland, Henrik Tumelius		
<b>Työn nimi</b>	Ulkovalaistuksen huoltosuunnitelma		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	34 + 43		

---

Insinööriyön aiheena on katuvalaistuksen huolto- ja kunnossapito. Työ sai alkunsa Oulun kaupungin pyynnöstä toteuttaa omistamalleen katuvalaistukselle huolto-ohjelma. Työn tavoitteena oli tehdä huolto-ohjelma katuvalaistuksen kunnossapitoon. Tavoitteena oli myös selvittää teoreettiset pohjatiedot huolto-ohjelman kirjoittamiselle.

Opinnäytetyössä perehdyttiin Oulun kaupungin katuvalaistuksen nykytilanteeseen ja kunnossapitoon sekä huollossa toimiviin urakoitsijoihin. Työssä perehdyttiin erilaisiin standardeihin, lainsäädäntöön sekä väyläviraston ohjeisiin, jotka määrittävät kulmakivet kaikelle sähkötyölle.

Opinnäytetyön tulokseksi saatiin huolto-ohjelma Oulun kaupungin katuvalaistukselle. Kaupunki käyttää valmista tuotetta urakkakilpailutus-, perehdytys- ja ohjemateriaalina katuvalaistuksen teknillisiin toimenpiteisiin.

Electrical engineering  
Engineer

---

<b>Author</b>	Antti Koskinen	Year	2022
<b>Supervisor</b>	Kari Kenttä, MEng.		
<b>Commissioned by</b>	Dynniq Finland, Henrik Tumelius		
<b>Subject of thesis</b>	Maintenance Plan of Street Lighting		
<b>Number of pages</b>	34 + 43		

---

The subject of this thesis is the maintenance and upkeep of street lighting. The work began from the city's need to create a maintenance program for the street lighting, which they own. The aim of the work was to make a maintenance program for the maintenance of street lighting. The aim was also to find out the theoretical basis for writing the maintenance program.

The thesis examines the current situation and maintenance of street lighting in the city of Oulu, as well as the contractors working in the field of maintenance. The work introduces various standards and legal regulations which define the cornerstones of all electrical work.

As a result of the thesis, a maintenance program for the city of Oulu was completed. The city uses the finished product as a tender, orientation, and instruction material for the technical measures of street lighting.

Key words

streetlighting, maintenance, service, digitizing

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	SÄHKÖLAITTEISTO .....	9
2.1	Sähkölaitteiden luokittelu .....	11
2.1.1	1 luokan sähkölaitteisto .....	11
2.1.2	2 luokan sähkölaitteisto .....	11
2.1.3	3 luokan sähkölaitteisto .....	12
2.2	Tie- ja katuvalaistuksenluokat .....	12
2.2.1	M-luokan valaistus .....	13
2.2.2	C-luokan valaistus .....	14
2.2.3	P-luokan valaistus .....	14
2.3	Ulkovalaistusverkon suojaus- ja maadoitusmenetelmät .....	15
2.4	Valonlähteet ja käsitteet .....	17
2.4.1	LED-valaisimet .....	18
2.4.2	Monimetallilamput .....	19
2.4.3	Suurpainenatriumlamput .....	19
3	SÄHKÖLAITTEISTON TARKASTUKSET .....	20
3.1	Käyttöönottotarkastukset .....	20
3.2	Varmennustarkastus .....	21
3.3	Muutos- ja korjaustöiden jälkeiset tarkastukset .....	21
4	HUOLTO-OHJELMAN TUOTTAMISEN OSAPUOLET .....	22
4.1	Oulun kaupunki ja ympäristöpalvelut .....	22
4.2	Dynniq Finland .....	22
4.3	Nordamp Oy .....	22
5	TIE- JA KATUVALAISTUKSEN KUNNOSSAPITO HUOLTO-OHJELMASSA 24	
5.1	Valaistusalueiden jako .....	26
5.2	Ennakoiva kunnossapito .....	28
5.3	Korjaava kunnossapito .....	29
6	TIE- JA KATUVALAISTUKSEN LÄHTÖTILANNE HUOLTO-OHJELMAN LAADINTAAN .....	30
7	POHDINTA .....	31

LÄHTEET.....	33
LIITTEET.....	34

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Dynniq Finlandia ja Oulun kaupunkia sekä erityisesti kanssani työskennelleitä henkilöitä Henrik Tumeliusta, Mikko Kaipaista, Juhana Vuoloa ja Mika Rintelää. Erityisesti kiitos opinnäytetyöni ohjaajalle Kari Kentälle.

Oulussa 8.4.2022

Antti Koskinen

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

LED	Light Emitting Diode. Puolijohdekomponentti.
SPNa	Suurpainenatrium-polttimo (SPNA/HPS, High Pressure Sodium)
$f_{LF}$	Luminous flux factor. Valaisimen valovirran alenemakerroin.
$f_{LM}$	Luminaire maintenance factor. Valaisimen likaantumiskerroin.
$f_M$	Maintenance factor. Alenemakerroin.
lm/W	Valotehokkuuden tunnus.
LOR	Light Output Ratio. Valaisimen hyötysuhde.
NFC	Near Field Communication. Lähiluenta/kosketusluenta.
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardiorganisaatio.
Ouka	Oulun kaupunki
(P)	Perehdytysmateriaali. Merkintä otsikon lopussa.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli katuvalaistuksen kunnossapito ja huolto. Huolto-ohjelma tehtiin Oulun kaupungin katuvalaistusjärjestelmään, jossa Dynniq Finland toimii pääkunnossapitourakoitsijana.

Katujen valaisu on ennen kaikkea turvallisuusasia, sillä pimeään aikaan tapahtuu enemmän onnettomuuksia kuin valoisalla. Tie- ja katuvalaistuksella vaikutetaan kansalaisten turvallisuuteen ja tässä ohjeessa käydään läpi oleelliset perusasiat huolto-ohjelman tekemistä varten valaistuksen huoltoon ja kunnossapitoon liittyen Oulun alueella.

Viimeisten vuosikymmenien aikana useat suomalaiset kaupungit ja kunnat ovat päätyneet siirtämään teknisiä toimintojaan ulkopuolisen huolto- ja kunnossapitoyrityksen hoidettavaksi. Perinteiset katurakennuksen urakat sekä huoltotehtävät on kilpailutettu jo pitkään. Valtio aloitti alue- ja läänikohtaisen valaistushuoltourakoiden kilpailuttamisen hieman yli 10 vuotta sitten. Nyt katuvalaistuksen, liikennevalojen sekä muun liikenteen sähköisten järjestelmien huoltourakat ovat jo arkipäivää useissa suurissa ja keskisuurissa kaupungeissa kuten Turussa, Helsingissä, Tampereella, Oulussa, Vaasassa. Huoltourakoilla kaupungit saavuttavat useita hyötyjä kuten alentuneita kunnossapitokustannuksia ja ammattitaitoisten resurssien riittävyyden ja kuormitettavuuden lisääntymistä. Tavoitteiden saavuttamista edistääkseen Oulun kaupunki tilasi omistamalleen katuvalaistukselle huolto-ohjelman, jossa selitetään tarkasti valaistuksen huolto- ja kunnossapito toimenpiteet. Huolto-ohjelma toimii teknisenä alustana huoltourakoitsijoille katuvalaistuksen huollon tehtävissä. Muita kilpailuttamisen hyötyjä voivat olla alentuneet tekniset ja kaupalliset riskit sekä mahdollisesti osaavan huoltourakoitsijan mukanaan tuomat uudet ideat. Eri toimijoiden kanssa työskennellessä voi mahdollisesti myös oppia työn tehostamiseen tai sen kustannuksien laskemisen avustavia työmenetelmiä tai välineitä kuten. Huolto-ohjelma on olennainen osa Oulun kaupungin valaistuksen huoltourakan kilpailutusaineistoa.



## 2 SÄHKÖLAITTEISTO

”Sähkölaitteet ja laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava, niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:

1) niistä ei aiheudu vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;

2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;

3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6.1 §)

”Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6.2 §).”

”Sähkölaitteiston katsotaan täyttävän 31 §:ssä tarkoitettut olennaiset turvallisuusvaatimukset, jos se suunnitellaan, rakennetaan ja korjataan soveltaen 33 §:ssä tarkoitettuja standardeja tai julkaisuja, joiden vastaavuus olennaisiin vaatimuksiin on vahvistettu 33 §:n mukaisesti” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:32.1 §).

”Sähkölaitteiston olennaisten turvallisuusvaatimusten täytyminen on tarvittaessa 1 momentista poiketen mahdollista osoittaa noudattaen, mitä 34 §:ssä säädetään” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:32.2 §).

”Sähköturvallisuusviranomainen julkaisee luettelon niistä standardeista, joita noudattaen sähkölaitteiston katsotaan täyttävän tämän lain vaatimukset” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:33.1 §).

”Jos standardeja ei tietyn sähkölaitteiston osalta ole laadittu, voidaan soveltaa standardeihin verrattavia julkaisuja, joiden vastaavuus olennaisiin turvallisuusvaatimuksiin on vahvistettu 1 momentin mukaisesti” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:33.2 §).

”Standardin tai sen painoksen vaihtuessa sähköturvallisuusviranomainen päivittää standardiluettelon. Luettelon päivityshetkellä rakenteilla oleva sähkölaitteisto

voidaan rakentaa valmiiksi ja ottaa käyttöön edellisen standardin mukaisena kolmen vuoden kuluessa päivityksestä.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:33.3 §)

”Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 4:53.1 §).

”Sähkötyöksi ei katsota sähkölaitteen eikä -laitteiston purkutyötä, jos laite tai laitteisto on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 4:53.2 §).

”Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä ja sähkölaitteistoon kohdistuvia tarkastustoimenpiteitä” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 4:53.3 §).

”Sähkötöitä tai käyttötöitä tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 4:54.1 §).

”Toiminnanharjoittaja saa tehdä sähkötyötä seuraavilla edellytyksillä:

- 1) töitä johtamaan on nimetty henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (sähkötöiden johtaja);
- 2) itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito;
- 3) toiminnanharjoittajan käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset;
- 4) toiminnasta on tehty ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle ennen kuin sähkötöitä koskeva toiminta aloitetaan.”(Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 4:55.1 §)

”Edellä 1 momentin 4 kohdassa tarkoitettussa ilmoituksessa on selvitettävä, että 1 momentissa ja 58 §:ssä asetetut vaatimukset täyttyvät. Ilmoituksesta on käytävä ilmi sähkötöiden johtajan suostumus tehtävänsä. Ilmoituksessa on myös mainittava rekisteriin merkitsemistä varten 86 §:n 2 momentin 1–3 kohdassa tar-

koitetut tiedot. Rekisteriin merkittyjen tietojen muutoksista on kuukauden kuluessa ilmoitettava kirjallisesti sähköturvallisuusviranomaiselle. Ilmoituksen voi tehdä myös sähköisesti.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 4:55.2 §)

## 2.1 Sähkölaitteiden luokittelu

Sähkölaitteistot luokitellaan pääluokkiin ja luokittelemattomiin sähkölaitteistoihin.

”Pääluokkiin kuuluu luokat 1–3. Luokan 1 sähkölaitteisto sijaitsee asuinrakennuksessa. Luokan 2 sähkölaitteisto sijaitsee muissa rakennuksissa ja luokan 3 sähkölaitteistoksi määritellään sähköverkko.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §)”

”Luokittelematon sähkölaitteisto puolestaan tarkoittaa sähkölaitteistoa, johon kuuluu enintään kaksi asuinhuoneistoa riippumatta suojaavan ylivirtasuojan koosta. Muu sähkölaitteisto luokkien erityistiloja lukuun ottomatta, kun suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on korkeintaan 35 A.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §)

”Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §).

### 2.1.1 1 luokan sähkölaitteisto

”Sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §).

”Muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §).

### 2.1.2 2 luokan sähkölaitteisto

”Sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaisia sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §).

”Sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovolttiampeeria” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §).

### 2.1.3 3 luokan sähkölaitteisto

”Verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44.1 §).

## 2.2 Tie- ja katuvalaistuksenluokat

”Ulkovalaistuksen liikenneturvallisuutta, ympäristön muodostamista ja viihtyisyyttä parantavat vaikutukset saadaan aikaan sopivan valaistusluokan avulla. Valaistusluokkaa voidaan pitää sopivana, kun valaistustekniset ominaisuudet täyttävät näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät minimivaatimukset ja ovat keskenään oikeassa suhteessa.” (ST 58.10.01 2016)

”Valaistusluokka valitaan väylän ja liikenteen ominaisuuksien perusteella. Maanteiden tyypillisimmät valaistusluokat ovat Liikenneviraston ohjeen Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelun mukaisia. Katujen valaistusluokat on esitetty taulukossa 1 ja jalankulku- ja pyöräteiden sekä muiden kevyen liikenteen alueiden valaistusluokat taulukossa 2. Osalla kunnista on olemassa omat ohjeensa valaistusluokan valintaan.” (ST 58.10.01 2016)

Taulukko 1. Katujen valaistusluokat. (ST 58.10.01 2016)

KATULUOKKA	Valaistusluokka
PÄÄKADUT	
<i>Nelikaistainen keskialueellinen katu tasoliittymän</i>	
Keskustassa	M2
Muilla alueilla	M3a
<i>Kaksikaistainen katu</i>	
Keskustassa	M3a
Muilla alueilla	M4
KOKOOJAKADUT	
Keskustassa	M3b
Muilla alueilla	M4
TONTTIKADUT	
Keskustassa	M4
Muilla alueilla	M5

Taulukko 2. Jalankulku- ja pyöriteillä sekä muilla kevyen liikenteen aluilla käytettävät valaistusluokat. (ST 58.10.01 2016)

VÄYLÄ TAI ALUE	VALAISTUSLUOKKA	VÄYLÄ TAI ALUE	VALAISTUSLUOKKA
KÄVELYKADUT Vain kevytliikenne Huoltoajo sallittu	P2 P1	ERILLISET JALANKULKU- JA PYÖRÄTIET Vilkkoot Vähäliikenteiset, ei sekaliikennettä	P4 P6
HIDAS- JA PIHAKADUT Vilkkoot Vähätoimintaiset	P2 P4	ALIKULKUKÄYTÄVÄT	C4
JALANKULKUALUEET KESKUSTASSA, TORIT JA AUKIOT	P1, P2	ULKOILUTIET Puistokäytävät Hiihtoladut, pururadat	P3 P4
		PYSÄKÖINTIALUEET Vilkkoot Vähäliikenteiset	P2 P4

### 2.2.1 M-luokan valaistus

”Valaistustekniset vaatimukset on määritelty valaistusluokilla. M-luokat on tarkoitettu moottoriajoneuvojen kuljettajille teillä ja kaduilla. M-luokat on esitetty taulukossa 3.” (ST 58.10.01 2016)

Taulukko 3. M-luokat. Suluissa on esitetty vuoden 2006 suunnitteluohjeen vastaavat AL-luokat. (ST 58.10.01 2016)

Valaistusluokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Estohäikäisy	Vierialueen valaistus
	Kuiva		Märkä			
	Lm cd/m <sup>2</sup> min	U <sub>o</sub> min	U <sub>l</sub> min	U <sub>ow</sub> min	f <sub>TI</sub> %, max	R <sub>EI</sub> min
M1 (AL1)	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,40
M2 (AL2)	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,40
M3a (AL3)	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,40
M3b (AL4a)	1,00	0,40	0,40	0,15	15	0,40
M4 (AL4b)	0,75	0,40	0,40	0,15	15	0,40
M5 (AL5)	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,40
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	15	0,40

### 2.2.2 C-luokan valaistus

”C-luokat on tarkoitettu moottoriajoneuvojen kuljettajille ja muille tiekäyttäjille konfliktialueilla, kiertoliittymissä ja mutkikkaissa tasoliittymissä tai muilla sellaisilla alueilla, missä luminanssiin perustuva tarkastelu ei ole käyttökelpoinen. Tämä toteutuu, kun näkyvissä olevan, säännöllisen ajoradan osan pituus on alle 60 m. C-luokat on esitetty taulukossa 4.” (ST 58.10.01 2016)

Taulukko 4. C-luokat. Suluissa on esitetty vuoden 2006 suunnitteluohjeen vastaavat AE-luokat. (ST 58.10.01 2016)

Valaistusluokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	E <sub>hm</sub> lx, min	U <sub>o</sub> min
C0 (AE0)	50	0,40
C1 (AE1)	30	0,40
C2 (AE2)	20,0	0,40
C3 (AE3)	15,0	0,40
C4 (AE4)	10,0	0,40
C5 (AE5)	7,50	0,40

### 2.2.3 P-luokan valaistus

”P-luokat on tarkoitettu jalankulkijoille ja pyöräilijöille jalankulku- ja pyöräteillä, kävelykaduilla, jalankulkualueilla, puistokäytävillä, toreilla, aukioilla, pysäköintialueilla ja pihoilla. P-luokat on esitetty taulukossa 5.” (ST 58.10.01 2016)

Taulukko 5. P-luokat. Suluissa on esitetty vuoden 2006 suunnitteluohjeen vastaavat K-luokat. (ST 58.10.01 2016)

Valaistusluokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	$E_{hm}^{1)}$ lx, min	$E_h$ lx, min
P1 (K1)	15,0	3,00
P2 (K2)	10,0	2,00
P3 (K3)	7,50	1,50
P4 (K4)	5,00	1,00
P5 (K5)	3,00	0,60
P6 (K6)	2,00	0,40

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

### 2.3 Ulkovalaistusverkon suojaus- ja maadoitusmenetelmät

Tievalaistusverkko tulee suojata ilmastollisia ylijännitteitä vastaan. Ylijännitesuojaus tulee toteuttaa mahdollisimman kattavana. (Väylävirasto 2015, 111)

Keskuksien, sähköjakolaitteiden ja valaisimien impulssijännitteen suojausten tulee täyttää standardin SFS 6000-4-44 taulukon 44.B1 mukaiset mitoitusarvot ja ylijänniteluokkavaatimukset. Keskuksilla tulee täytyä ylijänniteluokan IV (6 kV) vaatimukset, elektroniikkaa sisältävien ryhmälähtöjen tulee täyttää ylijänniteluokan III (4 kV) vaatimukset ja valaisimilta vaadittavan laitesuojan tulee täyttää ylijänniteluokan II (2,5 kV) vaatimukset. (Väylävirasto 2015, 111)

Ulkovalaistuslaitteiden tulee olla joko suojaeristettyjä tai suojamaadoitettuja, koska niiden käyttöolosuhteet ovat vaaralliset (Väylävirasto 2015, 111).

Valaisinryhmiä syöttävissä ryhmäjohtoissa ei yleensä käytetä erillistä suojajohtoa, vaan ryhmäjohtoon PEN-johtoon hoitaa sekä nollajohtimen että suojamaadoitusjohtimen tehtävät (Väylävirasto 2015, 111).

Valaisimen suojamaadoittamiseen tulee kuitenkin käyttää nollajohtimesta erillään olevaa suojamaadoitusjohdinta, joka kytketään kytkentäkalusteen PE-liitäntäpisteeseen, johon on kytketty myös ryhmäjohdon PEN-johdin. Tämä on maadoitustavaltaan TN-C-jakelu-järjestelmä, ja siinä ryhmäjohdon äärijohtimen poikkipinta-ala on oltava vähintään  $10 \text{ mm}^2$  Cu tai  $16 \text{ mm}^2$  Al. Jos ulkovalaistuskohteiden ryhmäjohdoissa äärijohtimen poikkipinta-ala on alle  $10 \text{ mm}^2$  Cu tai  $16 \text{ mm}^2$  Al, näissä johdoissa tulee olla aina nollajohtimen lisäksi erillinen suojajohdin. Koko valaistusverkon kannalta tämä on TN-C-S-järjestelmä. (Väylävirasto 2015, 111)

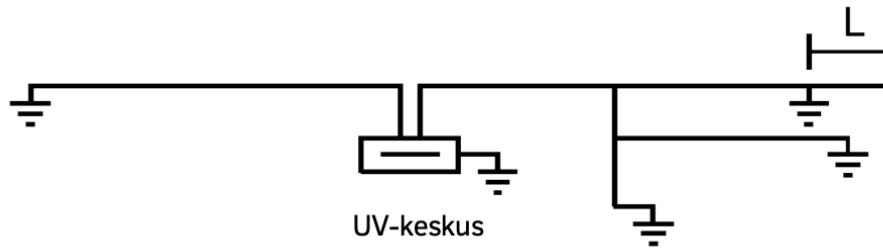
Myötävissä pylväissä maadoitusjohtimen tulee olla metrin pitempi kuin virtajohtimet (Väylävirasto 2015, 112).

Suojalaite on automaattisesti kytkettävä pois syöttöpiiristä tai laitteesta, jota se suojaa kosketusjännitteeltä. Poiskytkennän on tapahduttava siten, että jännitteisen osan ja jännitteelle alttiin osan tai suojajohtimen välisen vian aikana tavanomaista kosketusjännitteen raja-arvoa  $U_L$  suurempia kosketusjännitteen arvoja ei esiinny niin kauan, että siitä aiheutuisi haitallisia fysiologisia vaikutuksia henkilölle, joka koskettaa samanaikaisesti kosketeltavia johtavia osia. (Väylävirasto 2015, 112)

Johdonsuojakatkaisijoita käytettäessä on erityisesti tarkistettava niiden selektiiviset toimintaedellytykset ja otettava huomioon rajoittuneesta katkaisukykyvystä johtuvat etusulakevaatimukset valmistajan ohjeiden mukaan. Johdonsuojakatkaisijoita käytettäessä on otettava huomioon myös standardisarjassa SFS 6000 esitetty vaatimus, jonka mukaan erotuslaitteen auki olevien koskettimien avausvälin tulee olla nähtävissä, tai se pitää osoittaa selvästi ja luotettavasti ”auki”-merkinnällä. Tällainen merkintä saa olla näkyvässä ainoastaan silloin, kun vaadittu avausväli on saavutettu jokaisessa navassa. Erotuslaitteen rakenteen tulee olla myös sellainen, että se ei voi tahattomasti sulkeutua. (Väylävirasto 2015, 112)

Standardisarjan SFS 6000 mukaan nollajohdin on käyttömaadoitettava enintään 200 m etäisyydellä järjestelmän syöttöpisteestä ja jokaisen yli 200 m pituisen johdon tai johtohaaran loppupäässä tai enintään 200 m etäisyydellä loppupäästä kuten kuvassa 1 on esitetty (Väylävirasto 2015, 112).





Kuva 1. Ulkovalaistusverkon maadoitukset.  $L < 200$  m. (Väylävirasto. 2015, 112)

## 2.4 Valonlähteet ja käsitteet

”Valaistuksessa riippumatta kohdeympäristöstä on valaistusta suunnitellessa ymmärtää aiheen terminologia ja käsitteet” (ST 57.40 2017).

”Nimellisvirta on valmistajan tai maahantuojan ilmoittama arvo valonlähteelle, joka toimii standardin mukaisissa olosuhteissa” (ST 57.40 2017).

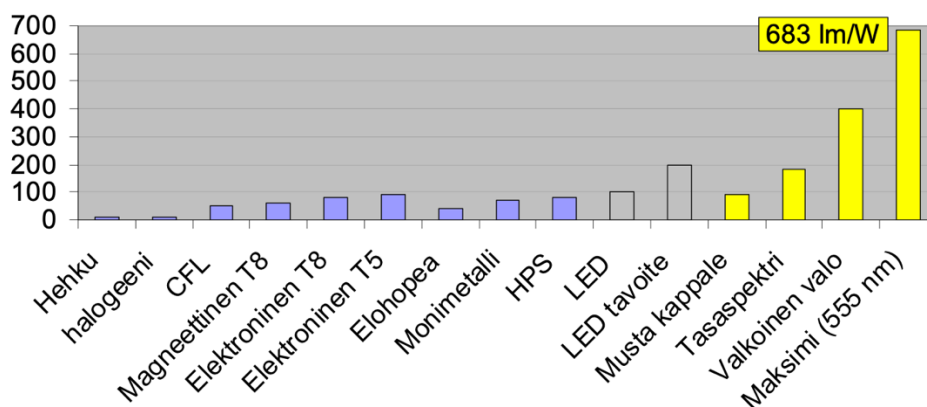
”Valovirran alenema tarkoittaa valonlähteen polttoajan aikana tapahtuvaa valonlähteen tuottaman valovirran pienenemistä” (ST 57.40 2017).

”Valotehokkuus kertoo valonlähteen tuottaman valovirran suhteessa sen ottamaan sähkötehoon. Valotehokkuuden yksikö on  $\text{lm/W}$ . Valotehokkuus kuvaa valonlähteen hyötysuhdetta ja samalla valonlähteen energiatehokkuutta.” (ST 57.40 2017)

”Keskimääräinen polttoikä tarkoittaa aikaa, jonka puolet tutkittavista lampuista saavuttaa standardin mukaisessa polttoikäkokeessa” (ST 57.40 2017).

”Taloudellinen polttoikä tarkoittaa aikaa, jolloin valonlähteet on syytä vaihtaa, kun valonlähteiden vaihto tapahtuu ryhmävaihtona. Ryhmävaihdossa kaikki valonlähteet vaihdetaan kerralla riippumatta siitä, toimivatko ne vai eivät. Yleensä asennuksen kokonaisvalovirta on tällöin pienentynyt 30 % johtuen osittain valonlähteiden valovirran alenemasta ja osittain toimimattomista valonlähteistä.” (ST 57.40 2017)

”Kaupungin alueella energiatehokkain ja hyötysuhteeltaan paras vaihtoehto valaisimen valon lähteeksi on ledi valaisinverrattuna muihin valon tuottamiseen tarkoitettuihin ratkaisuihin” (ST 57.40 2017).



Kuva 2. Eri valonlähteiden valotehokkuudet lm/W. (Tetri, E 2022)

#### 2.4.1 LED-valaisimet

Katu- ja tievalaistuksen valon lähteitä päivitetään LED-valaisimiksi jatkuvaan tahtiin. Merkittävänä tekijänä ledivalaisimissa ja esimerkiksi suurpainenaatrium valaisimissa on valon suuntautuminen. Ledin yksi lukuisista vertailueduista on sen valon suuntautuminen ainoastaan yhteen suuntaan. Tämä nostaa jo ledi valaisimen hyötysuhdetta, kun häviövaloa ei synny läheskään yhtä paljon. Näin ollen valo suuntautuu katuvalaisimesta alaspäin tiehen eikä yläviistoon. (Glamox 2022a)

LED-valaisimien energiatehokkuutta mitataan käyttämällä lm/W arvoa. Valmistaja ilmoittaa valaisimen valovirran. Laskettaessa perinteisen valonlähteen valovirtaa käytetään valmistajan ilmoittamaa LOR arvoa, joka on optiikan hyötysuhde. (Glamox 2022a)

Yksi ledien eduista perinteisiin valon lähteisiin on pitkä elinikä, tässä ledien yksinkertaisuus rakenteellisesti on vaikuttava tekijä. Ledeissä ei ole liikkuvia osia eikä hehkulankaa, joka voisi iän tai muunlaisesta rasituksesta katketa. (Glamox 2022b)

”Ledien elinikään vaikuttavat standardit IEC 62717 LED-modules for general lighting – Performance requirements ja IEC 62722-2-1 Particular requirements for LED luminaires. Ledi valaisimen elinikä on vähintään 50 000 tuntia ja maksimissaan 100 000 tuntia.” (Glamox 2022b)

#### 2.4.2 Monimetallilamput

”Monimetallilamput koostuvat suuripaineisesta purkausputkesta, jossa on metallien halogeeniyhdisteiden lisäksi elohopeaa. Kyseisellä rakenteella saadaan aikaiseksi pelkkää elohopealamppua tehokkaampi valotehokkuus ja värintoisto. Monimetallilamppujen värintoistoindeksi  $R_a$  voi olla jopa 90. Monimetallilamppujen valikoima on tehoalueeltaan 20–3000 W, jolloin valotehokkuudeksi saadaan 80-120 lm/W. Lamppu häviää ledille huomattavasti sen eliniässä, monimetallilampun elinikä voi olla 16 000 tuntia, mikä on ledin minimistä 34 000 tuntia pienempi.” (ST 58.08 2021)

#### 2.4.3 Suurpainenatriumlamput

”Suurpainenatriumlampun toiminta pohjautuu natriumhöyryssä tapahtuvaan purkaukseen. Lamput ovat valoteholtaan 100–140 lm/W ja tehoalueeltaan 35–1000 W. Lampun ikä on suurin piirtein sama kuin monimetallilampuilla eli 16 000 tuntia, jotkin kauan tukkujen varastoissa seisseet Sp-Na lamput voivat jopa ylittää tuon käyttötuntimäärän. Uudet Sp-Na lamput voivat yltää käyttötunneiltaan jopa 24 000 tuntiin. Lähtökohtaisesti lamput, jotka ovat osa kaupungin valaistusta, ovat juuri tuota vanhempaa mallia, (käyttöikä on 16 000 tuntia). Huolimatta tämän uuden pitkäikäisemmän lampun markkinoille tulosta on kunnilla tarkoituksena päivittää valaisinkantansa LED-valaisimiksi.” (ST 58.08 2021)

### 3 SÄHKÖLAITTEISTON TARKASTUKSET

#### 3.1 Käyttöönottotarkastukset

”Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu sähköturvallisuuslain 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastus on tehtävä myös sähkölaitteiston muutos- ja laajennustöille. Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan niistä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:43.1 §)

”Sähkölaitteiston rakentajan tulee laatia käyttöönottotarkastuksesta sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja vähäisiksi katsottavia töitä lukuun ottamatta. Näissäkin tapauksissa on sähkölaitteiston testausten tulokset kuitenkin tarvittaessa annettava laitteiston haltijalle.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:43.2 §)

”Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin käyttöönottotarkastuspöytäkirjan sisällöstä sekä niistä vähäisiksi katsottavista töistä, joista pöytäkirjaa ei tarvitse tehdä” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:43.3 §).

Käyttöönottotarkastusten teko on moni osainen toimenpide, joka voidaan jakaa kahteen osaan eli jännitteettömiin ja jännitteellisiin tarkastuksiin.

Aistinvaraisissa tarkastuksissa asennuksia tutkitaan. Jo asennustyön aikana suoritetaan silmämääräistä tarkastusta. Aistinvarainen tarkastus on tärkein osuus käyttöönotosta, tämän jälkeen kaapeloidessa tehdään eristysvastusmittaukset. Katuvalaistuksen käyttöönotossa ei tehdä jatkuvuusmittauksia koska maadoitus on PEN johdin. Uusille ja vanhoille kaapeloinneille tehdään eristysvastusmittaukset. Kuormavirrat mitataan ryhmäkaapeleilta ja sähkökeskuksilta. Saadaan kokonaisvirta, niin varmistutaan niiden oikeudellisuudesta ja sekä lasketaan oikosulkuvirrat ja näin saadaan jännitteenalenemat. Maadoitusvastuksen on oltava alle 100 ohmia ja yleensä kuitenkin mittaustulos on lähellä 100 ohmia. (Tumelius, H 2022)

### 3.2 Varmennustarkastus

”Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastuksen lisäksi varmennustarkastus, jos kyseessä on luokan 1, 2 tai 3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastus on tehtävä myös sähkölaitteiston merkittävälle muutos- ja laajennustyölle.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:45.1 §)

”Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston varmennustarkastuksesta. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan siitä, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:45.2 §)

”Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin merkittäviksi katsottavista sähkölaitteiston muutos- ja laajennustyöistä” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:45.3 §).

”Varmennustarkastuksen tekijän on laadittava sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastustodistus ja kiinnitettävä pääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan tarkastustarra. Laitteiston haltijan on säilytettävä tarkastustodistus vähintään kymmenen vuotta.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:46.3 §)

### 3.3 Muutos- ja korjaustöiden jälkeiset tarkastukset

Sähkölaitteistolle tulee suorittaa aina vaaditut tarkastukset, oli kyseessä sitten uudiskohde tai muutostyö jo olemassa olevaan kokonaisuuteen. Tämä määritellään selkeästi sähköturvallisuuslaissa ja myös töiden tilaajat velvoittavat tähän. Laitteistolle tehdään käyttöönottotarkastus ja varmennustarkastus, niiden sisältö räätälöidään käyttöönotettavalle laitteistolle sopiviksi. Tarkastuksilla varmistetaan rakennetun laitteiden toiminnasta ja niiden turvallisuudesta. Huolto-ohjelmassa käsitellään otsikon työsuoritteen mukaiset toimenpiteet.

## 4 HUOLTO-OHJELMAN TUOTTAMISEN OSAPUOLET

### 4.1 Oulun kaupunki ja ympäristöpalvelut

Huolto-ohjelman tilaajana toimii Oulun kaupunki / Oulu yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut. Ouka valvoo ja hyväksyy huolto-ohjelman sisällön ja siinä esitetyt toiminta tavat. Oulun kaupungin omistama valaistus sisältää noin 44 000 valaisinta.

### 4.2 Dynniq Finland

Hollantilais omistuksessa ollut kansainvälinen Dynniq Mobility siirtyi vuonna 2021 yrityskauppojen myötä Itävaltalaisen Swarcon omistukseen. Swarco:n liiketoimintastrategia on tuottaa ja kehittää älykkään liikenteen tarvitsemia tuotteita ja palveluita. Dynniq Finland Oy toimii koko Suomen alueella kuten myös Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Tämä huolto-ohjelma tehdään Pohjois-Suomessa toimivalle Dynniqin yksikölle. Vuonna 2018 Dynniq Finland aloitti Oulun kaupungin omistaman katuvalaistusverkon huollon ja kunnossapitopalvelun toteuttamisen sopimusperusteisesti. Sopimus on voimassa vuoden 2022 loppuun saakka.

Kunnossapitourakoitsijan velvoitteet määritellään Oulun kaupungin valaistuksen huoltourakkasopimuksessa. Siinä urakkasopimuksessa määritellään myös esimerkiksi kunnossapitourakoitsijan ja heidän alihankkijoidensa käyttämiseen, hyväksyttämiseen ja käyttämiseen liittyvät menettelyt.

### 4.3 Nordamp Oy

Nordamp Oy on perustettu kesällä 2020. Yritys tarjoaa erinäisiä sähköalan töitä kuten suunnittelu-, digitointi-, sähköasennus- ja konsultointipalveluita. Edustan opinnäytetyön sekä huolto-ohjelman kirjoittajana Nordamp Oy:tä sen perustajana ja omistajana. Vuoden 2021 kevättalvella yritykseni alkoi toimia Dynniq Finlandin alihankkijana Oulun kaupungin katuvalaistuksen huoltourakassa. Nordampin vastuu keskittyi digitointiin, jolla tarkoitetaan suunnitelmien ja pistetietojen viemistä omaisuudenhallintajärjestelmään sekä erinäisiin konsultointitehtäviin. Myöhemmin keväällä Oulun kaupungin ehdotuksesta aloitin kirjoittamaan ja koostamaan heille huolto-ohjelmaa kaupungin katuvalaistukselle. Perustetun Nordamp

Oy:n kautta on tehty valaistuksen kunnossapitoon liittyviä toimeksiantoja Oulun kaupungin katuvalaistusjärjestelmään. Tämän opinnäytetyön ydin on insinööriopiskelijan luoma huolto-ohjelma asiakkaan pyynnöstä ja hänen tarpeeseensa. Sitä tullaan jatkossa käyttämään palvelun teknisen toteuttamisen perustana.

## 5 TIE- JA KATUVALAISTUKSEN KUNNOSSAPITO HUOLTO-OHJELMASSA

”Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:48.1 §)

”Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:48.2 §).

”Katu- ja tievalaistuksen kunnossapidolla taataan, että alueen valaistus täyttää ulkovalaistukselle annetut vaatimukset sen koko elinkaaren ajan” (ST 58.10.01. 2016).

”Valaistuksen kunnossapitoon liittyy alueiden perinteisten valon lähteiden vaihtaminen ledivalaisimiksi, jolloin tehtävälle kohteelle tehdään tarvittavat valaistusteknilliset laskelmat. Laskelmissa on tärkeää käyttää alenemakerrointa. Tällä tavoin voidaan varmistaa valaistuksen täyttävän sitä koskevat valaistusteknilliset vaatimukset valon lähteen koko käyttöiän. Väylävirasto määrittelee vaatimukset valaistuslaitteistoille.” (ST 58.10.01. 2016)

”Kaikki valaistustekniset laskennat tulee tehdä standardin SFS-EN 13201-3 mukaan. Havaittaja sijoitetaan vuorotellen jokaisen kaistan keskelle. Keskimääräinen luminanssi ja luminanssin yleistasaisuus lasketaan koko ajoradalle jokaisella havaittajien paikalla. Luminanssin pitkäikäisyys lasketaan kaistan keskilinjalle, havaitsemispisteen kautta kulkevalle pitkäikäisyyden suoralle jokaisella havaittajien paikalla.  $R_{EI}$ -arvot lasketaan ajoradan vieressä molemmin puolin oleville alueille. Estohäikäisy lasketaan uusilla valonlähteillä (alenumakerroin 1,00) jokaisella havaittajien paikalla. Mitoitettava tapaus on pienin arvo keskimääräisen luminanssin, luminanssin yleis- ja pitkäikäisyyden sekä  $R_{EI}$ -arvon osalta ja suurin arvo estohäikäisyyden osalta.” (ST 58.10.01 2016)

”Mitoitettava kuiva päällyste on R2 ja märkä päällyste W3. Valaistusluokan kaikkien valaistusteknisten vaatimusten tulee täytyä. Valaistusteknisissä laskennoissa



määritellään enimmäispylväsväli, jota ei saa suunnitelmissa ylittää.” (ST 58.10.01 2016)

”Valaistussuunnittelun valaistusteknisissä laskennoissa tulee aina käyttää alenemakertoimia. Sillä pyritään varmistamaan, että valaistusasennus täyttää kaikki valaistustekniset vaatimukset asennuksen koko elinkaaren aikana ottaen huomioon suunnitellut kunnossapitotoimenpiteet. Alenemakertoimen määrittely on esitetty Liikenneviraston ohjeessa Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu, kohdassa 2.5. Valaisimia koskevat suorituskykyvaatimukset on esitetty Liikenneviraston ohjeessa Tien valaisimien laatuvaatimukset. Ellei kaikkien alenemakertoimeen vaikuttavien tekijöiden vaikutuksia tunneta, ulkovalaistuksen osalta voidaan käyttää taulukon 6 mukaisia perusarvoja.” (ST 58.10.01 2016)

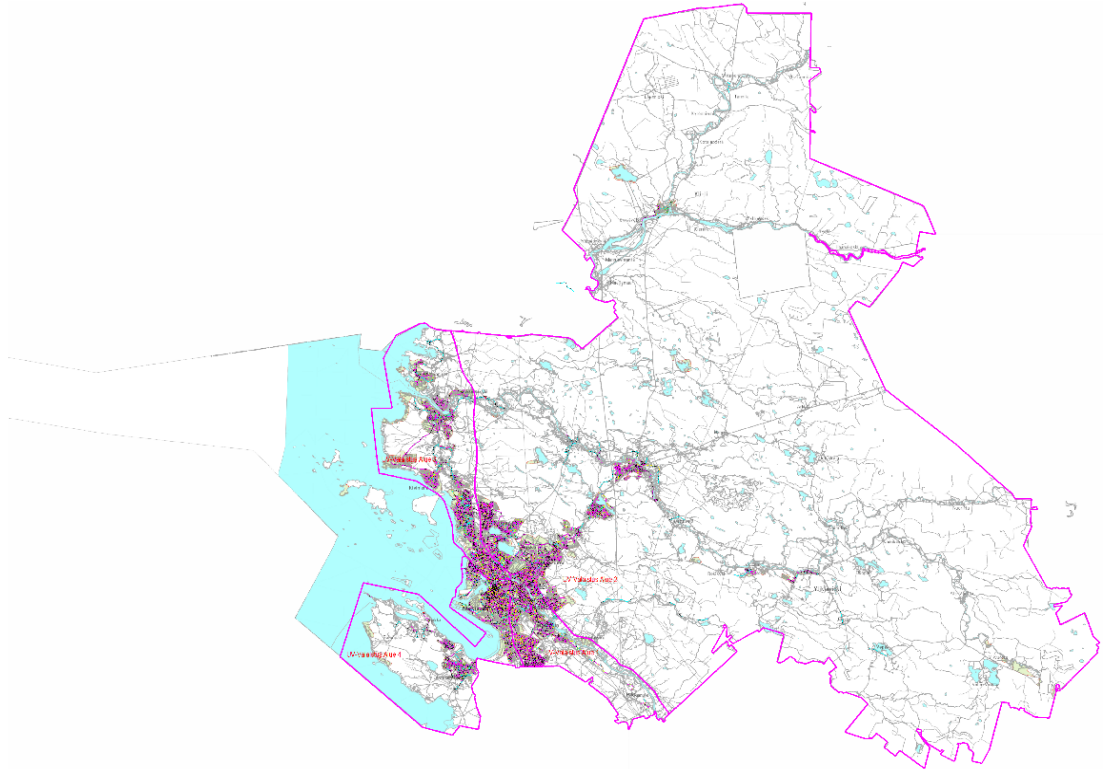
Taulukko 6. Alenemakertoimet valonlähdetyypeittäin koteloituolosuhteissa vähintään IP65. (ST 58.10.01 2016)

Valonlähde	Perusarvo
Suurpainenatrium 100–400 W	0,80
Suurpainenatrium 50–70 W, 600 W	0,75
Monimetalli, keraaminen	0,65
Monimetalli, keraaminen 45 W, 60 W	0,70
Monimetalli, keraaminen 90 W, 140 W	0,75
Induktio	0,65
Led, arvoille L80B10 lämpötilassa $t_a = 25\text{ °C}$	0,70
Led, arvoille L90B10 lämpötilassa $t_a = 25\text{ °C}$	0,79
Led, vakiovalovirtaohjaus	0,88
Loisteputki T8/T5, pakkasputki	0,70

## 5.1 Valaistusalueiden jako

Haastatteluissa, jotka käytiin Oukan rakennusinsinöörin ja alueella toimivan pääkunnossapito urakoitsijan Dynniqin asentajien, että myös projektin johdon kanssa, on haluttu korostaa yhdeksi aiheeksi vanhojen asennustapojen mukaiset asennusratkaisut ja sähkölaitteet kuten ”uuninluukkukytkimet”. Ne aiheuttavat vaaratilanteita sähkötöissä ja joten niiden kohdalla sovelletaan poikkeavia menetelmiä muista huoltotöistä. Joidenkin vanhojen asennusten huolto- sekä erilaiset purku- ja vaihtotyöt vaativat keskivertoa laajempaa tietotaitoa sähköalalta, jotta osataan reagoida työtilanteeseen asianmukaisella varovaisuudella. ”Uuninluukkukytkimien ” kohdalla kutsuttaisiin verkkoyhtiö paikalle ja tekemään kytkimestä jännitteetön. Oulun kaupunki päättänyt, ettei kaupungin valaistusverkossa tehdä mitään sähkötöitä jännitteellisinä. Tätä määräystä valvoo sähkötyön johtaja ja käytön johtaja. (Kaipainen, M., Koskinen, A., Rintelä, M., Tumelius, H. & Vuolo, J 2021).

Sähköturvallisuuslain ja päivittyvien standardien mukaan toimiminen valaistus verkossa on välttämätöntä. Oulun kaupungin katuvalaistusverkko kattaa suuren pinta-alan kaupungin ympäristöstä. Kuvassa 2 kaupungin valaistusalue kokonaisuudessaan. Huolto-ohjelmassa käsittelevä valaistus alue on jaettu neljään sektoriin, alue 1–4.



Kuva 2. Aluejako 1 – 4, Alue 4 (vas.ala), Alue 1 ( kesk.ala), Alue 2 (oikealla), Alue 3 (vas.ylä).

Huolto-ohjelmassa käsitellään jokaisen valaistuksen osan huoltotoimenpiteet. Taustalla näin yksityiskohtaiselle dokumentille tulee aikaisemmin mainitusta alueen laajuudesta sekä huoltotehtävien tarkka määrittely ja aikatauluttaminen helpottaa työn organisointia. (Kaipainen, M., Koskinen, A., Rintelä, M., Tumelius, H. & Vuolo, J 2021).

Ehdotus valaistusalueen jakoon neljään alueeseen tuli Oukan yhteyshenkilöltä ja sen tavoitteena on helpottaa huoltosykliä. Aikaisemmin kuvassa 2 esitetty kokonaisuus oli jaettu yli kahteenkymmeneen osaan, ja alueiden valaisin määrät eivät olleet tasapainossa keskenään mikä aiheutti hankaluutta valaisinhuollon organisoinnissa. Kunnossapidon piiriin kuuluu yli 44 000 valaisinta, jotka jakautuvat suhteellisen tasaisesti neljän alueen kesken. Alue jaon suoritti 2021 syksynä Nordamp Oy. (Kaipainen, M., Koskinen, A., Rintelä, M., Tumelius, H. & Vuolo, J 2021)

## 5.2 Ennakoiva kunnossapito

Tässä luvussa käsitellään Oulun kaupungin valaistushuoltourakan urakoitsijakouksessa käytyjä ohjeistuksia ja tarkennuksia. Kokouksien osallistuivat Dynniqin yhteyshenkilö, Nordamp Oy:n edustaja ja Oulun kaupungin edustaja työn tilaajana. Ennakoivan kunnossapidon tarkoituksena on ylläpitää kaupungin tie- ja katuvalaistuksen toimivuus suunnitellulla ja käytännössä hyväksytyllä tasolla. Ennakoiva kunnossapito perustuu tasavälisiin huoltokierroksiin sekä alue kohtaisiin ryhmävaihtoihin, jotka toteutetaan yksi alue kerrallaan. Tällä tavoin voidaan estää suurien vikatilanteiden syntyminen, kuten esimerkiksi laajojen alueiden katuvalaistuksen valonlähteiden rikkoontuminen ikääntymisen ja elinkaaren loppumisen takia. Ryhmävaihdossa päivitetään kaikki kohdealueen valaisimet uusiin, tällä tavoin säästetään kustannuksissa sekä tilattavan työn määrässä kuin että valaisimen polttimoita käytäisiin vikatilanteen sattuessa vaihtamassa yksitellen. Ryhmävaihtojen tarve vähenee sitä mukaa, kun ledivalaisimet yleistyvät ja vanha lammputkanta poistuu käytöstä. Hyvä esimerkki ennakoivasta kunnossapidosta on kunnossapitokierrokset, joita suoritetaan valaistusalueille 2–4 kertaa vuodessa. Näillä kierroksilla korjataan huomattavat virheet ja rikkoutuneet komponentit. (ST 58.10.01 2016) (Kaipainen, M., Koskinen, A., Rintelä, M., Tumelius, H. & Vuolo, J 2021)

Huoltokierroksilla ja huoltoajoilla dokumentoidaan vikakohtat ja ne korjataan kootusti huolto-ohjelmassa käytyjen ohjeiden mukaisesti.

Oulun kaupunki on pyrkinyt kaupunki alueen Sp-Na ja kaasuväläisimien vaihtamiseen ledivalaisimiin niiden huomattavasti pidemmän elinkaaren ja energiatehokkuuden vuoksi. (Kaipainen, M., Koskinen, A., Rintelä, M., Tumelius, H. & Vuolo, J 2021)

### 5.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavaan kunnossapito sisältää erilaiset vikatilanteiden korjaukset, vikapäivytys ja niin kutsutut ensiaputilanteet. Tässä kontekstissa ensiapu tilanteilla tarkoitetaan kaupungin omaisuuden rikkoontumista tai vahingoittumista. Tällaisissa tapauksissa kunnossapitourakoitsija käy tapahtuma paikalla tekemässä rikkoutuneet valaistusverkon osat jännitteettömiksi ja tekee raportin vahingoittuneesta materiaalista. Myös liikenne aiheuttaa valaistusvikoja esimerkiksi kolaritapauksissa. Vikoja syntyy usein talvikunnossapidon toimenpiteiden seurauksena. Kaupungin alueella tapahtuvien maanrakennustöiden yhteydessä on toisinaan maanrakennusurakoitsijoilla jäänyt kaapelinäyttöpöyrynnöt tekemättä ja kaivinkoneen katkaistua kaapelit joudutaan korjaamaan vikojen korjaustyönä. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu myös tapahtuma alueen siivoaminen valaistusverkon osista. Huolto-ohjelmassa ohjeistetaan, kuinka tämän kaltaisissa tilanteissa toimitaan. (Kaipainen, M., Koskinen, A., Rintelä, M., Tumelius, H. & Vuolo, J 2021)

## 6 TIE- JA KATUVALAISTUKSEN LÄHTÖTILANNE HUOLTO-OHJELMAN LAADINTAAN

Oulun kaupunki pyrkii jatkuvasti parantamaan tie- ja katuvalaistuksensa energia- tehokkuutta ja ylläpitävään toimivaa valaistusverkkoa panostamalla ulkovalaistuslaitteiden huoltoon ja kunnossapitoon. Näin ollen kaupunki on pyrkinyt korvaamaan Oulun keskustan alueella perinteiset lyhytikäiset valaisimet ledivalaisimilla ja näin myös parantamaan valaistuksen yhtäläisyyttä.

Oulun kaupunki käyttää infraomaisuutensa hallintaan Trimble NIS järjestelmää. Trimble NIS on pistetieto omaisuudenhallinta järjestelmä. Se on cad-pohjainen suunnittelu ja laskentaohjelmisto. Järjestelmän ylläpito ajan tasalla helpottaa alueella toimivia urakoitsijoita sillä NIS järjestelmä päivittää sen kevyempään selain versioon datan, jonka avulla asentajat voivat havainnoida tulevan työalueen etukäteen. Tämä selain versio on nimeltään Trimble UTG.

Järjestelmässä ylläpidetään kaupungin infratekniikkaa ja niihin liittyviä teknisiä järjestelmiä, kuten katuvalaistusta. Ennen nykyistä huoltosopimusta, Oulun kaupungin alueen valaistuksen pääkunnossapitäjänä toimi Oulun Energia, jolla oli myös järjestelmän ylläpitovastuu.

Nykyisen huoltosopimuksen aikana havaittiin, että järjestelmässä ollut tieto ei ollut ajan tasalla. Kaupungin aloitteesta, sen digitoinnin järjestelmällisyyttä lähdettiin kehittämään vuoden 2021 keväällä.

Nordamp Oy on toteuttanut kehittämishanketta pääurakoitsijan alihankkijana ja kaupungin ohjaamana.

Oulun kaupungin katuvalaistuksen huoltourakkasopimukset ovat neljän vuoden mittaisia ja nyt kuluvana vuotena 2022 on sopimuksen kilpailutus. Huolto-ohjelmaa käytetään myös tässä tilanteessa osana kilpailutusmateriaalia.

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa huolto-ohjelma Dynniq Finland Oy:lle koskien Oulun kaupungin katuvalaistuksen huoltoa ja ylläpitoa varten. Tätä huolto-ohjelmaa käytetään kunnossapitourakan suorittamisen hyväksi.

Oulun kaupungilla ei ole aikaisemmin ollut omistamalleen valaistukselle erillistä huolto-ohjelmaa, jossa määritellään kaupungin valaistuksen kunnossapidon eri toimenpiteet kootusti. Huolto-ohjelmassa käsitellään alueen valaistusurakointiin liittyvät vastuurajaukset sekä toimenpidemenettelyt alueella toimiville urakoitsijoille, jotka työskentelevät valaistusverkossa tai sen osissa. Tuotosta on tarkoitus käyttää osana urakoitsijoiden työntekijöiden perehdytysmateriaalia ja näin ollen alkuperäiseen huolto-ohjelman otsikointiin on merkitty tunnuksella (P) ne kohdat, jotka valaistusverkossa työskentelevien työntekijöiden ja kohteiden vastuuhenkilöiden on turvallisen työskentelyn kannalta olennaista ymmärtää. Suluissa olevalla (P) kirjaimella tarkoitetaan ”perehdyttämis” aineistoa. Koska liitteenä oleva alkuperäinen huolto-ohjelma käsittelee työkohtaisia vastuita ja toimenpiteitä, on tärkeää pohtia urakoitsijan vastuita yleisellä tasolla.

Kunnossapitourakoitsijan veloitteet määritellään Oulun kaupungin valaistuksen huoltourakkasopimuksessa. Kyseisessä urakkasopimuksessa määritellään myös esimerkiksi kunnossapitourakoitsijan ja heidän alihankkijoidensa hyväksyttämiseen ja käyttämiseen liittyvät menettelyt.

Huolto-ohjelma perustuu Oulun Kaupungin tehtäväkortiston ohjeisiin, ST-kortiston ohjeisiin sekä väyläviraston ja laitetoimittajien ohjeistuksiin ja kunnossapidon kokemusperäiseen tietoon. Kun tilaaja ilmaisi tarpeensa huolto-ohjelman tarpeesta ja sen puuttumisesta, sai yritykseni toimeksiannon tämän dokumentin luomisesta kesällä 2021. Työ aloitettiin välittömästi keräämällä informaatiota Oulun kaupungilta ja Dynniqiltä. Vaikkakin Nordamp Oy toimi alihankkijana Dynniqille sovittiin, suorasta kommunikoinnista työn tilaajan ja aliurakoitsijan välillä. Asiaa hoidettiin tästä edes Nordampin ja Oukan välillä. Dokumentin rakennetta suunniteltaessa vuoden 2021 kesän ja syksyn aikana käytiin keskustelua erinäisistä niin sanotuista erikoiskohteista, kuten valotaideteoksista ja pienvenesatamista, joissa

on huomioitava poikkeavia seikkoja verrattuna kaupungin katuvalaistukseen yleisellä tasolla. Dokumentin sisältöä mietittiin ja tarkasteltiin tätä varten sovituisissa kokouksissa. Kunnossapitourakoitsija ja tilaaja voivat esittää kunnossapitourakan aikana huolto-ohjelmaan parannuksia ja kehittämisideoita, jotka käsitellään ja hyväksytään yksittäin urakkakokouksissa yhdessä. Kunnossapitourakoitsija on velvollinen tuomaan tilaajan tietoon muissa kohteissaan toteuttamansa parhaat käytännöt, mikäli niiden avulla voidaan kehittää huolto-ohjelman sisältöä. Huolto-ohjelman sisältö ja soveltuvuus tarkastellaan vuosittain yhdessä sitä varten erikseen pidetyssä urakkakokouksessa. Näitä yleisiä käytänteitä noudatettiin kyseisessä urakkasuhteessa.



## LÄHTEET

Glamox Oy 2022a. LED ja energiatehokkuus. Viitattu 10.3.2022. <https://glamox.com/fi/led-ja-energiatehokkuus1>

Glamox Oy 2022b. Ledien elinikä. Viitattu 10.3.2022. <https://glamox.com/fi/ledien-elinika1>

Kaipainen, M., Koskinen, A., Rintelä, M., Tumelius, H. & Vuolo, J. 2021. Dynniq Finland., Nordamp Oy. & Oulun kaupungin ympäristöpalvelut. Urakoitsijakokous 14.6.2021.

Koskinen, P. 2022. Dynniq Finland. Entisen maajohtajan puhelinhaastattelu 20.3.2022.

Mäkinen, M & Koivisto, P. 2020. ST-käsikirja 34. Hyvät asennustavat Sähkö- ja tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähkötieto Oy.

ST 57.40. 2017. Valaistustekniikan perussuureet ja määritelmät. Espoo: Sähkötieto Oy.

ST 58.08. 2021. Valonlähteet. Espoo: Sähkötieto Oy.

ST 58.10.01. 2016. Taajamien, maanteiden sekä jalankulku- ja pyöriteiden valaistus. Espoo: Sähkötieto Oy.

ST 58.25. 2020. Ulkovalaistusverkon mitoitus. Espoo: Sähkötieto Oy.

Sähköturvallisuuslaki 15.6.2016 / 1135

Tetri, E. 2022. Mitä Ledi on ja mitkä ovat sen edut ja haitat?. Aalto-yliopisto. [https://www.valosto.com/tiedostot/Kohti\\_valoa\\_Tetri.pdf](https://www.valosto.com/tiedostot/Kohti_valoa_Tetri.pdf)

Tumelius, H. 2022. Dynniq Finland. Projektipäällikön puhelinhaastattelu 18.3.2022.

Väylävirasto. 2015. Maantie- ja rautatie alueiden valaistuksien suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 16/2015. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2015-16\\_maantie\\_rautatiealueiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf)

## LIITTEET

- Liite 1. Huolto-ohjelma sähköjärjestelmät, Ulkovalaistus (Luottamuksellinen)
- Liite 2. Huolto-ohjelman sisällysluettelo

## Liite 2 1(2) Huolto-ohjelman sisällysluettelo

## SISÄLLYSLUETTELO

1	HUOLTO-OHJELMA.....	6
1.1	Vuosikello .....	6
1.2	Tilaaaja .....	6
1.3	Kunnossapitourakoitsija .....	6
2	YLEISET TURVALLISUUS OHJEET JA VAATIMUKSET .....	7
2.1	Riskien hallinta, vaaranarviointi ja turvallisuus suunnitelmat (P) .....	8
2.2	Henkilöstön pätevyys ja osaaminen (P).....	8
2.3	Turvallisuuskoulutus .....	9
2.4	Perehdyttäminen.....	10
2.5	Työympäristö .....	10
2.6	Henkilösuojaus (P).....	11
2.7	Turvallisuushavaintojen ja poikkeamien raportointi (P) .....	11
2.8	Kemikaalien käsittely (P) .....	11
2.8.1	Nostotyö (P).....	11
2.8.2	Henkilönostot (P) .....	12
2.8.3	Tulityö (P) .....	12
2.8.4	Sähkötyöt (P).....	12
2.8.5	Jännitetyö (P) .....	14
2.8.6	Patoaltaalla tehtävät työt .....	14
2.8.7	Silta työskentely.....	14
2.8.8	Muuntamossa tehtävät työt .....	15
2.8.9	Pylvästyöt (P) .....	15
2.9	Turvallisuusseuranta.....	15
2.10	Kolmannen osapuolen urakoitsijat (P) .....	15
2.11	Käyttö- ja huolto-ohjeet (P) .....	16
2.12	Turvallisuuspoikkeamat (P) .....	16
2.13	Turvamiehen ja liikenteenohjaajan tehtävien hoitaminen (P) .....	17
2.14	Törmäysvaimennin (P).....	17
3	OMAISUUDEN HALLINTA .....	18
3.1	Pistetieto ohjelmisto (P).....	18
3.2	Työnseuranta ohjelmisto (P).....	18
4	HUOLTOKIERROS .....	20

## Liite 2 2(2) Huolto-ohjelman sisällysluettelo

4.1	Aluejako .....	21
4.2	Huoltokierroksen tehtävälista.....	27
4.2.1	Lamppujen vaihto, yksittäisvaihto .....	27
4.2.2	Valaisimien ja varsien kiinnityksen tarkastus ja korjaus sekä valaisimien suuntaus .....	28
4.2.3	Valaisinvikojen korjaus .....	28
4.3	Pylväiden maalaushuolto .....	29
4.4	Puuston ja oksien raivaaminen.....	30
4.5	Aikataulu & toimenpideaika .....	30
5	RYHMÄNVAIHTO .....	31
5.1	Turvallisuus.....	31
5.2	Tehtävät.....	32
5.2.1	Pylväiden ja perustojen tarkastaminen.....	32
5.2.2	Johtojen kunnan tarkastaminen.....	33
5.2.3	Ulkovalaistuskeskusten tarkastaminen .....	33
5.3	Työaikainen dokumentaatio .....	34
6	PIENVENESATAMAT .....	34
6.1	Kohdekohtaiset järjestelmät.....	34
6.2	Turvallisuus.....	34
6.3	Tehtävät.....	34
6.3.1	Ulkovalaistus .....	34
6.3.2	Sähkökeskus .....	34
6.3.3	Muut sähköjärjestelmät.....	35
7	TYÖMAA KOHTAISET TOIMENPITEET .....	35
8	VAURIOKORJAUKSET .....	35
8.1	Ensi-apu tapaturma tilanteessa .....	35
8.2	Työturvallisuus.....	35
9	TAIDETEOKSET .....	36
9.1	Kohdekohtaiset järjestelmät.....	37
9.2	Turvallisuus.....	37
10	ERIKOISKOHTEIDEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄT .....	37
10.1	Suihkulähteet .....	37
10.1.1	Kohdekohtaiset järjestelmät .....	37
10.2	Kaupungin valaistus ELY:n tiellä .....	37
11	TIE- JA KATUVALAISTUSVERKKO.....	38
12	DOKUMENTOINTI SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSVAIHEESSA .....	38