

Teemu Tahvanainen

# Katu- ja aluevalaistuksen projektinhallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinööriytyö

27.9.2015

Tekijä(t)	Teemu Tahvanainen
Otsikko	Katu- ja aluevalaistuksen projektinhallinta
Sivumäärä	34 sivua + 5 liitettä
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Tuomo Heikkinen Aluepäällikkö Juha Karppinen
<p>Insinööri työ tehtiin Eltel Networks Oy:lle, tarkoituksena parantaa uuden katu- ja aluevalaistuksen projektinhallintaa ja luoda perehdytysmateriaalia uusia valaistusrakentamisen työpäälliköitä varten.</p> <p>Työssä esitellään valaistusprojektin eri vaiheet, säännökset ja standardit. Lisäksi työssä käydään läpi ongelmakohtia ja niihin liittyviä parannuksia, jolloin saadaan parannettua projektien kannattavuutta ja sujuvuutta.</p> <p>Insinööri työssä käytettiin lähteinä töiden toteuttamisessa vaadittavia standardeja, ohjeita, määräyksiä, internetiä sekä projektinhallinnan kirjallisuutta.</p> <p>Insinööri työn tuloksena saatiin koottua materiaalia, jolla uusi valaistuksen työnjohtaja voidaan perehdyttää työhön, jonka avulla saadaan parannettua projektien sujuvuutta ja kannattavuutta.</p>	
Avainsanat	Valaistusrakentaminen, projektinhallinta

Author(s)	Teemu Tahvanainen
Title	Project Management of Street and Area Lighting
Number of Pages	34 pages + 5 appendices
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electrical power engineering
Instructor(s)	Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer Juha Karppinen, Area manager
<p>This thesis was made for Eltel Networks. The purpose of thesis was to improve the project management of street and area lighting and produce training material for new lighting project managers in the organization.</p> <p>This thesis presents the lighting project standards and regulations as well as the different phases. Also possible problems and solutions to them were taken into account to improve the flow and profitability of the projects.</p> <p>Applicable standards and regulations of electric and civil engineering were used as source of this thesis, as well as internet sources and literature of project management.</p> <p>As a result of the thesis, material was produced for the introduction of new project managers. Also, projects will be more viable and streamlined.</p>	
Keywords	Street lighting, project management

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	ELTEL Networks Oy	2
3	Sähkörakentamisen standardit ja ohjeet	3
3.1	Säköturvallisuuslaki 14.6.1996/410 ja Sähköturvallisuusasetus 26.6.1996/498	3
3.2	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset	3
3.3	SFS6002	4
3.4	SFS6000	4
3.5	Infrayl	4
3.6	Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, YSE	5
3.7	Tilaaajavastuulaki	5
3.8	Työntekijöiden erilliset koulutukset	6
4	Valaistusprojekti	7
4.1	Valaistusprojektin suunnittelu	7
4.1.1	Valaistusluokat	7
4.1.2	Valonlähteet	9
4.1.3	Pylväät ja pylväsväli	10
4.1.4	Syöttökaapelin valinta	10
4.1.5	Valaistuskeskus	11
4.2	Valmis valaistussuunnitelma	11
4.3	Tarjouksen jättäminen	11
4.4	Valaistustyötilauksen dokumentit	12
4.5	Tilauksen vastaanottaminen ja aloituskatselmointi	13
4.6	Tarvikkeiden tilaus	14
4.7	Maanrakennustyöt	15
4.7.1	Kaivulupa	15
4.7.2	Työnaikaiset liikennejärjestelyt	15
4.7.3	Kaapelit ja suojaus	16
4.7.4	Muut maanrakennustyöt	17
4.8	Valaistustarvikkeiden asennus	18
4.8.1	Maa- tai ilmakaapelointi	18
4.8.2	Pylväiden, varsien ja valaisimien asennus	19



4.8.3	Valaisimien kytkentä	19
4.8.4	Valaistussuunnitelman toteutuskelpoisuus ja päivittäminen	19
4.8.5	Käyttöönottotarkastus	20
4.9	Kartoitus	20
4.10	Työmaakatselmointi	21
4.11	Loppukatselmointi	22
4.12	Valaistustyön dokumentointi	22
4.13	Työn laskutus	23
5	Projektinhallinta	24
5.1	Projektipäällikkö	24
5.2	Työn aikataulus	24
5.3	Valaistusprojektin riskienhallinta	25
5.3.1	Työn riskitekijät	25
5.3.2	Nostotöiden suunnittelu ja riskien hallinta	25
5.4	Valaistusprojektin tulosten analysointi	27
6	Katu- ja aluevalaistusprojektin parantaminen	27
6.1	Projektien ongelmakohtat	27
6.1.1	Valaistustyön esiselvitys ja valaistustarvikkeiden tilaus	27
6.1.2	Maanrakennustyöt	28
6.1.3	Tarvikkeiden toimituspäivämäärän tarkistus	28
6.1.4	Tarviketoimituksen tarkistus	29
6.1.5	Katselmuksien dokumentointi	29
6.2	Valaistusprojektin tarkastuslista	30
6.2.1	Sopimukset ja työn dokumentit	30
6.2.2	Maanrakennustöiden suunnittelu ja toteuttaminen	30
6.2.3	Valaistustarvikkeiden valmistelu ja asentaminen	31
6.2.4	Työkohteeseen liittyvien rakenteiden tarkistus	32
6.2.5	Loppudokumenttien tarkistus ja kokoaminen	33
7	Yhteenveto	34

Lähteet

Liitteet

Liite 1. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Liite 2. Työmaapäiväkirja

Liite 3. Check list

Liite 4. Yleisten teiden ja katujen valaistusluokat

Liite 5. Työaikaisten liikennejärjestelyjen tarkistuslista

## Lyhenteet

ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio
ISO	International organization of standardization, kansainvälinen standardointijärjestö.
OHSAS	Occupational health and safety management system, työterveyden ja – turvallisuuden hallintajärjestelmä.
SFS	Suomen standardisoimisliitto.
YSE	Yleiset sopimusehdot.

## 1 Johdanto

Tämä työ on tehty Eltel Networks Oy:lle. Power Distribution Etelä-Suomen valaistusyksikkö sijaitsee Tuusulassa. Työn tarkoituksena on luoda Eltel Networks Oy:lle käsikirja katu- ja tievalaistuksen projektihallintaan. Näin saadaan perehdytysmateriaalia uusien työntekijöiden varten ja nykyisiä työskentelytapoja voidaan kehittää.

Työssä tarkastellaan valaistusprojektissa tarvittavia pohjatietoja, säännöstöjä ja erilaisia tilaajan ja toteuttajan välisiä sopimusehtoja. Tarkoituksena on myös kehittää työskentelytapoja ja selvittää, kuinka uuden valaistuksen rakentamisprojektit saadaan toteutettua joustavasti ja kustannustehokkaasti.

Työn tekemisessä käytetään lähteinä sähkö- ja maanrakennusalan ohjeita, sääntöjä ja standardeja sekä katu- ja tievalaistuksessa tehtävien erilaisten sopimusten sopimusehtoja.

## **2 ELTEL Networks Oy**

Eltel Networks on kansainvälinen osakeyhtiö, jonka pääkonttori sijaitsee Espoossa. Suomen ja Ruotsin lisäksi toimintaa on useissa eri Euroopan maissa, kuten Norjassa, Tanskassa, Virossa, Latviassa, Liettuassa, Saksassa ja Isossa-Britanniassa. Yhtiön toimialoihin kuuluu telematiikan, tuulivoiman, rata-, siirto- ja jakeluverkkojen, kiinteiden televerkkojen ja mobiiliverkkojen rakentaminen ja ylläpito. (1.)

Suomessa yritys aloitti toimintansa vuonna 2001. Yritys on jaettu taloudellisesti kahteen eri yritykseen, Eltel Networks Oy:hyn ja Eltel Networks Oy Pohjoiseen. Yrityksen toimitusjohtajana on Juha Luusua. (1.)

Valaistustiimi kuuluu Power Distribution -yksikköön ja pystyy hoitamaan katu- ja tievalaistusprojektin aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpitoon. Valaistustiimin asiakkaita ovat monet kunnat, kaupungit ja rakennusliikkeet.

Eltel Networks käyttää toiminnassaan useita laatujärjestelmiä. Niitä ovat ISO 9001 (laatu), ISO 14001 (ympäristö) ja OHSAS 18001 (työterveys- ja turvallisuussuunnitelma) (1.)

### 3 Sähkörakentamisen standardit ja ohjeet

Sähkörakentaminen on Suomessa luvanvaraista ja hyvin ohjeistettua. Alalle on tehty useita standardikokoelmia, kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksiä ja ohjeita, jotka muun muassa määrittävät sähkörakentamisen vastuut sekä asennustekniset asiat. Suomessa noudatetaan IEC:n standardeja, johon on lisätty kansallisia vaatimuksia. Näistä koostuu standardikokoelmat SFS6000 (pienjänniteasennukset) ja SFS6002 (sähkötyöturvallisuus). Lisäksi suurjänniteasennuksille on oma SFS6001-standardikokoelma.

#### 3.1 Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410 ja Sähköturvallisuusasetus 26.6.1996/498

Sähköturvallisuuslaki määrittelee sähkölaitteiston vaatimukset, valvonnan ja sen haltijan vastuut vahingonkorvausvelvollisuudesta. Kyseinen laki määrittelee myös, millä edellytyksillä ja kuka sähkölaitteistoja saa rakentaa, huoltaa ja ylläpitää. Laissa määritellään myös laitteistolle tehtävät tarkastukset kuten käyttöönottotarkastus ja varmennustarkastus. (2, s. 8.)

Sähköturvallisuusasetus tarkentaa sähköturvallisuuslakia tarkastusten osalta (2, s. 19).

#### 3.2 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset

Kauppa- ja teollisuusministeriö on antanut useita päätöksiä koskien sähköalaa ja sähkölaitteistoja. Niitä ovat

- KTM päätös sähköalan töistä, KTMp 516/1996 (muutokset 1194/1999, 28/2003, 1253/2003, 351/2010)
- KTM päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä, KTMp 517/1996 (muutokset 30/2003, 335/2004)
- KTM päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta, KTMp 1694/1993.

Edellä mainitut päätökset selvittävät laitteistojen turvallisuutta, sähkötyönjohtajan ja käytön johtajan määräyksiä ja velvollisuuksia, tekijöiden pätevyyskäsitteitä sekä laitteistojen käyttöönottoja ja tarkastuksia. (2, s. 23.)

### 3.3 SFS6002

SFS6002-standardi on sähköturvallisuutta käsittelevä standardi. Standardi ohjeistaa turvalliseen työskentelyyn ohjeistamalla muun muassa työvälineistä, suojaimista, yhteydenpidosta ja asiakirjoista. Jokaisen alalla työskentelevän täytyy käydä tämä kurssi. Kun kurssin on suorittanut, se on voimassa viisi vuotta. (2.)

### 3.4 SFS6000

SFS6000-standardi määrittelee, kuinka sähkörakentaminen tulee toteuttaa. Kyseinen standardi koskee alle 1000 V jännitteisessä verkossa tapahtuvaa työtä. Standardi ohjaa turvalliseen sähkörakentamiseen suunnittelusta toteuttamiseen. Tätä standardikokoelmaan valaistusrakennuksessa seurataan. (3.)

### 3.5 Infraryl

Infraryl-laatuvaatimusjärjestelmä on luotu infra-alan toimesta luotu ohjeisto, jolla määritellään infrarakentamisen rakennustekninen laatu. Se on jaettu kahteen osaan, joita ovat toimivuusvaatimukset ja tekninen laatu. Toimivuusvaatimukset kuvaavat elinkaarivaikutuksia ja tekniset vaatimukset tilannetta juuri rakentamisen päätyttyä. Katu- ja tievalaistusprojekteissa vaatimuksina voivat tulla vastaan seuraavat luvut:

- 10000: Maa-, pohja- ja kalliorakentaminen
- 20000: Päällys- ja pintarakenteet
- 30000: Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät.

Yleensä työmaalla seurattava ohjeistus määritelty tarkemmin alanumerolla, koska ohjeistukset sisältävät satoja sivuja tietoa. (4.)

### 3.6 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, YSE

YSE määrittelee rakennusurakan sisällön ja laajuuden, velvollisuudet, urakka-ajan ja vastuut, vakuudet ja vakuutukset, maksuvelvollisuuden, suunnitelma- ja hintamuutokset, omistusoikeuden ja vahingonvaaran, organisaatiot, yhteiset kokoukset ja toimitukset, sopimuksen purkaminen ja siirtäminen sekä erimielisyydet ja niiden ratkaiseminen. YSE velvoittaa pitämään työmaapäiväkirjaa, joka on esitetty liitteessä 2. (5.)

### 3.7 Tilaajavastuulaki

Tilaajavastuulain tarkoitus on kitkeä harmaata työvoimaa Suomesta ja estää veronkiertoa. Lailla myös pyritään parantamaan kilpailua ja yhdenmukaistamaan yritysten asemaa. Laki edellyttää tilaajaa pyytämään urakoitsijalta ja urakoitsijan toimittamaan korkeintaan kolme kuukautta vanhat tiedot siitä, onko yritys merkitty ennakkoperintä- ja työnantajarekisteriin ja arvonlisävelvollisten rekisteriin. Lisäksi täytyy olla alle kolme kuukautta vanha kaupparekisteriote ja todistus maksetuista veroista tai veroveloista kuten myös todistus eläkevakuutusten ottamisesta ja eläkevakuutusmaksujen suorittamisesta. Näiden ohella tarvitaan myös selvitys yrityksen noudattamasta työehtosopimuksesta ja todistus lakisääteisen tapaturmavakuutuksen ottamisesta (Rakennusala). (6.)

Tilaajavastuuseen liittyy myös Valti-kortti eli rakennustyömaalla tarvittava kuvallinen veronumeron sisältävä henkilökortti. Myös rakennustyömaat, joiden kustannus nousee yli 15 000 euroon ilman arvonlisäveroa, on ilmoitettava veronumerorekisteriin. Tämän osan tekee tilaaja, joka antaa rakennustyömaalle osoitetun tunnuksen urakoitsijan käyttöön. Urakoitsija ilmoittaa tilaajalle rakennustyömaalla käyneet ja käyvät henkilöt ja nämä tiedot perehdytyksineen tallennetaan rekisteriin. (6.)



### 3.8 Työntekijöiden erilliset koulutukset

Asentajilla tulee olla vaadittavan ammattipätevyyden ja voimassa olevan SFS6002-sähkötyöturvallisuustutkinnon lisäksi Tieturva 1 -kortti, Työturvallisuuskortti, Tulityökortti, ja Pääkaupunkiseudun katutyöt -kortti. Lisäksi täytyy olla suoritettu Hätäensiapu-kurssi. Näillä koulutuksilla työnantaja voi varmistua, että työntekijä on saanut lisäohjeistusta turvalliseen työn tekemiseen. Usein myös tilaaja vaati myös kyseisiä koulutuksia mahdollisten riskien ja onnettomuuksien minimoimiseksi. Tähän Eltel Networksilla tähdätään Goal Zero -ohjelmalla, jonka tarkoituksena on nolla tapaturmaa. Tähän ohjataan raportoimalla henkilökunnalle läheltä piti -tilanteista ja vaaran paikoista sekä miettimällä kuinka olisi voitu tehdä toisin.

Työnjohtoa Eltel Networksilla koskevat lisäkoulutuksista Tieturva 2 -kortti, Työturvallisuuskortti, Tulityökortti, Hätäensiapu ja Pääkaupunkiseudun katutyöt -koulutus. Lisäkoulutuksilla pyritään tehostamaan työmaiden riskisuunnittelua ja turvallisempaa työskentelyä.

## 4 Valaistusprojekti

### 4.1 Valaistusprojektin suunnittelu

Kun tilaaja alkaa miettimään alueen valaistusta, on taustalla tavoite parantaa valaistavan alueen viihtyisyyttä ja turvallisuutta. Esimerkiksi pimeällä tieosuudella ajettaessa onnettomuusriski kasvaa 1,5 - 3-kertaiseksi verrattuna valoisaan aikaan. (7, s. 8.)

Valaistussuunnitelman tekee valaistussuunnittelija. Suunnittelija määrittää esitietojen perusteella katuluokan, joka määrittää valaistuskorkeuden ja valovoiman tarpeen sekä valaistuspisteiden etäisyydet. Suunnittelija tekee alueen valaistussuunnitelman, johon piirretään valaisintyyppi, valaistuskorkeus, valopisteiden sijaintikoordinaatit (jalusta ja pylväs) ja käytettävän valaisimen vaatimukset.

#### 4.1.1 Valaistusluokat

Valaistusluokka tielle määräytyy tien liikennemäärän ja ajonopeuden mukaan. Standardissa SFS-EN 13201-2 on määritelty eri tieluokat. Myös liikennevirastolla on oma suunnitteluohjeensa tievalaistuksen luokitukseen, joka pohjautuu edellä mainittuun standardiin, mutta on arvoiltaan hieman erilainen. (8, s. 11.)

Taulukossa 1 on annettu keskimääräinen yleisillä teillä ja kaduilla käytetty luminanssiarvo, jos ajonopeus on vähintään 50 km/h ja päällyste on kuiva tai märkä.

Taulukko 1. Yleisten teiden AL-luokat (7, s. 17)

Luokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Esto- häikäisy	Ympäristön valaistus
	Kuiva			Märkä		
	$L_m$ cd/m <sup>2</sup> , min	$U_o$ min	$U_l$ min	$U_o$ 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

Joissain tilanteissa kuten rampeissa voi olla vaikea käyttää AL-luokitusaulukkoa, joten niitä tilanteita varten on olemassa luxeihin perustuva AE-taulukko (taulukko 2) sekä kevyenliikenteenväylille K-taulukko (taulukko 3).

Taulukko 2. AE-luokitus (7, s. 18)

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. K-luokitus (6, s. 18)

Luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	Em <sup>1)</sup> 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

#### 4.1.2 Valonlähteet

Nykyisin on käytävissä muutamia erilaisia valonlähteitä. Katu- ja tievalaistuksen uudisrakentamisessa käytetään pääsääntöisesti LED-valaisimia, suurpainenatriumvalaisimia ja monimetallipolttimoilla olevia valaisimia, joiden tulee olla CE-hyväksytyjä. Ulkovalaisimien runkojen täytyy olla metallisia ja suojausluokaltaan IP65. (8, s. 14.)

Liikennevirastolla on omat vaatimukset tievalaisimille. Nämä vaatimukset on selvitetty Liikenneviraston ohjeessa "Tien valaisimien laatuvaatimukset". Liikennevirasto pitää yllä listaa hyväksytyistä valmistajista malleineen. (9.)

Koska tieliikenteessä värinointilla ei ole suurta vaikutusta havaitsemiseen, ovat keltaista valoa tuottavat, energia- ja kustannustehokkaat suurpainenatriumvalaisimet olleet tähän mennessä suosittuja tievalaistuksessa. Valonlähteen valinta on monesti budjettikysymys, vaikka LED-valaisimet alkavat olla lähes vastaavien suurpainenatriumpolttimoilla varustettujen valaisimien hinnoissa. LED-valaisimet kuitenkin kuluttavat selvästi vähemmän energiaa ja ovat värinointoltaan tasaisia ja huoltovapaampia. Lisäksi niihin voi ohjelmoida useita eri himmennystasoja kellonaikojen mukaan.

Markkinoille on tullut LED-valaisimia, joissa on liikkeentunnistus tai joita voidaan ohjata erillisellä liiketunnistimella. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että valaisimet tuottavat himmeän valon päällä ollessaan ja sensorin tunnistessa liikettä, valoteho nousee täyteen kirkkauteen ja palautuu himmeään asetukseen tietyn ajan kuluttua siitä, kun

liikettä ei enää havaita. Suomessa näitä koeasennuksia on tehty ainakin Kotkan ja Espoon kaupungeissa. Energiansäästötoiminnon saa myös suurpainenatriumvalaisimille. Tämä toteutetaan kaksitehokuristimella ja ohjattavalla releellä.

Monimetallipolttimoilla varustettuja valaisimia käytetään yleensä alueilla, joissa halutaan hyvää värintoistoa mutta joihin ulkonäöllisesti tai budjettiin sopivia LED-valaisimia ei ole saatavilla.

#### 4.1.3 Pylväät ja pylväsväli

Pylväinä käytetään taajama-alueilla metallista valmistettuja pylväitä, joita on mahdollista tilata eri pinnoitevaihtoehdoilla. Metallipylväät tulee kuumasinkitä SFS-EN EN ISO 1461 -standardin mukaisesti (5). Esimerkiksi maalamalla pylväät tai pinnoittamalla maalilla ja muovipinnoitteella niiden käyttöikä saadaan jatkettua kuluttavassakin ympäristössä paljon. Myös metallisilta pylväiltä vaaditaan CE-hyväksyntä. Vilkkaasti liikennöidyillä alueilla on syytä harkita törmäysvaimennettuja pylväitä. (8, s. 14.)

Pylväsvälin ja valaistuskorkeuden laskee valaistussuunnitteluohjelmisto annettujen määreiden, kuten katuluokan, valaistustehon ja pylväskorkeuden, avulla. Liian tiheät pylväsvälit lisäävät kustannuksia ja harvat taas vaikeuttavat näkemistä. Oikealla pylväsvälillä ja korkeudella valokeila on sopivan kokoinen eikä aiheuta heijasteita tai jätä pimeitä kohtia.

#### 4.1.4 Syöttökaapelin valinta

Maakaapelin paksuus määräytyy syötettävän kuorman suuruudesta ja johtolähdön pituudesta. Jos maakaapeli on poikki-pinnaltaan liian pientä, ei keskuksen johtolähdön suojaus toimi odotetulla tavalla oikosulkuvirran laskiessa. Kuormitus ei katuvalaistuksessa aiheuta ongelmia maakaapelin valinnassa, koska jopa AXMK 4x16 kestää 80 A virran per vaihe (10).

#### 4.1.5 Valaistuskeskus

Valaistuskeskus tilataan tilaajan toimittamien dokumenttien mukaan. Pääkaaviosta käy ilmi, mitä komponentteja ja tilanvarauksia valaistuskeskuksen pitää sisältää. Asennettuun keskuksen jätetään dokumentoinniksi keskuskaavio.

Valaistus jaetaan ryhmiin esimerkiksi katujen mukaan. Jokaiselle valaistusryhmälle on omat suojaussulakkeensa, jotka valitaan lähtöjen kuormituksen mukaan. Keskuksen asennetaan myös valaistuksen ohjaus, jolloin valaistusta saadaan ohjattua kellon ja vallitsevan luonnonvalon mukaan tai etäohjauksella.

#### 4.2 Valmis valaistussuunnitelma

Valaistussuunnitelman nimiölehdellä voi olla esimerkkikuva käytettävästä pylväästä ja valaisimesta. Jos tilaaja haluaa muokata pylvään tai valaisimen tyyppiä, tulisi tilaajan konsultoida asiasta valaistussuunnittelijaa. Tällä on aina vaikutusta valonjakoon ja voi olla vaikutusta tuleviin kustannuksiin joko investointikustannuksina tai käyttökustannuksina. Muutoksista on tarpeellista keskustella ennen työn tilaamista, koska muutoksilla voi olla vaikutuksia myös valaistustarvikkeiden toimitusaikoihin.

#### 4.3 Tarjouksen jättäminen

Valaistusprojektin kokonaiskustannuksesta riippuen voidaan tarjous pyytää yhdeltä tai usealta urakoitsijalta. Kuntien ja kaupunkien suuret investoinnit täytyy lain mukaan kilpailuttaa usean toimijan kesken. Yksikköhintaurakoissa tarjouskysely tehdään kerran. Sopimuksen tekemisen jälkeen ei sopimuskauden aikaisia työtilauksia tarvitse kilpailuttaa.

Laki, joka määrittää kilpailutuksen, on laki julkisista hankinnoista. Se pohjautuu Euroopan parlamentin ja neuvoston antamaan direktiiviin 2004/18/EY. Kaikkia ehdokkaita ja tarjoajia on kohdeltava samalla tavalla. Vesi- ja energihuollon rakennusurakoissa kansallinen kynnyusraja kilpailuttamiselle on ennen arvonnäköalaa yli 150 000€. (11)

#### 4.4 Valaistustyötilauksen dokumentit

Kun tilaaja on jättänyt tarjouspyynnön, sen liitteenä on useimmiten määräluettelo, valaistussuunnitelmakartta, työohje ja turvallisuusohje sekä purkutyökartta, jos työkohteessa on purettavaa valaistusta.

Valaistussopimuksesta riippuen, tilaaja toimittaa liitteitä siihen, joissa on määritelty tarkasti sopimuksen kesto, seurattavat standardit ja ohjeet, sopimuksen laajuus, laskutusperusteet ja laatuperusteet sekä tilaajan sekä urakoitsijan yhdyshenkilöt sopimukseen ja toteuttamiseen liittyvissä asioissa. Tärkeimpinä dokumentteina tulisi huomioida määrämittauserusteet ja laatudokumentit.

##### **Laatuvaatimukset**

Laatuvaatimukset on dokumentti, joka sisältää tarkat tiedot valaistustarvikkeiden ja asennusten laadusta. Dokumentista ilmenee esimerkiksi polttimoiden takuuehdot, pylväiden, valaisimien ja jalustojen tarkat määritteet, tarvittavat dokumentit ja niiden sisältö.

##### **Määrämittauserusteet**

Määrämittauserusteet-dokumentissa tilaaja määrittää mitä laskutettava yksikkö pitää sisällään. Esimerkiksi kaapelin veto voi sisältää kaapeleiden merkinnät ja sormikutisteet tai purettava pylväs –kohta voi sisältää pylvään lisäksi valaisin varren ja valaisimen.

##### **Määräluettelo**

Määräluettelosta käy ilmi, millaisia määriä tarvikkeita valaistushankkeessa tarvitaan. Siinä on ilmoitettu suunnitellut määrät mitä työhön on ajateltu kuluvan esimerkiksi kaapelointia, kaapelinsuojaustarvikkeita, pylväitä, varsia, valaisimia, maadoitustarvikkeita, liittimiä ja purettavia / siirrettäviä valaisinpisteitä. Lisäksi jotkut tilaajat lisäävät määräluetteloon valaistuspisteiden sijaintikoordinaatit sekä suojaputkien ja -kourujen sijainnin.

## **Valaistus- ja purkusuunnitelma**

Valaistussuunnitelmakartassa näkyy uusien valopisteiden sijainti maastossa sekä hyvin yleisesti kuva käytettävästä valaisimesta, pylväästä, valaisinvarresta ja valaisimen korkeusasema. Jos työkohteessa on siirrettäviä valaistuspisteitä, kuuluvat nekin osaksi valaistussuunnitelmaa. Tämä dokumentti on tärkein ohje asentajille.

Purkusuunnitelmaan on merkitty ne vanhat valopisteet, jotka valaistusprojektin aikana pitää poistaa tai siirtää. Myös työnaikaiset jakorajat on usein merkitty tähän dokumenttiin.

## **Työohje**

Työohje on sanallinen selitys valaistustyön toteuttamiseen. Tähän on kirjattu osa laatuvaatimukset-dokumentin kohdista. Kyseiseen dokumenttiin tilaaja on kirjannut valaistus- ja maarakentamisessa huomioon otettavat seikat, kuten standardit, ohjeet ja tilaajan omat vaatimukset. Jos työkohteessa käytetään LED-valaistusta, myös himmennystaulukot löytyvät työohjeesta.

## **Turvallisuusohje**

Turvallisuusohjeeseen tilaaja on koonnut ne työturvallisuutta koskevat ohjeet ja määräykset, jotka työmaakohtainen riskien analysointi on tuottanut. Siinä on otettu huomioon haitta muulle liikenteellä, kaivannot ja nostotyöt.

### **4.5 Tilauksen vastaanottaminen ja aloituskatselmointi**

Tilauksen vastaanottamiseen on monta tapaa. Yleisesti riittää se, että työ on tilattu ja sopimus on allekirjoitettu, kun taas pitkissä yksikköhintasopimuksissa työn vastaanottaminen on työkohtaista. Erillistä sopimusta näistä ei tehdä, vaan ne sisältyvät kauden yleissopimukseen. Asiakas saattaa tällaisessa sopimuksessa haluta tietylle työlle sitovan valmistumisajan kirjallisena. Tähän urakoitsija voi yleensä vaikuttaa, koska osalla valaistustarvikkeista on pitkiäkin toimitusaikoja. Myös jo sovitulle valmistumisajankohdalle on mahdollista anoa jatkoaikaa juuri



valaistustarvikkeiden toimitusaikojen puitteissa tai maatoiden viivästyessä ennalta arvaamattomista syistä.

Työmaalla suoritetaan aloituskatselmointi, jolloin selvitetään mahdollisia hidastavia tekijöitä työn tekemiselle ja jolloin urakoitsijan ja rakennuttajan edustajien on helppo kommunikoida keskenään. Aloituskatselmoinnista tehdään pöytäkirja, johon kirjataan tarkennuksia työmaan urakkarajoihin ja aikatauluihin. Jos maanrakennustöitä ei ole vielä tehty, aloituskatselmuksessa on mukana myös maanrakennusurakoitsija tuomassa oman kantansa rakentamisesta ja aikatauluista. Sähköurakoitsija ja maanrakennuksesta vastaava voivat suunnitella ja ajoittaa työvaiheet oikein.

#### 4.6 Tarvikkeiden tilaus

Tarvikkeet tehtävää työtä varten tilataan yleensä heti valaistussuunnitelman saavuttua, varsinkin, jos on kyse vähänkään perusmalliltaan poikkeavista tuotteista. Muun muassa valaisimen, varren tai pylvään maalauttaminen tai suuret kappalemäärät voivat pidentää toimitusaikaa huomattavasti. Välillä on myös laajoja projekteja, jolloin tilaaja voi suositella tilaamaan tarvikkeet osalle projektia, valaistusrakentamisen tapauksessa, esimerkiksi katu kerrallaan. Näiden projektien kesto voi olla yli puoli vuotta.

On myös projekteja, joissa osa valaistukseen liittyvistä tarvikkeista voi tulla myös tilaajan hankinta (esimerkiksi valaisimet), jolloin urakoitsija toimittaa loput tarvikkeet ja tekee asennustyön tai valaistusprojektissa käytetään jo asennettuja valaisimia ja vaihdetaan vain pylvää ja kaapelointi.

Eltel Networksilla tarvikkeiden tilaus tehdään käytössä olevan taloushallintaohjelmiston kautta suoraan tukkureille. Järjestelmän ansiosta kulut kirjautuvat automaattisesti projektille, jolle tarvikkeet on tilattu. Tilaaja toimittamasta määräluettelosta, työselitteestä tai valaistussuunnitelmasta ilmenevät tuotteen tarkat määritteet valaisimille, kuten valaistusvoimakkuus, värilämpötila, lisälaitteet (kuristin, tehonohjaus, ohjelmointimahdollisuus) sekä pylvälle ja valaisinvarsille. Mikäli kyse on erikoisemmasta tuotteesta, voi tukkuliike kysyä tuotteesta lisätietoja. Yksikköhintaurakoissa ennalta määrättyjen valaistustarvikkeiden hinnat on sovittu tukkurin kanssa tehtäessä tarjousta, ja hinnat ovat voimassa sopimuskauden loppuun, jos sopimukseen ei ole muuta kirjattu.

## 4.7 Maanrakennustyöt

Maanrakennustyöt tekee joko urakoitsijan tai tilaajan aliurakoitsija, tai tilaaja tekee ne itse riippuen sopimuksesta. Kaivutöiden suorittaja voi hakea kaivuluvat ja tekee työnaikaiset liikennejärjestelysuunnitelmat, jos suunnitelman tekemisen edellytykset täyttyvät (edellytyksenä Tieturva 2 -kortti). Muussa tapauksessa nämä asiat hoitaa valaistusrakentamisen projektipäällikkö.

### 4.7.1 Kaivulupa

Useat kunnat ja kaupungit vaativat kaivuluvan hakemista. Kaivuluvan hakemiseen tarvitaan suunnitelma tehtävästä työstä ja määrätty alue, jossa kaivuuta tehdään. Lisäksi tarvitaan sijoituslupa. Valaistusrakentaminen poikkeaa tästä hieman, koska yleensä kunnat ja kaupungit eivät vaadi omilta hankinnoiltaan sijoituslupaa.

Kaivuluvan myöntämisen jälkeen suoritetaan työskentelyalueella aloituskatselmus, jossa todetaan alueen kunto ennen kaivuuta, ja työn valmistumisen jälkeen loppukatselmus, jonka tarkoituksena on todeta, että alue on alkuperäisessä kunnossa.

### 4.7.2 Työnaikaiset liikennejärjestelyt

Asennustyö tapahtuu usein liikennöidyillä alueilla, jossa liikkuu kävelijöitä, pyöräilijöitä ja muita ajoneuvoja. Työnjohdon velvollisuus on tehdä tällaisista kohteista liikenteenohjaussuunnitelma sekä valvoa että suunnitelma toteutetaan.

Jos tilaaja tai tienpitäjä vaatii, tulee työnaikaisista liikennejärjestelyistä tehdä kirjallinen suunnitelma. Tämä vaatimus on yleensä esitetty työkohtaisessa turvallisuusohjeessa. Tilapäinen liikennejärjestelysuunnitelma hyväksytetään tienpitäjällä. Varsinkin silloin, kun haetaan kaivu- tai katutyölupaa, luvan liitteeksi halutaan liikennejärjestelysuunnitelma. Tähän on olemassa valmiita dokumentteja, joita muokkaamalla saadaan todellisuutta vastaava tilanne kuvattua, tai erillisiä maksullisia palveluita, joihin voi suunnitelman liitteeksi tallentaa kuvia todellisesta tilanteesta. Tällöin on myös mahdollista osoittaa tilaajalle epäselvissä tilanteissa, kuinka liikennejärjestelyt on työn aikana toteutettu.

Työnaikaisessa liikennejärjestelysuunnitelmassa tulee näkyä liikennemerkkien sijainti sekä autojen ja kevyenliikenteen kulkureitit. Liitteessä 5 on esitetty VTT:n yleismallinen tarkistuslista, jonka avulla työnaikaisen liikennejärjestelyn kompastuskivet on otettu huomioon.

Työnaikaista liikennejärjestelysuunnitelmaa tarvitaan kaivutyön lisäksi myös asennustyön toteuttamiseen. Asennustyöhön liittyvän työaikaisen liikennejärjestelysuunnitelman tekee Tieturva 2 -koulutuksen saanut henkilö, useassa tapauksessa valaistusrakentamisen projektipäällikkö.

Tien katkaisuun tarvitaan lupa tienpitäjältä. Kunnissa ja kaupungeissa tämä on mahdollista ottaen huomioon, että luvan saaminen voi kestää pidempään esimerkiksi julkisen liikenteen uudelleenreitittämisen takia. ELYn hallinnoimilla tieosuuksilla luvan saaminen on hyvin vaikeaa. Tällöin ainoaksi mahdollisuudeksi jää alitusporaus tai tunkkaus.

#### 4.7.3 Kaapelit ja suojaus

Tilaaajasta ja asennuskohteesta riippuen valaistuksen syöttökaapeli asennetaan ilmajohtona tai maakaapelina. Jos päädytään maakaapeliin, se suojataan vähintään suojakourulla. Jos alueella on paljon yhdyskuntatekniikkaa, käytetään yleensä suojaputkea. Myös SFS6000-standardi antaa ohjeistuksen kaapelin suojaamisesta. Taulukossa SFS6000-standardin ohjeistus asennuksen syvyyksistä.

Taulukko 4. Maakaapeleiden suojaus (3, s. 603)

Kaapelin asennussyvyys $h$	Standardin SFS-EN 50086-2-4 mukaisen iskunkestävyyden mukaan	Standardin SFS 5608 mukaisen lujusluokan mukaan
$h > 0,7$ m	merkkinauha	merkkinauha
$0,5$ m $< h \leq 0,7$ m	kevyt käyttö L	kevyt käyttö C
$0,3$ m $\leq h \leq 0,5$ m piha ja puistoalueilla	normaali käyttö N	raskas käyttö A
$0,3$ m $\leq h \leq 0,5$ m muilla alueilla	normaali käyttö N	keskiraskas käyttö B

Edellä olevassa taulukossa esimerkiksi nähdään, että standardin mukaan kaapelille ei tarvita mekaanista suojausta ollenkaan, jos asennussyvyys on yli 70 cm. Käytännössä asiakkaat haluavat käytettävän suojakourua. Välillä 50-70 cm riittää B-luokan

suojakouru, ja A-luokan suojakourua käytetään tien alituksissa ja 30 - 50 cm:n syvyydessä. Joissain tapauksissa maakaapelia ei voi asentaa syvälle, kun esimerkiksi kallio on lähellä pintaa. Tällöin maakaapeli voidaan suojata kourulla, joka päälle valetaan betonia tai puistoalueilla tai erikoiskohteissa myös muovilla päällystetyllä metalliputkella. (3, s. 603.)

Maakaapeleina valaistusasennuksissa käytetään AXMK-voimakaapelia (alumiinikaapeli), halkaisijaltaan 16-35 mm<sup>2</sup> tai AMCMK-voimakaapelia (alumiinikaapeli kuparivaipalla). Hyvin pienissä, muutaman valaisimen kohteissa riittää MCMK-kuparivoimakaapeli. Maakaapelin paksuuden määrittää kaapelivedon pituus ja sille tuleva kuorma sekä rajoittavana tekijänä jalustan läpivientien halkaisija.

#### 4.7.4 Muut maanrakennustyöt

Kaapelin suojaamisen lisäksi maanrakennustöihin kuuluu puupylväiden asennus tai metallipylvään betonisen jalustan asennus. Betoniselle jalustalle tehdään perustus usein massanvaihdolla, mikäli maa-aines on epävakaata, kuten multa tai savi. Samalla tavalla perustetaan myös ulkovalaistuskeskus.

Betonisen pylväsjalustan hyvänä korkoasemana on +0,15 m valmiin maanpinnan yläpuolella. Tällöin säätöruuvit ovat helposti käytettävissä eikä jalustan yläosa näy silmään häiritsevästi.

Välillä kallio on niin lähellä maanpintaa, että joudutaan käyttämään erikoisjalustoja. Metallipylväille on olemassa laippajalustoja, matalaperustajalustoja tai pylväs kiinnitetään kierretangoilla ja injektointimassalla suoraan kallioon. Näissä tapauksissa pylvään pitää olla laippajalustallinen.

Puupylvään ohjeellinen vähimmäisupotussyvyys on:

$$I = 1,40 \text{ m} + L/20, \quad (1)$$

I = pylvään upotettavan osan pituus

L = puupylvään pituus

Tarvikkeiden toimitus on projektikohtaista. Vaikka maanrakennustyöt tulisivat eri urakoitsijalta sivu-urakkana, voidaan sopia materiaalien toimitusten kuuluvan valaistusurakkaan. Myös kaapelin veto voidaan siirtää valaistusurakasta maanrakennusurakkaan osapuolien näin sopiessa.

Ilmajohtoverkon kulmapylväät ja päättävät pylväät varustetaan haruksella. Sen tarkoitus on poistaa pylvääseen ilmanjohdon aiheuttama veto, jotta pylväs ei kallistu. Ahtaissa paikoissa haruksen voi korvata puisella vinotuella. Haruslaatta kaivetaan suunnitelmien mukaiseen paikkaan, minkä jälkeen sähköasentaja kiristää sen oikeaan kireyteen.

#### 4.8 Valaistustarvikkeiden asennus

Maanrakennustöiden aikana tai kun maanrakennustyöt on tehty, asennetaan valaistuksen syöttökaapelit, pylväät, varret ja valaisimet. Valaisimet johdotetaan valmiiksi varastolla ennen lähtöä työmaalle. Tämä nopeuttaa työskentelyä ja samalla voidaan tarkastaa valaisimen mahdolliset kuljetusvauriot sekä asentaa tarvittava polttimo. SFS6000-standardin kohdassa 714 on määritelty minimivaatimukset ulkovalaistuksen asentamiselle. Lisäksi asiakas voi vaatia tätä tiukempia ehtoja turvallisuuden, kestävyyden ja käytettävyyden takia. (3, s. 491.)

##### 4.8.1 Maa- tai ilmakaapelointi

Maanrakentamisen yhteydessä on suojaputkiin asennettu vetonaru valmiiksi maakaapeleiden asentamisen helpottamiseksi. Riippuen jalustan mallista, jalustassa olevien läpivientien täytyy olla auki. Suojaputkiston mutkat, korkoerot, huonot liitokset ja paksu (35 mm<sup>2</sup>) syöttökaapeli hidastavat kaapelin vetoa huomattavasti.

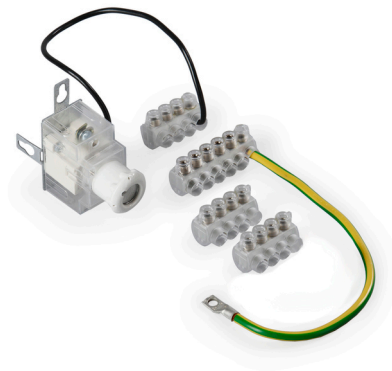
Ilmajohto kiinnitetään pylvään johtokannattimeen ja kiristetään pylväsväleittäin oikeaan kireyteen.

#### 4.8.2 Pylväiden, varsien ja valaisimien asennus

Pylväät nostetaan nostimella pystyyn. Jalustassa on säätöruuvit, joilla pylväs suoristetaan ja kiristetään paikoilleen. Valaistusurakoitsijan vastuulla on, että pylväät ovat suorassa. Jos suunnitelman mukaan pylvääseen tulee varsi, kiinnitetään yleensä valaisin paikalleen ennen varren laittoa, koska tällöin valaisinjohto on helpompi asettaa paikalleen.

#### 4.8.3 Valaisimien kytkentä

Valaisimen asennuksessa tulee käyttää siihen hyväksytyjä liittimiä ja sulakkeita. Kuvassa 1 on Enston valmistama versio SV15.11-valaisinpylväskalustesarjaa, joka sisältää kaikki tarvittavat liittimet metallisia valaisinpylväitä varten.



Kuva 1. Enston valaisinpylväskalustesarja (13)

Ilmajohtoasennuksia varten on olemassa tarkoitukseen sopiva liitinsarja. Valaisimen asennuskaapeli kiinnitetään liitimeen, jossa on AMKAN suojakuoren leikkaavat liittimet.

Jos puupylväsvalaistuksessa käytetään maakaapelisyöttöä, käytetään valaisinpylväskaappia, joka kiinnitetään puupylvään juureen. Se mallintaa metallipylvään alaosa. Kalustesarjana voidaan käyttää samaa kuin metallipylväissä.

#### 4.8.4 Valaistussuunnitelman toteutuskelpoisuus ja päivittäminen

Jos rakentamisen aikana huomataan jotain poikkeavaa, kuten esimerkiksi rikkoutunut jalusta tai siirrettävät pylväät ovat rikkiinäisiä, tulee näistä ilmoittaa välittömästi tilaajalle.

Usein tilaaja haluaa ilmoituksen dokumentoituna (valokuva), jolloin tilaaja voi tehdä halutessaan lisätilauksen työlle.

Asentaja päivittää saamaansa valaistussuunnitelmaa asennuksen aikana, mikäli asennukseen tehdään tilaajan hyväksymiä korjauksia tai muutoksia. Lisäksi tämä tieto kirjoitetaan myös työmaapäiväkirjaan. Suurin osa kyseisistä merkinnöistä on kaapelijatkojen merkintöjä.

#### 4.8.5 Käyttöönottotarkastus

Ennen kuin sähkölaitteisto kytketään verkkoon, sille täytyy tehdä käyttöönottotarkastus. Tämä on viimeinen toimenpide, jonka asentaja tekee varmistuakseen asennuksen oikeellisuudesta ja turvallisuudesta. Asentaja täyttää käyttöönottotarkastuspöytäkirjan mittausten jälkeen, jolloin sekä tilaajalle että urakoitsijalle jää kirjallinen versio. Liitteessä 1 on esitetty käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan merkitään, täyttääkö asennus standardit SFS6000 ja SFS6002. Lisäksi merkitään, onko tehty eristysvastusmittaus ja mitkä arvot on saatu, vaiheiden väliset ja vaiheiden ja maan väliset jännitteet sekä oikosulkuvirrat. Tilaaja voi myös pyytää mittaamaan muitakin arvoja, kuten lähtöjen kuormavirrat ja maadoitusresistanssin.

#### 4.9 Kartoitus

Yleensä asiakas haluaa, että uudet asennettavat valopisteiden, kaapeleiden, suojakourujen, kaapelijatkosten ja kaapelivarauksien sijaintitiedot dokumentoidaan sähköisesti. Tämä toteutetaan GPS/Glonass-järjestelmien tuottaman paikkatiedon avulla. Sijaintitiedon tallentamiseen käytetään käsitietokonetta, johon on yhdistetty GPS/Glonass-vastaanotin. Tällaisen järjestelmän tarkkuus on parhaimmillaan yksi senttimetri sekä leveys- että korkeussuunnassa. Tiedoista on apua tulevaisuuden projekteja suunnitellessa ja vianpaikannuksessa.

Kartoitustiedot toimitetaan tilaajalle tilaajan ohjeiden mukaan yleensä sähköisesti. ELY haluaa lisäksi kartoitustiedon kirjallisena muiden palautettavien dokumenttien liitteenä.

#### 4.10 Työmaakatselmointi

Työnjohto kiertää katselmoimassa työmaita ja varmistaa, että esimerkiksi maanrakennustyöt ovat aikataulussa ja että ne on tehty oikein. On syytä esimerkiksi tarkastaa jalustan suoruus ja korko silmämääräisesti, vetonarujen asennukset (jos kuuluu maanrakennustöihin) ja putkilinjat. Näin voidaan aikatauluttaa asentajien työaika oikein. Jos asentajat ovat jo tehneet asennuksia, tarkastetaan asennukset ja varmistetaan, että esimerkiksi merkinnät on tehty asiakkaan ohjeen mukaan.

Kuvassa 2 on esimerkki jalustan ja maakaapelin asennuksesta. Jalusta on asennettu suoraan (voidaan todeta vatupassilla), ja maakaapelin päät ovat tarpeeksi pitkät, jolloin asennus onnistuu. Kohteen lopputyöt eli multaaminen ja alueen siistiminen olivat kuvan ottamisvaiheessa vielä kesken.



Kuva 2. Asennettu jalusta ja maakaapeli



#### 4.11 Loppukatselmointi

Asennustyön valmistuttua kohteessa suoritetaan loppukatselmointi. Tilaaja ja urakoitsija katsovat työmaan läpi sekä tarkistavat, että työ ja tarvittavat merkinnät on tehty oikein vastaanottokatselmuspöytäkirjaan. Urakoitsija luovuttaa työmaan loppukuvat, kartoitustiedon, käyttöönottotarkastuspöytäkirjan ja vastaanottokatselmuspöytäkirjan tarvittavine liitteineen samalla asiakkaalle tai luovuttaa ne erikseen asiakkaan järjestelmiin, kun katselmointi on hyväksytty. Hyväksynnän jälkeen voi tehdyn työn ja kuluneet tarvikkeet laskuttaa tilaajalta.

#### 4.12 Valaistustyön dokumentointi

Tilaaja haluaa loppukuvat tehdystä työstä ja muutoksista. Monessa projektissa asiakkaan antamat kuvat säilyvät muuttumattomina, mutta jos suunnitelmista poiketaan, dokumentoidaan nämä muutokset kuvaan. Kuvaan lisätään kaikki poikkeamat, kuten kaapelijatkot tai suunnitelmista poikkeava kaapelireitti. Jos asiakkaalla on käytössään sähköinen järjestelmä, tehdään nämä muutokset myös sähköisiin kuviin.

Sähkörakentamisessa tarvitaan myös muita dokumentteja. Asentajat mittaaavat valmiin verkon sähköiset mittaukset ja dokumentoivat ne käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan, joka on esitetty liitteessä 1. Sähköisiä mittauksia ovat muun muassa PE- ja PEN-johtimien jatkuvuusmittaus, maadoitusmittaus, lähtöjen kuormat sekä jännitteenalenemat asennuksen loppupäässä.

YSE vaatii työmaapäiväkirjan (liite 2) käyttöä aina, kun asentajat käyvät työmaalla. Työmaapäiväkirjaan on helppo dokumentoida joka käyntikerralta tehdyt asennustyöt ja työajat ja kirjata lisätyöluvan vaativat tehtävät sekä dokumentoida maanrakennustöiden virheet. Tällöin työpäälliköllä on kirjallinen dokumentti, jonka voi esittää tilaajalle ja joka helpottaa laskun muodostamista. Työmaapäiväkirja auttaa myös tulevien projektien aikataulutusten suunnittelussa ja toiminnan tehostamisessa. Työmaapäiväkirja auttaa myös kesä- ja sairaslomien aikaan seuraamaan projektin edistymistä ja vielä tekemättömiä toimenpiteitä. Liitteessä 2 on esimerkki työmaapäiväkirjasta.

Jos valaistusrakentamisen työhön kuuluu valaistuskeskuksen uusiminen, myös keskukseen tehdään kokonaan uusi dokumentointi, kaappikortti. Kaappikorttiin merkitään keskuksen komponentit, lähtösulakkeet ja johtolähtöjen suunnat sekä vaihemerkinnät.

#### 4.13 Työn laskutus

Asiakkaan kanssa laaditusta sopimuksesta riippuu, kuinka työtä voidaan laskuttaa. Ensimmäinen lasku voidaan yleensä lähettää, kun valaistustarvikkeet ovat saapuneet. Myös asennuskerrat ja lisätyöt voi jossain tapauksissa laskuttaa sitä mukaa kun työmaalla käydään, jos sopimus näin sallii. Kun loppukatselmus on hyväksytty, laskutetaan kaikki loput laskuttamattomat osat.

Ennen laskun lähettämistä moni tilaaja haluaa erillisen määrämittauspöytäkirjan työkohteesta. Siihen kirjataan sopimuksen mukaiset asennustuotteet sekä kirjallisesti ennalta sovitut lisätyöt ja korjaukset. Tilaaja tarkastaa määrämittauspöytäkirjan sisällön ja huomauttaa, jos sisältö ei ole tilaajan mielestä oikein. Tilaaja lähettää tarkistamisen jälkeen määrämittauspöytäkirjan allekirjoitettuna takaisin, minkä jälkeen kyseinen summa voidaan laskuttaa.

## 5 Projektinhallinta

### 5.1 Projektipäällikkö

ELTEL Networksilla valaistusrakentamisen projektin läpiviennistä vastaa projektipäällikkö. Projektipäällikön vastuulla ovat työmaan oikea-aikaiset resurssit tilaajalle ilmoitetun tai tilaajan ilmoittaman aikataulun mukaan, budjetissa pysyminen ja oikeiden tavaroiden tilaus ja toimitus työmaalle sekä tarvittavien loppudokumenttien kokoaminen.

### 5.2 Työn aikataulutus

Aikataulutuksessa perinteisin versio on luoda kaavio. Henry Gantt kehitti kaavion (kuva 1.), jolla kuvataan projektin vaiheita tai useita projekteja aikajanan avulla Gantt-kaavion on sanottu olevan yksi käyttökelpoisimmista projektinkuvausmenetelmistä. (14, s. 26)



Kuva 3. Gantt-kaavio (14)

ELTEL Networksilla on käytössä edellä esitetystä kuvasta oleva kaavio, jolloin voidaan tarkastella mille ajanhetkelle asennustyöt ajoittuvat. Suuremmissa projekteissa tehdään kyseinen Gantt –kaavio projektikohtaisesti. Tähän eritellään purkutyöt sekä maanrakennus ja asennustyöt.

Aikataulutus on valaistusprojektinhallinnan tärkeimpiä lenkkejä. Koska työpäälliköllä on vastuullaan useita samanaikaisia projekteja, täytyy asentajien toiminta suunnitella

hyvin. Hyvällä aikataulusuunnittelulla varmistetaan, että asentajilla on töitä tasaisesti ja etteivät pienet viivästyksset vaikuta projektin valmistumisaikatauluun.

### 5.3 Valaistusprojektin riskienhallinta

Projektin riskienhallinta koostuu taloudellisesta riskeistä ja työn tekemisen riskeistä. Taloudellisen riskin muodostaa tarvikkeiden tilaus. On syytä perehtyä tilaajan toimittamiin dokumentteihin tarkkaan ja vähänkään epäselvissä tapauksissa varmistaa asia tilaajalta kirjallisesti. Väärin tilatut tuotteet tulevat valaistusurakoitsijan kustannuksiksi. Myös projektit, joiden viivästyminen seuraa sakko, on syytä ottaa huomioon, samoin kuin ylimääräiset käynnit työmaalla.

#### 5.3.1 Työn riskitekijät

Asennustyön riskejä voidaan minimoida oikeanlaisilla suojarusteilla, joita ovat esimerkiksi viiltosuojakäsineet, kypärä, putoamissuojaimet, suojalasit, suojavaatetus ja työvälineillä (jännitetyökalut, tarkastetut henkilönostimet).

Yleisimmän riskitekijän aiheuttaa muu liikenne. Vaikka Tieturva 1-kurssi opastaa varovaiseen työn tekemiseen liikenteen seassa, ei aina vahingoilta vältytä. Liikenteessä on liian paljon muita tienkäyttäjiä, jotka eivät piittaa varoitusvaloista, liikennemerkeistä tai liikenteen ohjauksesta.

Myös työvälineet aiheuttavat omat riskinsä. Riskiä vahinkoon tai läheltä piti - tilanteeseen pienentävät asentajan ja työnjohdon tekemät työvälineiden kunnontestaukset. Asentajien pitää myös huomauttaa laitteiden kunnosta, jotta työvälineet saadaan huoltoon tai korjaukseen tai vaihdetaan uusiin.

#### 5.3.2 Nostotöiden suunnittelu ja riskien hallinta

Työn tekemisen riskeinä ovat asentajien asennustyö ja työmenetelmät sekä liikenneturvallisuus. Työmenetelmissä huomioitavaa on nostovälineiden kunto (tarkastukset) ja käyttörajoitukset samoin kuin henkilöiden sijoittuminen

nostotilanteessa. Nostoissa tulee myös huomioida, että käytettävä nostin on suunniteltu kyseiseen nosto-operaatioon.

Nostotöiden suunnittelussa tulee huomioida mahdolliset nostamista vaikeuttavat esteet, kuten sähkölinjat ja rakennukset. Koska sähkön siirtyminen rakenteesta toiseen ei tarvitse mekaanista kosketusta, tulee varoetäisyyksiä ilmajohtoihin huomioida. Taulukossa 5 on esitetty varoetäisyydet ilmajohtoihin, jotka tulee huomioida esimerkiksi nostettaessa pylväitä paikalle lähellä sähkölinjoja.

Jos kuitenkin nostotyössä joudutaan lähemmäksi jännitteisiä johtoa kuin suojaetäisyydet ovat, on verkon omistajalta pyydettävä käyttökato kyseiselle osuudelle. Tässä on huomioita, että käyttökaton tilaamisen ja katkon välinen aika voi olla huomattavan pitkä.

Taulukko 5. Ilmajohtojen varoetäisyys (16, s. 4)

<b>Nimellisjännite Volttia</b>	<b>Varoetäisyys metreinä</b>		
	<b>avojohto</b>		<b>riippujohto</b>
	<b>alla</b>	<b>sivulla</b>	
400*	2*	2*	0,5**
20 000	2	3	1,5
110 000	3	5	-
220 000	4	5	-
400 000	5	5	-

Muita nostoihin liittyviä riskejä ovat nostopaikan maaperä ja tasaisuus, nostettavan kuorman kiinnitys, nostolaitteen ulottuma ja kapasiteetti, nostovälineiden kunto (tarkastukset) ja nostopaikan suojaaminen liikenteeltä.

Henkilönostoja tehtäessä, esimerkiksi valaisimen asennuksessa, on lisäksi otettava huomioon, että nostokorissa työskentelevällä henkilöllä on putoamissuojaimet ja kypärä käytössä ja että kuljettava henkilö on saanut opastuksen käytettävään

nostimeen. Lisäksi nostimen kuntoa tulee seurata työn aikana. Myös maassa työskentelevällä on oltava kypärä mahdollisien tippuvien esineiden varalta.

#### 5.4 Valaistusprojektin tulosten analysointi

Kun projekti on luovutettu tilaajalle, on aika analysoida tulokset. On syytä tarkastella, menikö projekti suunnitellusti vai jäikö joitain tavoitteita saavuttamatta. Suurin osa huonosti menneistä projekteista on aikataulutettu liian kireäksi, jolloin pieninkin suunnitelmista poikkeaminen vaikuttaa koko projektin aikatauluun merkittävästi.

Tuloksia voidaan analysoida työpäälliköiden kesken, jolloin onnistumiset ja virheet ovat kaikkien tiedossa. Lisäksi analysointia kannattaa tehdä myös työnjohdon ja asentajien välillä, jolloin asentajat voivat kertoa muutosehdotuksensa eteenpäin työnjohdolle sekä työnjohto antaa oman palautteensa asentajille.

## 6 Katu- ja aluevalaistusprojektin parantaminen

### 6.1 Projektien ongelmakohdat

#### 6.1.1 Valaistustyön esiselvitys ja valaistustarvikkeiden tilaus

Valaistustarvikkeiden tilaus on hyvin rutinoitunutta. Varsinkin silloin, kun työtilauksia on jonossa useita ja tilataan määräluettelon perusteella, tulee tilaamisessa näppäily- tai ajatusvirheitä. Tarvikkeiden tilaamisessa yhteydessä on syytä tarkistaa myös työohje ja laatumääritelmä. Jos tilataan tarvikkeet pelkästään määräluettelon mukaan, asiakkaan vaatima erikoistarve jää huomioimatta.

On tullut myös vastaan tilanteita, jossa työselityksen, määräluettelon ja valaistussuunnitelman tiedot ovat ristiriidassa keskenään. Näin sattuesssa täytyy aina olla yhteydessä tilaajaan kirjallisesti, että tilaajan päätös tulee dokumentoitua.

### 6.1.2 Maanrakennustyöt

Usein huomautettavaa löytyy maanrakennustöiden osalta työnaikaisen liikennejärjestelysuunnitelman huonosta noudattamisesta. Työalue on puutteellisesti merkitty, kevyenliikenteen reittejä ei ole riittävästi merkitty ja kaivantoja ja kulkuväylälle ulottuvia maakasoja aidattu.

Maanrakennustöissä tulisi kiinnittää huomiota pylväsjalustojen suoruuteen, maakaapelin asennussyvyyteen ja tien poikkikaivuissa tien turvalliseen käyttämiseen. Vaikka lopullista asfaltointia ei olisi vielä tehty, ei syviä kuoppia tai teräviä särmiä saisi jättää liikennöitävälle väylälle kaivutyön päätteeksi.

Vaikka maanrakennustyöt olisi tehty hyvin, on usein niin sanotuissa jälkitöissä parantamisen varaa. Projektipäällikön tulisi puuttua jälkitöiden siisteyteen ja ylimääräisten maamassojen poiskuljettamiseen maanrakennustöiden aikana ja etenkin niiden loppuvaiheessa. Jos sää (runsas vesisade) estää jälkitöiden teon heti maanrakentamisen valmistuttua, tulisi projektipäällikön pitää huoli että asia hoidetaan ensitilassa.

### 6.1.3 Tarvikkeiden toimituspäivämäärän tarkistus

Tarvikkeiden tilauksen jälkeen, kun tukkuri on vahvistanut toimituspäivämäärän, olisi syytä kirjata toimituspäivämäärä muistiin esimerkiksi Exceliin. Taulukon avulla tarvikkeiden toimitusseuranta pysyy yksinkertaisena eikä tarvitse etsiä tietoa sähköpostista. Eltel Networksilla on käytössään verkkolevy, johon työmaakohtaiset dokumentit on helppo tallettaa ja josta jokaisen Eltel Networksin projektipäällikön on ne helppo löytää.

Kun samassa dokumentissa on näkyvissä eri työkohteiden tarvikkeiden toimituspäivämäärät, valmistusmaisakataulu ja muut projekteihin liittyvät tiedot, on työsuunnittelu helppo tehdä viikoiksi etukäteen.

Tilaja voi vaatia urakoitsijaa vahvistamaan työtilauksen valmistuspäivämäärä. Tällöin on varmistuttava, että tukkurin ilmoittama toimituspäivämäärä on vahvistettu eikä ole vain alustava. Työkohteen myöhästyminen voi johtaa sanktioihin.

#### 6.1.4 Tarviketoimituksen tarkistus

Kun valaistustarvikkeet ovat saapuneet, on syytä heti tarkistaa, että toimitetut tarvikkeet ovat tilauksen mukaisia. Tässä vaiheessa on mahdollista vielä siirtää valaistavan kohteen valmistumispäivää saamatta sanktioita. Kun asentajat ovat lähdössä työmaalle, on jo monesti liian myöhäistä ilmoittaa, ettei tilaajan vaatimaa tuotetta ole tai, että osa toimituksesta puuttuu.

#### 6.1.5 Katselmuksien dokumentointi

Usein käy niin, että katselmusta ei dokumentoida riittävän hyvin tai ollenkaan. Näin katselmuksessa sovitut asiat ovat tiedossa vain niillä henkilöillä, jotka kyseiseen katselmukseen ovat osallistuneet. Sovitut asiat myös unohtuvat helposti, kun valaistustyömaita on useita. Lisäksi, jos katselmuksessa käynyt projektipäällikkö on poissa (lomalla, sairaslomalla), tieto ei välity tuuraavalle projektipäällikölle. Tämä hidastaa työn etenemistä ja suunnittelua ja aiheuttaa vahinkoa sekä projektin taloudelle että kestolle. Tähän on ratkaisuna tehdä kirjallinen dokumentointi jokaisesta katselmuksesta ja jakaa se tilaajan edustajan, mahdollisen toisen urakoitsijan ja kollegoiden kesken.

Katselmuksia olisi syytä tehdä nykyistä useammin. Jos urakka on hajautettu, eli maanrakennustyöt ja valaistustyöt toteutetaan omina projekteinaan, on syytä käydä tarkastamassa työkohte ennen asentajien menoa, vaikka maanrakentajalta tulisi ilmoitus, että valaistustyöt voivat alkaa.

Kesken projektin suoritetuissa katselmuksissa voi löytyä ongelmia, joiden korjaamiseen tarvitaan tilaajan lupa. Esimerkkinä ovat siirrettävät pylväät, jotka on valettu betonilla kiinni jalustoihin, tai maanrakennustöiden aikana paljastunut kallio. Jos suunnittelija tai tilaaja ei ole tätä huomionnut eikä työmaakatselmuksia ole tehty, paljastuu ongelma vasta, kun asentajat ovat työmaalla. Tämä tuo turhia kustannuksia vähintään asentajien ja ajoneuvojen kulujen verran, ellei työkohteessa voi jatkaa muita työtehtäviä.



## 6.2 Valaistusprojektin tarkastuslista

Kun tilaaja on tehnyt työtilauksen valaistusprojektista, on projektin hallinnan helpottamiseksi syytä tehdä tarkastuslista, check list. Sen avulla on helppo tarkastaa kohta kohdalta, mitä pitäisi ottaa huomioon välittömästi, onko tarvittavat asiat hoidettu ja mitä on tulossa seuraavaksi. Liitteessä 3 on esimerkki tarkastuslistasta.

### 6.2.1 Sopimukset ja työn dokumentit

Varsinkin yksikköhintasopimuksissa projektikohtaisen lähdedokumenttien lisäksi on syytä tutustua tarkasti sopimukseen. Sopimuksessa liitteineen (esimerkiksi laatuvaatimukset ja määrämittauserusteet) löytyvät tarkat vaatimukset suoritteista ja hinnoittelusta koko sopimuskauden ajalta. Työohjeessa on mainittu työn pääkohdat, mutta laatuvaatimuksissa on mainittu kaikki huomioon otettavat asiat. Esimerkkinä mainittakoon kuristimen tehoalue ja vaaditut lisämittaukset sekä kaapeleiden ja pylväiden merkinnät.

### 6.2.2 Maanrakennustöiden suunnittelu ja toteuttaminen

Ennen maanrakentamisen aloitusta tulee huomioida kaivuluvan hakeminen. Yleensä luvan hakee kaivajaurakoitsija. Nykyisin kaivulupa haetaan sähköisesti lähes koko maassa. Kaivuluvan verkkopalvelu on [www.lupapiste.fi](http://www.lupapiste.fi). Palvelu on helppokäyttöinen ja nopea ja luvan hakuvaiheessa sekä haetulle luvalle voi maanrakennustöiden aikana liittää sähköisiä dokumentteja.

Maanrakennustöitä suunnitellessa tulee myös huomioida muu yhdyskuntatekniikka, jota maasta löytyy, kuten esimerkiksi sähkö- ja telekaapelit, viemärit, maakaasu- ja kaukolämpöputkistot. Näitä varten tarvitaan aina johtoselvitys ja näyttö. Kaupungeilla, kunnilla ja yrityksillä voi olla oma näyttöpalvelunsa, mutta yleensä alueen tarvittavat tiedot löytyvät Johtotieto-palvelusta, josta rakennenäyttö tilataan. Kuva 3 on otettu työkohteen kaivettavasta osuudesta, jossa on maakaasulinja aivan kaivulinjan vieressä. Koska kaivaminen tapahtuu alle viiden metrin etäisyydelle, tarvitaan kaivamiselle johtonäyttö ja kaivulupa maakaasuputken omistajalta.

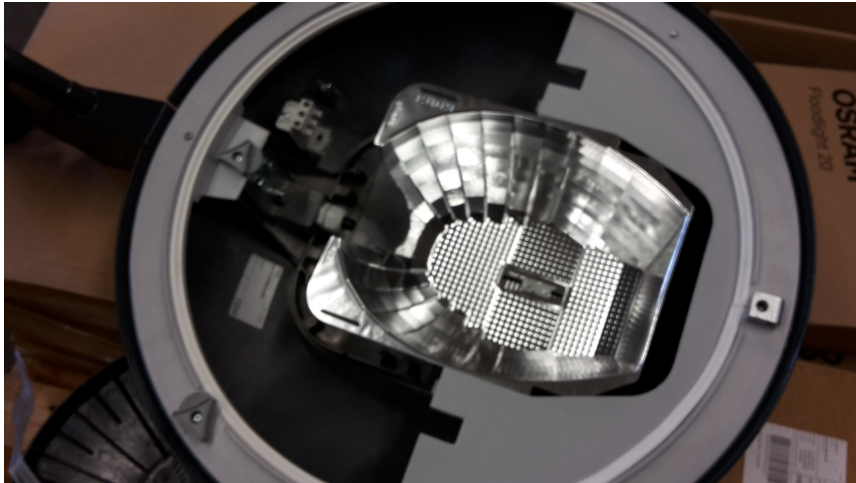


Kuva 4. Maakaasulinja

### 6.2.3 Valaistustarvikkeiden valmistelu ja asentaminen

Ennen valaisimien kasausta tulee huomioida, että valaisimeen sopivia polttimoita löytyy varastosta. Jos kyseessä on hiemankaan erikoisempi polttimo, kannattaa se tilata valaisimien yhteydessä. Tilaajan toimittamasta työohjeesta tai laatuvaatimuksista tulee selvittää käytettävä johtotyyppi ja varmistua, että sitä on varastossa saatavilla hyvissä ajoin ennen valaisimien kasaamista.

Työohjeesta tai määräluettelosta tulisi selvittää myös varsikiinnikkeen ja heijastimen asento. Jos tämä tieto puuttuu, on se syytä tarkistaa tilaajalta. Kuvassa 4 näkyy heijastimen asennon asteikko.



Kuva 5. Heijastimen asento

Kun asennettävien pylväiden määrä on suuri ja asennuskohteita on runsaasti, kannattaa harkita aliurakoitsijan käyttämistä pylväiden pystyttämässä ja maakaapelin asennuksessa sopimuksen niin salliessa. Näin asentajien aika on käytettävissä kytkentöihin ja mittauksiin. Tämä nopeuttaa työtä sekä pienentää kustannuksia, koska aliurakoitsijalla on käytössään suurempaa kuljetuskalustoa. Aliurakoitsijoiden tarjoamia palveluja voidaan hyödyntää myös tavaran kuljettamiseen, kuten pylväsjalustat, kaapelikelat ja suoja putket. Jos työkohteeseen tarvitaan enemmän jalustoja kuin mitä senhetkisestä varastosta löytyy, kannattaa jalustat tilata tukkurilta suoraan työkohteeseen. Toimitus onnistuu yleensä seuraavaksi arkipäiväksi.

#### 6.2.4 Työkohteeseen liittyvien rakenteiden tarkistus

Uuden tie- ja aluevalaistuksen rakentamisen yhteydessä on syytä huomioida alueen muiden sähkörakenteiden kunto. Tilaajasta ja sopimuksesta riippuen voi rakentamisen yhteydessä uusia myös huonokuntoisia osia alueen valaistusverkosta vaikka kyseinen rakenne ei kuuluisi sopimuksen mukaiseen rakentamiseen. Kuvassa 5 on keskus, jota on kolhittu luultavimmin lumitöiden seurauksena. Tällaisista komponenteista tulee ilmoittaa tilaajalle, joka tekee päätöksen toimenpiteistä.



Kuva 6. Kolhuja saanut valaistuskeskus

#### 6.2.5 Loppudokumenttien tarkistus ja kokoaminen

Asennuksen valmistuttua ja ennen luovutusta on syytä käydä läpi asentajien käytössä olevat kuvat sekä työmaapäiväkirjat. Näiden dokumenttien avulla päivitetään tilaajan vaatimat loppukuvat, käyttöönottotarkastuspöytäkirja ja muut tilaajan vaatimat dokumentit. Työn huolellinen läpikäynti sekä työnaikaiset dokumentit edesauttavat oikeansisältöisen määrämittauspöytäkirjan eli laskuehdotuksen tekemistä. Samalla projektipäällikkö voi tarkastaa työn taloudellisen tuloksen ja arvioida parannuskeinoja seuraavia projekteja silmällä pitäen.

## 7 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli löytää parannuksia valaistusprojektien sujuvaan toteuttamiseen sekä kannattavuuden parantamiseen. Insinööriyön tarkoitus on myös toimia uuden valaistustiimin työpöytäkirjana, jolloin perehdyttäminen ja työtapojen omaksuminen onnistuu nopeammin.

Projektipäällikkö oppii perehdytyksen ja muiden projektipäälliköiden kokemuksen avulla erilaisia toimintatapoja ja -ohjeita. Tämän myötä muodostuu malli, jota kehittämällä pyritään parantamaan valaistusprojektien tehokkuutta ja kannattavuutta.

Insinööriyössä selvitettiin uuden valaistuksen rakentamisen pääperiaatteet, parannusehdotukset ja mahdolliset kompastuskivet. Työssä käytiin läpi syitä ja parannusehdotuksia, joiden avulla valaistusprojekti voidaan saada kannattamaan paremmin ja saatiin luotua materiaalia uuden valaistustiimin projektipäällikön perehdyttämistä varten sekä tuomaan esiin ongelmakohtia projektien loppuunsaattamisessa.

Tärkeimpinä kehityskohteina nykyiseen ovat parempi dokumentointi, huolellinen tilaajan toimittamien dokumenttien tulkitseminen, tilausten aikataulun varmistaminen, projektipäälliköiden keskinäisen yhteistyön parantaminen ja toimitettujen tuotteiden tarkastaminen.


## Lähteet

- 1 Eltel Networks Oy. 2015. Verkkodokumentti. <<http://www.eltelnetworks.com> >. Luettu 12.10.2015.
- 2 SFS-käsikirja 600-2, Sähköasennukset. Osa 2: Sädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. 2012. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 3 SFS-käsikirja 600-1, Sähköasennukset. Osa 1: SFS6000 Pienjännitesähköasennukset. 2012. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 4 InfraRYL. 2006. Rakennustieto. Verkkodokumentti. <<http://www.rakennustieto.fi>>. Luettu 29.7.2015.
- 5 Rakennusalan yleiset sopimusehdot, YSE. 1998. Rakennusteollisuus.
- 6 Tilaajavastuu. Verkkodokumentti. <<http://www.Tilaajavastuu.fi>>. Luettu 28.8.2015.
- 7 Tiehallinto, Tievalaistuksen suunnittelu (TIEH2100034-06), <[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist\\_suunn.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf)>. Luettu 1.10.2015.
- 8 Niko Kivioja: Tie- ja aluevalaistuksien sähkötekkinen suunnittelu, Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2012. Verkkodokumentti. <[https://www.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/39068/Niko\\_Kivioja.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/39068/Niko_Kivioja.pdf?sequence=1)>. Luettu 2.10.2015.
- 9 Liikennevirasto: Tien valaisimien laatuvaatimukset. 2012. Verkkodokumentti. <[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje\\_2012\\_tien\\_valaisimien\\_laatuvaatimukset\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/ohje_2012_tien_valaisimien_laatuvaatimukset_web.pdf)>. Luettu 2.10.2015.
- 10 Reka. 2015. Verkkodokumentti. <<http://www.reka.fi>>. Luettu 30.9.2015.
- 11 Laki julkisista hankinnoista. 2015. Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi>>. Luettu 30.9.2015.
- 12 VTT: Työmaan liikennejärjestelyjen suunnittelu – muistilista. 2005. Verkkodokumentti.

- <[http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/ytya/lomakkeet/liikennejarjestelyiden\\_suunnittelu.doc](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/ytya/lomakkeet/liikennejarjestelyiden_suunnittelu.doc)>. Luettu 6.10.2015.
- 13 Ensto. 2015. <<http://www.ensto.fi>>. Luettu 5.10.2015.
- 14 Heinonen, Kimmo. 2010. Projektin hallinta, kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- 15 Wikipedia, Gantt-kaavio. 2014. Verkkodokumentti. <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Gantt-kaavio>>. Luettu 2.10.2015.
- 16 Tukes, Varo ilmajohtaja. Verkkodokumentti. <[http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko\\_ja\\_hissit/esitteet\\_ja\\_oppaat/Tukes\\_Var\\_ilmajohtaja.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/esitteet_ja_oppaat/Tukes_Var_ilmajohtaja.pdf)>. Luettu 2.10.2015.



## Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

		<b>KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA</b> <b>Valaistusverkot</b>		
Käytetyt normit	Rakentamisessa ja tarkastamisessa on käytetty seuraavia normeja:			
	<input type="checkbox"/> SFS 6000	<input type="checkbox"/> A4-93 (ILMAJOHDOT)	<input type="checkbox"/> muu, mikä: _____	
Kohteen yksilöivä tieto	Rakennuttaja			
	Rakennuskohde			
Silmämääräinen tarkastus	KUN-NOS-SA	EI KUULU RAKEN-TEESEEN	KUN-NOS-SA	EI KUULU RAKEN-TEESEEN
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Harukset	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tunnuksiset ja merkinnät	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kosketussuojaus	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Keskuskaappi	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sulakkeet	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kaapeleiden merkinnät	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maadoitukset	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEN-johtimen jatkuvuus todettu suunnitelmista	<input type="checkbox"/>
Testaukset	KUN-NOS-SA	EI KUULU RAKEN-TEESEEN	OK	Arvo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lamput palaa	_____ A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vaihejärjestys	_____ A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lukitukset	_____ A
Mittaukset (eristysvastus)	OK	Arvo	OK	Arvo
	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm
	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm
	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm
	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm
Vähintään: > 1 MOhm	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm	<input type="checkbox"/>	_____ Mohm
Tarkastuksen tekijät	Tarkastuksen tekijä		Allekirjoitus	
	_____		_____	
	Päiväys		Nimen selvennys	



**Työmaapäiväkirja**

## Työmaapäiväkirja

Päivämäärä		
Kaupunki		
Työkohte		
Työnumero		
Työryhmä		
Muut havainnot		
Tehdyt työt		
Tilaajan reklamaatiot		
Asiakaspalaute		
Lisä- ja muutostyöt		
Vahinkotapaukset		

## Check list

Check list						
Työtilaustunnus:	_____					
Työtilausnimike:	_____					
Työmaa-avain:	_____					
Eltel työnnumero:	_____					
Projektipäällikkö	_____					
Työtilausvahvistus:	<table border="1"> <tr> <td>kyllä</td> <td>ei</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	kyllä	ei			(onko lähetetty)
kyllä	ei					
<hr/>						
Työn aikataulu:	<table border="1"> <tr> <td>aloitus</td> <td>valmis</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	aloitus	valmis			(sitova viimeinen päivä)
aloitus	valmis					
Suunnitelmat	Kyllä	Ei	Lisätietoja			
Aloituskatselmus:						
Maanrakennus:			esim. aikataulu			
Tarvikkeiden tilaus:	_____		esim 20.7.2015			
Tarvikkeiden toimitus:	toimitusaika	merkki / malli				
valaisimet:	1.9.2015	Philips BGP214				
pylvää/varret:	4.9.2015	A106S				
kaapelit:	19.8.2015	MCMK 2x10+10				
Katselmukset:						
Loppudokumentit:	Kyllä	Ei	Lisätietoja			
Loppukatselmointi:						
Laskutus (määrämittauspöytäkirja):	erä 1		esim. kun tarvikkeet saapuneet			
	erä 2		esim. kun työ on tehty			
	erä 3		esim. kun luovutus hyväksytty			

**Yleisten teiden valaistusluokat (6, s. 20)**

Toiminnallinen luokka	Poikkileikkaus	Liikenne	Ajo-nopeus	Liittymät	Valaistusluokka	
					Valoisa	Pimeä ymp
Moottoriväylät	2x12,50/7,50+15,00 	M	≥ 80	Eritaso	AL2	AL3
	2x12,50/7,50+4,50 	M				
	12,50/7,50 	M				
Päätiet	2x9/7+4,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Taso Eritaso	AL1	AL2
		M+E(Pp+Jk)			AL2	AL3
	17,50/14,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Taso	AL1	AL2
		M+E(Pp+Jk)			AL2+K2	AL3+K4
	10,50/7,50 	M+Pp+Jk	≥ 60	Taso	AL4a	AL4a
	8/7 	M+E(Pp+Jk)			AL4a+K4	AL4b+K6
Muut tiet	8/7 	M+Pp+Jk	< 60	Taso	AL4a	AL4b
		M+E(Pp+Jk)			AL4b+K6	AL4b+K6
	7/6 	M+Pp+Jk	< 60	Taso	AL4b	AL4b
4...6 	M+Pp+Jk	< 40		AL4b	AL4b	
Laiturit					AL1	AL2

M=moottoriajoneuvoliikenne

Jk=jalankulkuliikenne

Pp=polkupyöräliikenne

E=erillinen liikenne

**Katujen valaistusluokat (6, 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
Kokoajakadut		M+E(Pp+Jk)	50	Taso	AL3+K4
		M+Pp+Ejk			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
		M+Pp+Ejk	40	Taso	AL4b+K6
Muilla alueilla		M+Pp+Jk	30		AL5

M=moottoriajoneuvoliikenne

Jk=jalankulkuliikenne

Pp=polkupyöräliikenne

E=erillinen liikenne

## Työnaikaisten liikennejärjestelyjen tarkistuslista

MUISTILISTA

Työmaan nimi/numero	Työvaihe
<b>TURVALLISUUSASIAKSET TYÖMAAN LIIKENNEJÄRJESTELYIDEN SUUNNITTELUSSA</b>	

<i>Huomioitava asia</i>	<i>OK</i>	<i>Lisätietoja / Huomautuksia</i>	<i>Asia hoidettu</i>
Tarvittavat liikenteenohjauslaitteet ja liikennemerkkit (niiden laatu, koko, havaittavuus ja törmäysturvallisuus)	<input type="checkbox"/>		
Tielläliikkujien tehokas ennakkovaroittaminen työkohteesta	<input type="checkbox"/>		
Ennakkotiedotus työstä (lehdet, paikallisiradiot, informaatiotaulut, kiertotaulut tarvittaessa)	<input type="checkbox"/>		
Luvat (tienpitäjän, rakennuttajan/tilaajan ja rata-alueella työskentelyn luvat)	<input type="checkbox"/>		
Riittävän alhaiset nopeusrajoitukset (hanki nopeusrajoituspäätös tienpitäjältä)	<input type="checkbox"/>		
Autojen nopeutta hidastavat ratkaisut (sikaanit, töyssyt, varoituslaitteista tehdyt portit, kavennukset, heräteraidat)	<input type="checkbox"/>		
Varoitus- ja suoja-autojen tarve liikkuvissa töissä	<input type="checkbox"/>		
Liikenteenohjaajien tarve/koulutus, opastus, perehdyttäminen (liikennevalojen tarve)	<input type="checkbox"/>		
Työskentelyrajoitukset (ruuhka-ajat, viikonloput, vasta-aurinko)	<input type="checkbox"/>		
Työkohteen havaittavuus (myös hämärässä ja pimeässä)	<input type="checkbox"/>		
Kaluston havaittavuus (esim. varoitusvalaisimet, väritys, peruutushälytin)	<input type="checkbox"/>		
Työntekijöiden havaittavuus (mm. näkyvä varoitusvaatetus)	<input type="checkbox"/>		
Työkohteen ja liikenteen erottaminen (suojavyöhykkeet, törmäysvaimentimet, kulkuesteet)	<input type="checkbox"/>		
Työmaan ja yleisen liikenteen liittymiskohdat	<input type="checkbox"/>		
Eri liikennemuodot huomioitu (raskas liikenne, linja-autoliikenne, hälytysajoneuvot)	<input type="checkbox"/>		
Jalankululiikenteen turvallisuus (pysäkit, tilapäiset suojatiet)	<input type="checkbox"/>		
Työmaan sisäisen liikenteen turvallisuus	<input type="checkbox"/>		
Työmaan ajoneuvojen pysäköinti (työmaasuunnitelmassa paikat)	<input type="checkbox"/>		
Purkaus- ja lastauspaikat (työmaasuunnitelmassa paikat)	<input type="checkbox"/>		
Kulkureitit läheisiin kiinteistöihin	<input type="checkbox"/>		

Laatimispäivämäärä

Laatijat