



Joni Pykäläniemi

# Toimintamalli sähköurakan toteutus- vaiheen läpivientiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

27.5.2023

# Tiivistelmä

Tekijä: Joni Pykäläniemi  
Otsikko: Toimintamalli sähköurakan toteutusvaiheen läpivientiin.  
Sivumäärä: 21 sivua + 2 liitettä  
Aika: 27.5.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka  
Ohjaajat: Vastuopettaja Vesa Sippola  
Toimitusjohtaja Tuomas Ahlgren

---

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Sähkö Jeesi Oy:n kanssa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda projektinvetäjälle opas, jossa käydään läpi toimintatavat, miten projekti saadaan vietyä aloituksesta luovutukseen ja mitä kussakin eri vaiheessa tulisi ottaa huomioon.

Projekti on jaettu kolmeen eri osaan: Aloitusvaiheeseen, jossa käydään läpi urakan etenemistä tarjouksen jättämisen jälkeen. Toteutusvaiheeseen, jossa syvennyttään hankintoihin sekä projektin etenemiseen ja projektin päättämiseen, jossa tärkeimmät aiheet ovat toimintakokeet, luovutus ja takuu aika.

Opinnäytetyö antaa kokonaiskuvan projektin läpiviennistä projektinjohtajan näkökulmasta. Opinnäytetyön avulla saadaan yhtenäistettyä projektinjohtajien toimintaa ja opinnäytetyötä voidaan yrityksen sisällä käyttää uusien tai aloittavien projektinjohtajien perehdyttämiseen.

Avainsanat: projektinläpivienti, projektin vaiheet, projektin toteutus, Sähköurakointi

## Abstract

Author: Joni Pykäläniemi  
Title: Operational model for electrical contracting project  
Number of Pages: 21 pages + 2 appendices  
Date: 27 March 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Electrical power engineering  
Supervisors: Vesa Sippola, Senior Lecturer  
Tuomas Alhgren, Chief executive officer

---

The thesis work was carried out in collaboration with Sähkö Jeesi Oy. The purpose of the work was to create a guide for project managers, outlining the procedures for successfully completing a project from initiation to delivery and highlighting key considerations to be taken into account at each stage.

The project was divided into three different parts: the initiation phase, which revolved around the project after submitting the bid; the implementation phase, which focused on procurement and the progression of the project; and finally, the project conclusion, where major topics included performance tests, handover, and the warranty period.

The thesis provides an overview of project implementation from the perspective of a project manager. Thesis can be used to harmonize the activities of different project managers and to guide new or inexperienced project managers within the company, providing guidance on project management.

Keywords: Project execution, Project phases, Project implementation, electrical contracting

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Urakkaneuvottelut ja urakkasopimus	1
3	Urakan aloitusvaihe	4
3.1	Suunnitelmien tarkastus	4
3.2	Maksuerätaulukko	5
3.3	Aloituskokous	6
3.4	Aikataulu	6
4	Toteutusvaihe	7
4.1	Hankinnat	7
4.2	Tate yhteensovitus	9
4.3	Työmaavalvonta ja laadunvarmistus	11
4.4	Työmaakokoukset	12
4.5	Suunnitelmakatselmukset	13
4.6	Välitavoitteet	13
4.7	Reklamaatiot	14
4.8	Kustannus-seuranta	15
5	Projektin päättäminen	15
5.1	LVIAS Toimintakokeet	15
5.2	Tarkastukset ja mittaukset	16
5.3	Oman työn tarkastus	17
5.4	Kohteen luovutus ja vastaanottotarkastus	17
5.5	Taloudellinen loppuselvitys	18
5.6	Takuuaika	19
6	Yhteenveto	19
	Lähteet	21

## Liitteet

Liite 1: Maksuerätaulukko, Liite 2: Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

## Lyhenteet

DALI: *Digital addressable lighting interface*. Osoitteellinen valonohjaisjärjestelmä.

LVIA: *Lämpö, vesi, ilmanvaihto ja (rakennus)automaatio*. Yleisesti käytetty lyhenne sanoista, joilla viitataan kyseisiin asennuksiin.

SFS-6000: Pienjännitesähköasennuksia koskeva standardisarja.

TATE: *Talotekniikka*. Yleisnimitys kiinteistön tai rakennuksen sekä sen tilojen teknisten järjestelmien kokonaisuudelle.

YSE: *Yleiset sopimusehdot*. Rakennusalalla sopimuksissa yleisesti käytetyt sopimusehdot.

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Sähkö Jeesi Oy:n kanssa. Opinnäytetyössä käsitellään sähköurakan eri vaiheet projektin aloituksesta projektin päättämiseen ja mitä niissä tulisi ottaa huomioon. Pääpaino opinnäytetyössä on ollut projektin toteutusvaiheessa kuitenkin urakan aloitusta, sopimusasioita ja projektin päättämistä unohtamatta. Opinnäytetyö on kokonaisvaltainen opas aloittavan projektinjohtajan käyttöön.

Opinnäytetyössä käydään läpi projektin eteneminen tarjouslaskennasta ja tarjouksen jättämisestä eteenpäin. Opinnäytetyön tarkoituksena on perehdyttää itseni tarkemmin omiin työtehtäviini. Lisäksi opinnäytetyön avulla projektin vetämistä voidaan yhtenäistää yrityksen sisällä ja antaa uusia näkökulmia työtä pitkään tehneille konkareille. Lisäksi opinnäytetyötä voidaan käyttää uusien projektinjohtajien perehdyttämiseen. Materiaalina työn tekemiseen käytettiin verkkoaineistoa, kirjallisuutta kuin myös omia kokemuksia ja keskusteluja esimiesteni kanssa.

## 2 Urakkaneuvottelut ja urakkasopimus

Urakkatarjousten jättämisen jälkeen tilaaja kutsuu normaalisti 1–3 parhaan tarjouksen tehnyttä urakoitsijaa urakkaneuvotteluihin [1]. Urakkaneuvotteluiden tarkoituksena on selvittää, onko tarjouksen jättänyt ymmärtänyt tarjouspyynnön ja sen mukana tulleet asiakirjat, sekä selvittää epäselvyyksiä, joita laskennan aikana on mahdollisesti huomattu. Urakkaneuvotteluissa käydään myös läpi tarjouksen sisältö ja pyritään pääsemään yhteisymmärrykseen urakan sisällöstä. Urakkaneuvotteluissa voidaan käydä läpi muun muassa asiakirjojen puutteet ja ristiriidat, urakkarajojen täsmennykset, toimintatavat, suunnitteluratkaisut, urakkaehdot, yhteiset menettelytavat urakan aikana sekä muut täsmennyistä vaativat asiat. [2, s. 129.] Tilaaja voi pyytää urakoitsijaa tarkentamaan tarjousta, mikäli siinä on tilaajan mielestä jotain epäselvää. YSE:n [3] mukaan urakkaneuvottelupöytäkirja on seuraavana pätevyysjärjestyksessä urakkasopimuksen

jälkeen. Tästä syystä on erityisen tärkeää varmistaa, että kirjaukset kokouspöytäkirjassa vastaavat kokouksessa läpikäytyjä ja sovittuja asioita.

Urakkaneuvotteluissa voidaan myös joutua esittämään lisäselvityksiä esimerkiksi kyvystä suoriutua urakasta annetussa määräajassa sekä erityisosaamisesta, jos kohde on erityisen vaativa tai kohteen asennuksille on määritelty tarkat standardit, jotka asennusten tulee täyttää [1.] Urakkaneuvotteluissa tarkastellaan YSE:n [3] perustuva esityslista, mikä käydään kohta kerrallaan läpi. Neuvotteluista laaditaan pöytäkirja, jonka tilaaja sekä urakoitsija allekirjoittavat neuvotteluiden päätteeksi [4, § 63].

Urakkaneuvotteluissa käydään tarjouksen sisältöä läpi. Mikäli urakoitsija on poikennut tarjouspyynnöstä ja tehnyt erittelyn tästä, tulee tämä eroavaisuus käydä läpi urakkaneuvotteluissa ja kirjata pöytäkirjaan. Urakoitsija voi tehdä tarvittaessa tai vaadittaessa teknisen erittelyn tarjoamistaan järjestelmistä tai ratkaisuista. Ratkaisut voivat koskea esimerkiksi valaisimien malleja tai vaikkapa paloilmoitinjärjestelmän muuttamista tarjouspyyntömateriaalista poikkeavaksi.

Urakkaneuvotteluissa voidaan myös käydä läpi optioita, joita tilaaja on pyytänyt tarjouspyynnössä tai urakoitsija haluaa itse esittää. Esimerkiksi voidaan vaihtaa tarjouspyynnössä määriteltyjä materiaaleja tai järjestelmiä teknisesti parempiin tai huomattavasti halvempiin. Tämän lisäksi pyydetyt optiot voivat olla erillisiä järjestelmiä, osia niistä tai asennusvarauksien tekeminen, joka mahdollistaa järjestelmän asennuksen tulevaisuudessa.

Esimerkkejä useasti esiintyvistä optioista, ovat aurinkosähköjärjestelmät sekä sähköauton lataukseen vaadittava infrastruktuuri. Lisäksi urakoitsija voi tarjota vaihtoehtoisia valaisimia tai valaistuksen muuttamisen Dali-ohjatuksi, jolloin voitaisiin säästää rahaa valaisinhankinnoissa tai valaistuksen automaattisen ja ohjelmallisen säädön avulla.

Urakkasopimus on osapuolten eli tilaajan sekä urakoitsijan allekirjoittama asiakirja, jossa urakoitsija sitoutuu suorittamaan sopimusasiakirjojen mukaisen urakan sovittua korvausta vastaan [2, s. 56, 74]. Työsuoritus voi koskea uuden

rakennuksen rakentamista tai vanhan korjaamista. Sähköurakan tilaajana tyypillisesti toimii toinen urakoitsija, esimerkiksi rakennusliike, jolloin solmittava sopimus olisi aliurakointisopimus. Tilaajana voi myös olla rakennuttaja itse. Tämä on tavanomaista julkisella puolella eli kaupunkien ja valtion organisaatioiden, kuten esimerkiksi Helsingin kaupungin tai HUSin kohteissa. Urakkasopimus allekirjoitetaan kahtena identtisenä kappaleena, joista toinen jää tilaajalle ja toinen urakoitsijalle.

Urakkasopimus voidaan myös sopia suoraan rakennuttajan kanssa, joka voi olla esimerkiksi kunta tai kaupunki. Tilanteessa, jossa rakennuttaja on sähköurakan tilaaja, voidaan urakka alistaa sivu-urakaksi pääurakoitsijalle. Pääurakoitsijana voi toimia toinen urakointiliike, esimerkiksi rakennusliike. Tämä aliurakan tai sivu-urakan alistaminen kirjataan suoraan sopimukseen. Tällöin pääurakoitsija on aikatauluvelvollinen kokonaisurakasta sisältäen kaikki sivu-urakat. Myös sivu-urakoitsijat ovat tällöin korvausvastuullisia keskenään, mikäli hankaloittavat toisen urakoitsijan töitä tai aiheuttavat taloudellista vahinkoa toisen materiaaleihin.

Ennen allekirjoitusta osapuolten on tarkistettava, että urakkaneuvotteluissa sovitut asiat tulevat urakkasopimukseen oikein kirjatuiksi oikeisiin asiayhteyksiin [2, s.74]. Urakkasopimus elinkeinoharjoittajien välillä lähes poikkeuksetta perustuu rakennusalan järjestöjen yhteisesti laatimiin yleisiin sopimusehtoihin (YSE:en). Sopimusehdoissa on kirjattu yksityiskohtaisesti molempien sopijaosapuolten oikeudet, velvollisuudet ja vastuut. Lisäksi sopimusehdoissa on otettu huomioon tavanomaiset käytännön tilanteet ja niihin ratkaisut. [2, s.57].

Urakkasopimuksen saavat allekirjoittaa yrityksen yhtiönjärjestyksessä luvan saaneet esimerkiksi yrityksen puheenjohtaja tai toimitusjohtaja. Yrityksen hallitus voi nimetä yrityksestä muitakin henkilöitä, joilla on allekirjoituslupa esimerkiksi tiettyyn rahasummaan asti. Sopimuksia allekirjoittaessa on syytä varmistaa, että vastapuolella oikeus allekirjoittaa sopimus, jotta se on juridisesti pätevä.

### 3 Urakan aloitusvaihe

Tilauksen jälkeen tyypillisesti yrityksen sisällä pidetään palaveri, jossa tarjouksen laatijan ja projektitiimin välillä käydään läpi projektin sisältö, budjetti, aikataulu, sopimus ja muut huomioitavat asiat. Palaveria usein kutsutaan nimellä handover-palaveri. Palaverin tarkoitus on siirtää tarjouksen laatijan tiedot projektinvetäjille, jolloin projektinvetäjät saavat kuvan projektin pääasioista, laajuudesta ja mahdollisista ongelmakohtista tai laskennassa tapahtuneista virheistä.

Tilauksen jälkeen tulee myös työvarannoista valita asentajaryhmä työskentelemään työkohteelle. Mahdollisuuksien mukaan on hyvä miettiä, miten projektiin varatut asentajat tulevat toimeen keskenään. Hyvä työilmapiiri asentajaporukan sisällä usein nopeuttaa työahtia ja vähentää virheitä asennuksissa. Ennen työmaan aloitusta nimetään asentajista työmaalle nokkamies, joka vetää projektia työmaalla.

Projektinvetäjien ja asentajaporukan tulisi käydä aloituspalaveri, jossa käydään läpi projektiin liittyvät asiat, ongelmakohdat ja muuten huomiota vaativat asennustavat. Palaverissa voidaan käydä läpi työmaakäytäntöihin liittyviä asioita, kuten asennustarvikkeiden tilaus, tarkekuvien ylläpitokäytäntö, ongelmien hoitaminen, lisätöiden tekeminen, tuntikorttien täyttäminen, sosiaalililat, työajat tai muita projektin olennaisia asioita.

#### 3.1 Suunnitelmien tarkastus

Ennen projektin aloitusta ja hankintojen tekemistä on syytä käydä suunnitelmat huolella läpi. Suunnitelmista löydetyt virheet voidaan kerätä yhdeksi kysymysliseksi, joka toimitetaan tilaajalle ja tilaajan suunnittelijoille. Myös mikäli suunnitelmista herää epäselvyyksiä tai ristiriitaisuuksia, on nekin syytä kirjata ylös. Näitä asioita voidaan käydä läpi suunnitelmakatselmuksissa. Suunnitelmista löytyy aina virheitä ja kysymyksiä, joten niitä ei kannata säikähtää. On hyvä myös muistaa, että kaikki virheet eivät välttämättä oikeuta lisä- ja muutostöihin. Urakoitsijalla on velvollisuus ilmoittaa suunnitelmista löytyvistä virheistä tilaajalle [4,

§ 33]. Urakoitsija loppukädessä vastaa asennusten toimivuudesta ja standardien mukaisuudesta ja on korvausvelvollinen, mikäli työn tulos tai osa siitä todetaan sopimuksia vastaamattomaksi [4, § 21].

### 3.2 Maksuerätaulukko

Maksuerätaulukossa urakkasuoritus jaetaan selviin valmiiksi saatettaviin osiin ja sen perusteella laskutetaan tilaajaa urakan edetessä. Maksuerätaulukolla on keskeinen rooli urakan kassavirran hallinnassa, ja siitä syystä maksuerätaulukko tulee laatia huolella. Tavoitteena on, että urakka rahoittaisi itse itseään ja että kassavirta olisi koko urakan ajan positiivinen. Maksuerätaulukon maksuerät olisi hyvä muotoilla mahdollisimman etupääpainotteisiksi, jotta suuret hankinnat kuten, valaisimet ja keskukset voidaan tehdä ajoissa rahoittamatta projektia liikaa.

Maksuerätaulukko hyväksytetään tilaajalla urakan alussa. Joissain projekteissa tilaaja voi myös vaatia maksuerätaulukkoa tarjouksen liitteeksi. Erikoistapauksissa tilaaja voi esittää oman maksuerätaulukon urakoitsijalle. Näissä tapauksissa urakoitsija ei voi vaikuttaa maksuerätaulukon juuri ollenkaan. Laskutus hoidetaan hyväksytyt maksuerätaulukon mukaisissa erissä urakan edetessä (liite 1).

Tilaaja on velvollinen maksamaan sopimukseen perustuvat laskut, kun lasku on esitetty tilaajalle ja vastaava työvaihe on todettu tehdyksi tai muuten todettu laskutuskelpoiseksi [4, § 40]. Laskutuskäytännöt voivat kuitenkin vaihdella eri kohteiden ja tilaajien välillä. Tyypillisesti maksuerät hyväksytetään tilaajalla ennen laskutusta. Kuitenkaan kaikki tilaajat eivät vaadi erillistä hyväksyttämistä, ja erät voi laskuttaa urakkasuoritusten valmistumisen ja maksuerien ehtojen täyttymisen mukaisesti.

### 3.3 Aloituskokous

Urakan aloituskokouksen tyypillisesti kutsuu koolle tilaaja. Aloituskokoukseen osallistuu tilaajan edustajat, urakoitsijat, suunnittelijat ja jossain tapauksissa urakkakohteen tulevat käyttäjät tai urakka-alueen läheisten tilojen käyttäjät.

Aloituskokouksessa tutustutaan eri urakoitsijoiden kesken ja käydään läpi rakennusorganisaatio ja yhteyshenkilöt ja heidän yhteystietonsa. Kokouksen muita aiheita on esimerkiksi työmaakäytännöt, laadunvalvonta, laskutus- ja lisätyökäytännöt, työmaaraportointi, työmaavalvonta, dokumentointi, katselmukset, urakka-aika ja alustava-aikataulu, jos sellainen on saatavilla.

Aloituskokouksessa on myös hyvä hetki esittää kysymyksiä tilaajalle, mikäli suunnitelmiin tai urakkasuoritukseen koskevia kysymyksiä on herännyt urakka-neuvotteluiden ja sopimuksen allekirjoittamisen jälkeen.

### 3.4 Aikataulu

Usein ensimmäiseen työmaakokoukseen mennessä alustava aikataulu esitellään, siten että se sisältää pääpiirteittäin kaikkien eri urakoitsijoiden välisen työvaihejärjestyksen. Lopullinen aikataulu täydennetään tilaajan ja urakoitsijoiden välillä siten, että siinä esitetään keskinäinen suoritusjärjestys ja eri työvaiheiden kesto. Työaikataulu hyväksytetään yhteisesti noudatettavaksi kaikkien urakoitsijoiden ja tilaajan välillä. Urakoitsijoiden ja tilaajan hyväksynnän jälkeen aikataulu on sitova tarkoittaen sitä, että urakoitsija vastaa aikataulussa pysymisestä. Alustavassa tai alkuvaiheen aikataulussa työvaiheet on usein esitetty viikon tarkkuudella. Tämä voi kuitenkin vaihdella projektin keston mukaan.

Aikataulu usein tarkentuu projektin edetessä, ja aikataulun tarkennusta voidaan tehdä päivien tai viikkojen tarkkuudella, milloin työvaiheet alkavat tai tehdyt hankinnat saapuvat työmaalle. Yleisestä aikataulusta voidaan myös siirtyä tarkempaan aikatauluun tai laatia oma kokonaan uusi aikataulu, jossa työvaiheet on

kirjattu päivän tarkkuudella. Tämä usein tehdään luovutusvaiheessa, tai jos pyritään kirmämään aikataulua kiinni.

Urakoitsija kirii omalla toiminnallaan aiheutuneet aikatauluviiveet omalla kustannuksellaan. Mikäli aikatauluviiveet johtuvat muiden urakoitsijoiden viiveistä, on urakoitsijalla oikeus vaatia lisääaikaa tai lisäkorvausta aikataulun kirmamiseen. Urakoitsija on velvollinen toteuttamaan urakan sovitun aikataulun mukaisesti. Tästä syystä muiden urakoitsijoiden viiveet ja niiden vaikutus omaan urakkasuoritukseen on tärkeää reklamoida ajoissa, jotta urakoitsija ei ole velvollinen kirmämään aikataulua kiinni omalla kustannuksellaan.

Reklamaatio tai vastaava asiakirja on myös tärkeä loppuselvityksen yhteydessä. Siitä urakoitsijan on helppo esittää aikataulun viiveen johtuvan muiden urakoitsijoiden työsuorituksista, jolloin aikatauluviiveen kirmaminen ei jää urakoitsijan omaksi kustannukseksi.

## **4 Toteutusvaihe**

### **4.1 Hankinnat**

Sähköurakan toteutusvaihe alkaa projektinvetäjän näkökulmasta projektin tärkeimmällä tehtävällä, joka on hankintojen tekeminen. Tyypillisesti sähköurakan hankinnat voidaan jakaa seuraaviin osa-alueisiin:

- sähköasennusurakka
- yleiskaapelointijärjestelmäurakka
- paloilmoin- tai palovaroitinjärjestelmäurakka
- kulunvalvonta- ja rikosilmoitinjärjestelmäurakka
- äänentoistojärjestelmäurakka
- sähkökeskukset
- valaisimet
- kaapelit
- johtotiet, sähkökalusteet ja muut asennustarvikkeet.

on kuitenkin mahdollista, että projektissa esiintyy muita erikoisurakoita tai jakelijärjestelmän osia, muuntamoita, aurinkosähköjärjestelmiä tai muita ja erikoisjärjestelmiä.

Kiireisimmät hankinnat koskevat valaisimia, sähkökeskuksia ja asennusurakoita. Ennen hankintoja tulee kaikki materiaali, urakoitsijat ja toimittajat hyväksyttäväksi tilaajalla. Asennusurakoita tehdessä tulee myös tarkastella, onko alihankkijalla riittävästi osaamista sekä resursseja tehdä urakka määrättyssä ajassa [3, s.252]. Urakoissa myös usein pyritään vaihtamaan tyypitettyjä järjestelmiä toisiin vastaaviin, kuitenkin, halvempiin tavoitellen taloudellista hyötyä tai kattamaan mahdollisia laskennassa tapahtuneita virheitä.

Tilaajalla on oikeus vain perusteellisesta syystä hylätä ehdotettu materiaalin tai järjestelmän toimittajan vaihto, mikäli sitä ei ole tarkasti tyypitetty tarjouspyyntömateriaalissa. Yksi perusteellinen syy voisi olla, että korvaava tuote ei vastaa teknisiltä ominaisuuksiltaan suunnitelmissa esitettyä tuotetta. On urakoitsijan vastuulla todentaa, että vastaava tuote täyttää kaikki tilaajan vaatimukset, mikäli urakoitsija esittää jotain materiaalia tai järjestelmään vaihdettavaksi toiseen. Poikkeamista tulee selkeästi ilmoittaa. Muuten tilaaja voi olettaa, että tuote vastaa tarjouspyyntömateriaaleissa tyypitettyä tuotetta.

Tilaajalla on myös oikeus pyytää hyvitystä, mikäli tarjouspyynnössä on määriteltä selvästi joku tietty tuote ja urakoitsija ehdottaa tuotetta vaihdettavaksi toiseen, jossa on esimerkiksi huonompia teknisiä ominaisuuksia tai hinta on selkeästi halvempi. Julkisissa hankkeissa tilaajat harvoin voivat määrittellä tietyn tuotteen tai järjestelmän asennettavaksi muulloin kuin erittäin painavasta syystä. Esimerkiksi korjattava tai uusi järjestelmä yhdistyy kiinteistön nykyiseen järjestelmään, jossa eri valmistajien tai toimittajien laitteistot eivät ole yhteensopivia. Tyypillisiä esimerkkejä järjestelmistä, joissa eri toimittajien järjestelmät eivät ole yhteensopivia ovat paloilmoitinlaitteistot tai kulunvalvontalaitteistot.

Hankinnoista on hyvä tehdä hankinta-aikataulu, jolloin asennuksiin tarvittavat tuotteet tulevat työmaalle oikea-aikaisesti työvaiheen ollessa

ajankohtainen. Syynä tälle on, että varastointitilaa on usein rajallisesti kohteella, sekä riski tarvikkeiden vaurioitumiselle tai varastamiselle kasvaa varastointiajan pidentyessä. Myös toimittajan takuu materiaaleissa tyypillisesti alkaa toimituksen saapuessa työmaalle. Tilaajan suuntaan takuu alkaa vasta, kun rakennus on vastaanotettu ja urakoitsijan takuu-aika alkaa. Tämä koskee kaikkia asennustarvikkeita, vaikka ne olisi asennettu jo aiemmin. Pitkä tuotteiden säilöminen työmaalla siis lyhentää tuotteiden takuu-aikaa urakoitsijan näkökulmasta, jos ne asennetaan useiden kuukausien tai vuosien jälkeen toimituksesta.

Maksuerät ovat usein sidottuna asennusten etenemiseen. Tästä syystä, jos hankinnat tehdään liian ajoissa, tulee ongelmaksi kassavirran hallinta. Esimerkiksi valaisimia on turha hankkia heti projektin alussa, jolloin niiden asennus ei ole mahdollista. Tilannetta, jossa urakoitsijalla on suuri määrä rahaa kiinni materiaaleissa, joita ei ole mahdollista asentaa tulisi välttää kaikin mahdollisin keinoin. Vastaavasti liian myöhäiset toimitukset voivat puolestaan voivat aiheuttaa aikataulullisia ongelmia ja pahimmassa tapauksessa urakkasuoritus myöhästyy luovutuspäivämäärästä. Oikein ajoitetut hankinnat ja toimitukset ovat avainasemassa projektin monessa eri osa-alueessa.

## 4.2 Tate-yhteensovitus

Tate-yhteensovitus ei ole välttämättä tilaajan vaatima kokous, kuitenkin se usein pidetään urakoitsijoiden omasta aloitteesta, jotta vältytään ongelmilta urakan edetessä. Tate-yhteensovituksella tarkoitetaan eri talotekniikkaan liittyvien asennuksien sovittamista, jotta kaikki tarvittavat asennukset saadaan tehtyä. Voidaan esimerkiksi sopia urakoitsijoiden välinen työjärjestys ja asennuskorot sekä reitit, jotta vältytään tekniikan risteämiseltä ja saadaan kaikki asennukset tehtyä sujuvasti.

Tate-yhteensovitus palaverieita voidaan pitää useita urakan aikana, mutta kuitenkin urakan alussa on syytä pitää ainakin yksi, jossa käydään läpi kriittisimmät alueet. Urakoitsijoiden tulisi varautua kokoukseen käymällä oman alan

suunnitelmat läpi ja verrata niitä muiden urakoitsijoiden kuviin. Yleisimmät ristiriidat yhteensovituksessa aiheutuvat johtoteiden, iv-kanavien ja vesi- ja viemäriputkien risteämisestä. Usein ongelmat ilmenevät ahtaissa tiloissa, kuten alakattolisissa tiloissa, joissa alakaton päällä on vähän tilaa ja siellä kulkee paljon tekniikkaa.

Ongelmia usein ilmenee, jos yhteensovittavia järjestelmiä on useampia perustalotekniikan lisäksi, esimerkiksi kaasu ja sprinkleri. Toinen merkittävä käsiteltävä asia on tekniset tilat. Teknisissä tiloissa on paljon yhteensovittavaa sijoittelussa, esimerkiksi sähkökeskukset, IV-koneet ja kanavat, lämminvesivaraajat, jäähdytyslaitteisto, kaukolämpölaitteisto ja sen vaatimat putkitukset. Teollisuusrakennuksissa voi esiintyä paljon muita erikoisjärjestelmiä, esimerkiksi paineilmajärjestelmä, purupoistojärjestelmä, pakokaasunpoistojärjestelmä tai savunpoistojärjestelmä.

Palaverista laadittavaan pöytäkirjaan kirjataan havaitut ristiriidat sekä puutteet ja tämä esitetään tilaajalle ja suunnittelijoille. Tate-yhteensovituksen lisäksi tulee tehdä reikä tarkastelu jo tehtyjen reikäkuvien perusteella tai suunnitella reiät kohteeseen. Reikäkuvilla tarkoitetaan kuvia, joihin on merkitty asennuksien vaatimat läpivientireiät tasokuvaan. Reikäkuviin usein merkitään kaikki tarvittavat läpivientireiät. On kuitenkin mahdollista, että kuviin merkitään vain reiät, jotka vaativat merkittävää työtä, kuten timanttiporausta.

Reikäkuvia tehdessä tai tarkistaessa olisi hyvä kiertää työkohteiden läpi kauttaaltaan johtoteiden osalta. Tällöin kaikki vaaditut läpiviennit tulevat huomattua, ja nämä tulevat merkitä kuviin tai tarkistaa, että ne löytyvät kuvista. Mikäli reikiä ei ole suunniteltu, tulee reikäkuvat hyväksyttäväksi rakennesuunnittelijalla ja tilaajalla. Saneerauskohteissa tulevat vanhat olemassa olevat reiät katseltua työmaalla. Mikäli reikätarpeita havaitaan, tulee ne hyväksyttäväksi tilaajalla ja rakennesuunnittelijalla.

Reikäkuvien tarkastelun jälkeen urakoitsija vahvistaa tarkastaneensa reikäpiirustukset, ja tämän jälkeen voi tilaaja vaatia urakoitsijalta korvausta lisäreikien poraamisesta, mikäli reikätarpeet on sellaisissa paikoissa, joissa ne olisi tullut huomata kuvien tarkastelun yhteydessä.

### 4.3 Työmaavalvonta ja laadunvarmistus

Työmaavalvontaa suorittaa urakoitsijan suuntaan tilaajan nimittämä valvoja. Valvojalla on usein myös oikeus tilata lisätöitä urakoitsijalta, ja toimii urakoitsijan suuntaan tilaajan yhteyshenkilönä. Valvoja suorittaa työmaavalvontaa projektin edetessä ja pystyy vaatimaan urakoitsijaa korjaamaan urakkasuoritustaan, mikäli havaitsee urakoitsijan työssä puutteita. Valvoja tyypillisesti valvoo urakoitsijaa säännöllisillä työmaakerroksilla, joista valvoja täyttää valvontaraportin ja lähettää sen urakoitsijalle sekä tilaajalle. Raportteihin kirjatut puutteet tulee korjata kohtuullisessa ajassa puutteen huomaamisesta. Valvojat tyypillisesti tekevät valvontakerroksia työmaa- tai urakoitsijakokouksien yhteydessä.

Urakoitsijan osalta työmaavalvonnasta ja laadunvarmistuksesta pääosin vastaa projektin vetäjä tai projektipäällikkö. Tähän avuksi yrityksillä on usein laadittu laatukäsikirja, johon on yksityiskohtaisesti kirjattu, miten tulisi menetellä asennusvaiheessa ja mitä tulisi ottaa huomioon kunkin eri asennusvaiheen aikana. Työmaavalvontaa on hyvä suorittaa koko projektin ajan ja puuttua mahdollisiin ongelmakohtiin välittömästi, mikäli sellaisia ilmenee. Ongelmat voivat olla esimerkiksi asennuksen laatuun liittyviä tai työmaakäytäntöihin liittyviä.

Laadunvarmistusta myös toteutetaan malliasennuksilla. Tilaajalla voi olla vaatimuksena, että vähintään tietyistä asennuksista tulee tehdä malliasennukset ennen asennusten varsinaista aloittamista kohteella. Malliasennukset tyypillisesti koskevat johtoteitä, kalustusta, johdottamista, kytkemistä tai jos kohteessa on erikoisempia asennus- tai kiinnitystapoja. Malliasennukset hyväksytetään tilaajalla tai tilaajan nimittämällä valvojalla. Hyväksytyt malliasennuksen jälkeen asennukset voidaan aloittaa käyttämällä malliasennuksessa käytettyjä menetelmiä.

Lisäksi urakoitsija on velvollinen tekemään oman työn tarkastuksen viimeistään urakan loppuvaiheessa osana laadunvalvontaa [4, § 11]. Työnjohtaja tai projektipäällikkö tekee kierroksen valmiista tai lähes valmiista työsuorituksesta ja kirjaa ylös kaikki havaitsemansa puutteet. Kierroksesta tehdään pöytäkirja, jonka

mukaan kaikki havaitut puutteet tulee korjata ennen kohteen luovuttamista tilaajalle.

#### 4.4 Työmaakokoukset

Työmaakokous on urakoitsijoiden ja tilaajan välinen päätösvaltainen kokous. Työmaakokous on sopimusehdoissa määritelty osapuolten yhteinen tilaisuus, jota käytetään rakentamisen seurantaan ja ohjaukseen. Työmaakokouksissa käydään läpi esimerkiksi meneillään olevat työvaiheet, maksuerät ja lisätyöt, suunnitelmatilanne, aikataulutilanne, urakoitsijoiden omat, valvojien ja suunnittelijoiden asiat sekä tilaajan ja käyttäjien asiat, mikäli semmoisia on.

Työmaakokouksessa päätetyt asiat voivat muuttaa urakan sisältöä tai aikataulua. Jokaisesta kokouksesta tehdään pöytäkirja, joka kokouksen jälkeen lähetetään kommentoitavaksi kaikille urakoitsijoille. Mikäli laadittu pöytäkirja ei vastaa kokouksessa sovittuja ja läpikäytyjä asioita tai sisältää virheitä, tulee tästä lähettää kirjallinen kommentti pöytäkirjan laatijalle annettuun päivämäärään mennessä, usein ennen seuraava kokousta. Työmaakokouksessa tehty huomautus tai ilmoitus katsotaan kirjallista ilmoitusta vastaavaksi [4, § 66].

Pöytäkirjan sisällön tulee vastata kokouksessa läpikäytyjä asioita ja virheellisesti kirjatut asiat tulee muuttaa ennen pöytäkirjan virallista hyväksymistä. Pöytäkirjat tyypillisesti hyväksytään seuraavan vastaavan kokouksen yhteydessä.

Tarkat ja oikeat kirjaukset kokouspöytäkirjoissa ovat urakoitsijan kuin myös tilaajan kannalta tärkeitä, sillä kokouspöytäkirjaan kirjattuihin asioihin on helppo vedota tai reklamoida, mikäli urakka ei etene sovitulla tavalla. Urakoitsijan näkökannalta on myös hyvä pitää mielessä, että kokouspöytäkirjan laatija on lähes poikkeuksetta tilaaja. Tällöin pöytäkirjan laatijalla voi olla intressinä kirjata kokouksessa käytyjä asioita oman edun mukaisesti tai epähuomiossa väärällä tavalla. Tästä syystä kaikki kokouspöytäkirjat tulee käydä huolellisesti läpi, varsinkin jos urakkakohteessa on suuria aikataulupaineita tai muita haasteita.

#### 4.5 Suunnitelmakatselmukset

Yleisten sopimusehtojen [4, § 64] mukaisesti on molemmilla osapuolilla oikeus vaatia suunnitelmakatselmusta. Suunnitelmakatselmus on menettely, jonka avulla sopijapuolet voivat todentaa suunnitelmien sisällön ja suunnitelmavalmiuden töiden aloituksen näkökulmasta. Suunnitelmakatselmuksen tarkoituksena on ratkoa suunnitelmissa olevia epäselvyyksiä ja niistä aiheutuvia ongelmia. Katselmuksia voidaan myös pitää osana ennakoivaa laadunhallintaa ja laatuvirheiden ennaltaehkäisyä. Suunnitelmakatselmus voidaan pitää ennen urakkasopimuksen allekirjoittamista. Katselmuksia voidaan myös tehdä ennen uusien asennusvaiheiden tai lohkojen aloitusta sekä ennen riskialttiiden työvaiheiden aloitusta [2, s. 130].

Suunnitelmakatselmuksia voidaan myös järjestää tarvittaessa nopeallakin aikataululla, mikäli asennuksien aikana havaitaan puutteita tai ristiriitoja suunnitelmissa. Urakoitsijalla on myös vastuu tuoda ongelmat, puutteet ja ristiriidat tilaajan tietoon viipymättä, kun ne havaitaan [4, § 33].

#### 4.6 Välitavoitteet

Usein urakkaan asetetaan välitavoitteita, jotka voivat olla sakollisia. Välitavoitteina on yleensä selkeitä kokonaisuuksia, jotka voidaan kokonaan saattaa valmiiksi. Välitavoitteet voivat olla yksittäisiä järjestelmiä, niiden osia tai lohkoja urakka-alueesta, kuten savunpoistojärjestelmä, kerrostalon A-rappu tai kuvien A-lohko. Välitavoitteeksi kirjatun kokonaisuuden tulee olla valmis ja luovutuskelpoinen tilaajalle kaikki havaitut puutteet korjattuna asetettuun päivämäärään mennessä. Muuten tilaajalla on oikeus asettaa viivästysakkoja urakoitsijalle, mikäli niin on kirjattu sopimukseen [4, § 18].

Välitavoitteet ovat usein riippuvaisia myös muiden urakoitsijoiden työvaiheista, joten jos muiden urakoitsijoiden tai tilaajan toiminta estää oman työsuorituksen edistämisen, tulee tästä reklamoida viivästyksen aiheuttamaa tahoa ja ilmoittaa asiasta tilaajalle. Jos urakoitsija ei pysty selvästi esittämään oman viivästyksen

urakkasuorituksessaan johtuvan toisen urakoitsijan tai tilaajan toiminnasta, jää viivästyksestä aiheutuvat kulut urakoitsijalle itselleen. Tästä syystä tulee urakoitsijan vaatia oman urakkasuorituksen esteistä kirjaus työmaakokouspöytäkirjaan tai reklamoida suoraan esteen aiheuttajaa.

#### 4.7 Reklamaatiot

Reklamaatio tarkoittaa kirjallista huomautusta, ilmoitusta tai vaatimusta, jonka asianomainen tekee turvatakseen omat oikeutensa tai asemansa. Reklamaatio on laadittava kirjallisesti ja toimitettava reklamoitavalle taholle todistettavasti [5]. Reklamaation voi toimittaa sähköpostitse siten, että viestiin pyytää vastaanotto-kuittauksen. Vaihtoehtoisesti reklamaation voi tehdä urakoitsija- tai työmaakokouksen yhteydessä siten, että kokouspöytäkirjaan tulee merkintä tehdystä reklamaatiosta. [5].

Reklamaatio tulee tehdä mistä tahansa sopimukseen liittyvästä viivästyks-, virhe tai häiriötilanteesta viipymättä puutteen havaitsemisesta. [5]. Reklamaatio tulee myös laatia, mikäli ylivoimaiseen esteeseen liittyvä töiden viivästysuhka on olemassa [4, §20]. Mikäli urakoitsija ei reklamoi tilaajaa ajoissa, menettää urakoitsija puheoikeutensa kulujen esittämiseen tilaajalle. Lisäksi mikäli reklamaatiota mahdollisista ongelmista ei ole tehty voi tilaaja olettaa, että epäselvyyksiä tai ongelmia ei ole työmaalla [5].

Reklamoidun osapuolen tulee vastata reklamaatioon kirjallisella vastineella. Vastineessa tulee esittää ja perustella oma näkemys reklamoidusta asiasta. Mikäli reklamoitu osapuoli ei vastaa reklamaatioon, heikkenee reklamoidun puheoikeus reklamoituun asiaan. Lisäksi mikäli reklamaatioon ei laadi vastinetta voi reklamaation tehnyt osapuoli olettaa reklamoidun osapuolen hyväksyvän reklamaation ja siinä esitetyt vaateet sellaisenaan [5].

## 4.8 Kustannusseuranta

Projektin talouden seurannasta vastaa projektipäällikkö. Tapoja seurata kustannuksia projektin edetessä on monia, ja tavat usein vaihtelevat eri yrityksiä välillä. Ideana on kuitenkin seurata kustannuksia projektin edetessä, kerätä toteutuneet kustannukset ja verrata niitä projektin budjettiin ja nykyiseen laskutustilanteeseen.

Projektien tarkoituksena on pitää kassavirta positiivisena koko projektin ajan. Hyvin suunniteltu maksuerätaulukko on helpoin työkalu taata projektin jouheva läpimeno rahaliikenteen kannalta. Kustannusseurannan yhteydessä tulee myös pitää mielessä koko yrityksen taloudellinen tilanne. Yksittäinen negatiivinen kassavirta ei välttämättä vaikuta yrityksen toimintaan ollenkaan. Kuitenkin jos useissa eri projekteissa tilanne on sama, voi yrityksen toiminta hetkellisesti vaikeutua ja pahimmassa tapauksessa kaataa yrityksen.

Suurien hankintojen kuten valaisimien, keskuksien tai muiden suurien kokonaisuusien toimitus on kriittistä ajoittaa projektien oikeaan vaiheeseen. Usein maksuerät on sidottu kyseisiin kokonaisuuksiin ja siitä syystä toimitukset pitäisi ajoittaa tarkasti siten, että niiden toimituksesta työvaiheet saataisiin lähes heti käyntiin, kuitenkin niin että työvaiheet eivät viivästy materiaali puutteiden takia.

## 5 Projektin päättäminen

### 5.1 Toimintakokeet

Toimintakokeiden tarkoituksena on varmistaa, että tehdyt asennukset toimivat halutusti ja suunnitelmien mukaisesti. Tyypillisesti urakoitsijat tekevät omat toimintakokeensa tilaajan nimittämien valvojien kanssa. Toimintakokeissa myös varmistetaan, että kaikkien asennettujen järjestelmien yhteistoiminta on suunnitelmien mukainen.

Toimintakokeissa voidaan myös huomata, jos jokin järjestelmä tai sen osa tulisi muuttaa toimimaan eri tavalla. Suunnitteluvaiheessa voi epähuomiossa jäädä

suunnitelmiin virheitä tai toimintoja, jotka eivät ole toivottuja. Esimerkiksi kulunvalvontalukija voi jäädä väärälle puolelle ovea, ohjauspiiri sähkökeskuksessa ei toimi, jokin hälytys ei lähde eteenpäin halutusti tai järjestelmät eivät toimi yhteen halutusti.

Mikäli toimintakokeissa havaitaan puutteita järjestelmissä tai niiden toiminnassa, tulee havaitut puutteet korjata tai muuttaa järjestelmän toimintaa halutunlaiseksi. Toimintakokeista tyypillisesti tehdään pöytäkirja, johon kirjataan toimintakokeissa testatut järjestelmät tai niiden osat sekä toimintakokeisiin osallistuneet henkilöt. Lisäksi pöytäkirjaan kirjataan mahdolliset havaitut puutteet ja ongelmat sekä määräaika, jossa havaitut puutteet tulee korjata.

Sähköurakan toimintakokeiden lisäksi sähköurakoitsijaa voidaan vaatia osallistumaan LVIA-urakoiden toimintakokeisiin. Sähköurakka usein liittyy näihin urakoihin, ja sähköurakassa voi olla mukana rakennusautomaation osia tai suoria ohjauksia LVI-järjestelmiin.

## 5.2 Tarkastukset ja mittaukset

Sähkölaitteiston luovuttamiseksi tulee kaikki järjestelmät tarkastaa ja käyttöönottaa. Kaikkien eri järjestelmien toiminta tulee testata ja varmistaa niiden toimivuus. Tarkastuksista ja testauksista tulee tehdä pöytäkirjat, joissa on eritelty mitä on testattu. Tyypillisiä järjestelmiä, joista tulee toimittaa tarkastus- tai mittauspöytäkirjoja, ovat esimerkiksi yleiskaapelointi-, rikos- ja kulunvalvonta-, paloilmoin-, savunpoisto- ja ovipuhelinjärjestelmät.

Yksi tärkeimmistä dokumenteista sähköurakassa on käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Kyseisessä dokumentissa urakoitsija allekirjoituksellaan vakuuttaa asennusten olevan standardien mukaisia ja tämä on varmennettu mittaamalla. Sähkölaitteistosta mitattujen arvojen tulee täyttää SFS-6000 standardisarjassa määritetyt arvot (liite 2).

Sähkölaitteistosta mitattavia arvoja ovat oikosulkuvirrat, eristysvastukset, suojaohjelmien jatkuvuudet, vikavirtasuojien toimintavirrat ja toiminta-ajat sekä

vaihekiertosuunta. Mittaukset suoritetaan lähes poikkeuksetta sähkökeskuksittain. Mittaustulokset kirjataan ylös ja lisätään liitteeksi käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan (liite 2).

### 5.3 Oman työn tarkastus

Urakoitsija tekee itselleen luovutuksen urakan loppuvaiheessa asennusten ollessa valmiita tai lähes valmiita. Oman työn tarkastuksen tarkoituksena on, että urakoitsija käy läpi työsuoritteensa ja etsii siitä puutteita, jotka tulisi korjata. Puutteet voivat olla esimerkiksi väärä materiaaleja, väärin tehtyjä asennuksia tai puutteellisia pöytäkirjoja.

Urakoitsija tekee itselleen luovutuksesta raportin tai dokumentin, johon kirjaa löytämänsä puutteet riittävällä tarkkuudella, jotta ne saadaan korjattua. Raportin laatija toimittaa tehdyn dokumentin työmaalla työskentelevien asentajien lisäksi tilaajalle. Projektin aikatauluun on usein merkitty viimeinen päivä, jolloin oman työn tarkastusdokumentti tulisi toimittaa tilaajalle ja siihen kirjatut puutteet korjata.

### 5.4 Kohteen luovutus ja vastaanottotarkastus

Vastaanottotarkastus on virallinen tapahtuma, missä tilaaja ottaa urakoitsijan tekemän urakkasuorituksen vastaan. Vastaanottotarkastus pidetään tyypillisesti aikataulukokouksessa sovittuna päivänä. Kuitenkin tilaajalla sekä urakoitsijalla on oikeus pyytää vastaanottotarkastus pidettäväksi, kun sopimuksen mukainen rakennuskohde on siinä valmiudessa, että mahdolliset jäljellä olevat työt saadaan suoritettua ennen vastaanottotarkastuksen pitämistä.

Vastaanottotarkastuksessa tilaaja usein ottaa pääurakoitsijan urakan vastaan, mistä sähköurakka on vain yksi osa hanketta. On myös mahdollista pitää sivu-urakoista oma vastaanottotarkastus, jolloin urakoitsija ei joudu odottamaan kohteen muiden urakoiden valmistumista. Vastaanottotarkastuksessa todetaan, onko urakoitsijoiden aikaansaama työtulos sopimusasiakirjojen mukainen [4, §

71]. Mikäli vastaanottotarkastuksessa havaitaan puutteita, tulee ne korjata pikimmiten. Vähäiset viimeistelytyöt eivät kuitenkaan ole este vastaanotolle, mikäli niistä ei aiheudu estettä tai haittaa kohteen käyttöönotolle [4, § 71]. Tilalla on myös oikeus olla ottamatta urakkasuoritusta vastaan, mikäli vastaanottotarkastuksessa havaitut puutteet ovat esteenä käyttöönotolle. Puutteet voivat olla suunnitelmien vastaisia tai virheellisesti tehtyjä asennuksia.

Vastaanottotarkastuksen yhteydessä on tyypillisesti kokous, jossa sovitaan tilaajan ja urakoitsijan välillä takuuajan pituudesta, takuuajan vakuuksien toimitamisesta, luovutuskuvien toimittamisesta, maksamattomista laskuista tai muista vielä auki olevista asioista.

## 5.5 Taloudellinen loppuselvitys

Taloudellinen loppuselvitys pidetään tilaajan ja urakoitsijan välillä, kun kohteessa on pidetty urakkasuorituksen vastaanottotarkastus. Mikäli muuta ei sovita, tulee urakoitsijan lähettää tilaajalle yksilöity lopputilitys kaikista osapuolten välisistä avoimista asioista. Taloudellinen loppuselvitys on viimeinen mahdollisuus esittää taloudellisia kustannuksia ja muita vaateita urakkasuoritukseen liittyen tilaajalle puheoikeiden menettämisen uhalla [4, § 73].

Taloudellinen loppuselvitys pidetään usein vasta, kun kaikki urakkasuoritukseen liittyvät havaitut puutteet on korjattu. Taloudellisessa loppuselvityksessä käydään läpi kaikki jo laskutetut sekä laskuttamattomat maksuerät, lisätyöt ja muut vaateet puolin ja toisin. Päämääränä on saada sopu kustannuksista osapuolten välillä. Kokouksesta laaditaan pöytäkirja, ja siinä tulee ilmetä urakoitsijan laatima lopputilitys ja siihen tilaajan vastine, vaatimukset, jotka eivät sisälly edellä mainittuun vastineeseen ja muut mahdolliset tilisuhteisiin vaikuttavat asiat.

Kokouksen jälkeen osapuolet allekirjoittavat pöytäkirjan, jonka jälkeen jäljellä olevat maksuerät ja muut laskuttamattomat laskut ovat laskutuskelpoisia, ellei toisin sovita kokouksen aikana.

## 5.6 Takuu aika

Takuu aika alkaa pidetyn vastaanottotarkastuksen päivämäärästä. Takuu aika Yse:n [4] mukaisesti on kaksi vuotta [4, § 29]. Takuu aika voidaan myös sopia joksikin muuksi. Takuu aikana tyypillisesti suoritetaan kerran vuodessa vuositakuutarkastus, jossa havaitut puutteet tulee korjata kohtuullisessa ajassa. Kuitenkin mikäli kohteessa havaitaan kriittisiä toimintaan tai turvallisuuteen vaikuttavia puutteita tulee ne korjata välittömästi.

Tilaajan vaatimusten mukaan takuuajan aikana sähkölaitteistoon voidaan tehdä muitakin toimenpiteitä, kun pelkkiä havaittujen puutteiden korjauksia. Tyypillisesti vaadittuja töitä ovat esimerkiksi nousujohtojen liittimien jälkikiristys, nousujohtojen vaihevirtojen mittaus, pylväsvalaisimien pylväiden suoristus ja kiristys. Lämpökameroiden kehittyessä vaatimus pää- ja nousukeskuksien lämpökuvauksesta takuu aikana tulee jatkuvasti useammin eteen. Lämpökuvauksella pyritään etsimään sähkölaitteistosta heikkoja kohtia, jotka voisivat aiheuttaa vaaraa käyttäjille. Tyypillisiä vikoja, joita lämpökuvauksella etsitään, ovat heikkoja tai löysiä liitoksia, vinokuormaa tai erityisen paljon lämpeneviä komponentteja. Takuuajaksi urakoitsija joutuu luovuttamaan tilaajalleen takuuajan vakuuden, joka tyypillisesti on 2 % arvolisäverottomasta urakkasummasta, mukaan lukien lisä- ja muutostyöt [4, § 36].

## 6 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli luoda toimintamalli sähköurakan toteutusvaiheen läpivientiin. Työtä voidaan käyttää uusien tai aloittavien projektinvetäjien perehdyttämiseen. Työtä voidaan myös hyödyntää yrityksen sisällä toimintatapojen yhtenäistämiseen, jolloin työtavat yrityksen sisällä olisivat mahdollisimman samankaltaisia. Tästä on hyötyä, jos esimerkiksi pitää sijaistaa kollegoita sairastapauksien tai muiden syiden takia.


Insinööriyön laajuus päätettiin rajata projektin läpivientiin. Tämä tarkoittaa, että työssä ei käsitellä tarjouspyyntöä, tarjouslaskentaa eikä tarjouksen luontia tai

sen jättämistä. Tällä rajauksella insinööriyön aihe pysyi nimenomaan urakan läpiviennissä. Rajauksen jälkeen hahmoteltiin, mitä eri vaiheita projektissa on. Päädyttiin kolmeen selvästi eri osaan: aloitus-, toteutus- ja päättämisvaihe. Vaiheistuksen jälkeen pohdittiin, mitä asioita kuhunkin eri vaiheeseen liittyy. Tällä saatiin luotua selvä rakenne projektin kulusta insinööriyön kirjoitukseen.

Pääsin perehtymään projektinvetäjän työhön syvällisesti työtä kirjoittaessa. Tämä tulee jatkossa auttamaan itseäni omassa työssäni. Huomasin projektinvetämisen koostuvan useasta eri osa-alueesta, jotka vaikuttavat toinen toisiinsa. Mikään yksittäinen osa projektia ei ole tärkeämpi kuin toinen. Kaikissa osa-alueissa tulee olla huolellinen, jotta projekti kulkee ongelmitta alusta loppuun. Vaikka työssä on käyty projektin kulkua yksityiskohtaisesti läpi, tulee pitää mielessä, että kaikissa projekteissa on omat haasteensa ja näihin nopea ja oikeanlainen reagointi vähentää haasteiden aiheuttamia ongelmia. Insinööriyön lopputuloksena oli kokonaisvaltainen opas projektinvetämiseen, jota voidaan käyttää usealla eri tavalla. Toivon, että työtä voidaan hyödyntää yrityksen sisällä tulevaisuudessa.

## Lähteet

- 1 Rakennusurakoiden julkinen hankinta. 2020. Ptc. Verkkoaineisto. <<https://ptcs.fi/rakennusurakoiden-julkinen-hankinta-pari-sanaa-urakkaneuvotteluista/>>. Luettu 18.2.2022.
- 2 Junnonen, Juha-Matti. 2009. Sopimusten hallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- 3 Pelin, Risto. 2020. Projektihallinnan käsikirja. Helsinki: Projektijohtaminen Risto Pelin Oy.
- 4 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE 1998. 2016. RT 16-10660. Rakennustieto Oy.
- 5 Elina Saari. Reklamaatiovelvollisuus rakennusurakassa – osa lojaliteettivelvollisuutta. Verkkoaineisto. Urtti asianajotoimisto. <https://urtti.fi/reklamaatiovelvollisuus-rakennusurakassa-osa-lojaliteettivelvollisuutta/>. Luettu 28.5.2023.

	KOHDE:		
			
	TYÖNO:		
LASKUTUSOSOITE:		LASKUN LÄHETYSOSOITE:	
ERÄ	SELITYS	€ ALV <u>0%</u>	LASK. PVM.
1	Kun Tilaus tullut, työaikainen vakuus asetettu ja työt aloitettu	13 800,00	
2	Kun kaapelihyllyistä on <u>30%</u> asennettu	8 000,00	
3	Kun kaapelihyllyistä on <u>60%</u> asennettu	8 000,00	
4	Kun kaapelihyllyistä on <u>100%</u> asennettu	8 000,00	
5	Kun kaapeleista on <u>20%</u> vedetty	19 000,00	
6	Kun kaapeleista on <u>40%</u> vedetty	19 000,00	
7	Kun kaapeleista on <u>60%</u> vedetty	19 000,00	
8	Kun kaapeleista on <u>80%</u> vedetty	19 000,00	
9	Kun kaapeleista on <u>100%</u> vedetty	19 000,00	
10	Kun valaisimet toimitettu ja asennukset aloitettu	90 000,00	
11	Kun valaisimista ja sähkökalusteista on <u>25%</u> asennettu	6 400,00	
12	Kun valaisimista ja sähkökalusteista on <u>50%</u> asennettu	6 400,00	
13	Kun valaisimista ja sähkökalusteista on <u>75%</u> asennettu	6 400,00	
14	Kun valaisimista ja sähkökalusteista on <u>100%</u> asennettu	6 400,00	
15	Kun urakka on vastaanotettu, virheet/puutteet korjattu  takuuajan vakuus asetettu ja luovutusasiakirjat toimitettu Rakennuttajalle	27 600,00	
	<b>YHTEENSÄ</b>	276 000,00	



## KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Sähkötöiden johtaja: Mika Rinkinen (S1)

KOHDE :

OSOITE :

TYÖN KUVAUS:

KÄYTTÖÖNOTTO TARK.     
  OSATARKASTUS     
  KUNNOSSAPITO TARKASTUS     
  MUU TARKASTUS

VAATIMUSTEN MUKAISUUDEN TOTEAMISEKSI TARKASTETAAN AISTINVARAISESTI SEURAAVAT ASIAT:

SÄHKÖISKULTA SUOJAUS HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
PALOSUOJAUS HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
JOHTIMIEN VALINTA HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
SUOJA-, KÄYTTÖ- JA VALVONTALAITTEET HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
EROTUS- JA KYTKENTÄLAITTEET HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
SÄHKÖLAITTEIDEN SUOJAUSMENETELMÄT HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
NOLLA- JA SUOJAJOHTIMEN TUNNUKSET HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
PIIRUSTUKSET, VAROITUSKILVET YM. Tarkekuvat toimitetaan suunnittelijalle	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
TUNNISTETTAVUUS HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
JOHTIMIEN LIITOKSET HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
MAADOITUSELEKTRODI HUOM.	<input type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input checked="" type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
	<input type="checkbox"/>	PERUSTUSMAADOITUS	<input type="checkbox"/>	MUU, MIKÄ?								
SÄHKÖLAITTEILLE PÄÄSY JA ETÄISYYDET HUOM.	<input type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
ERIKOISTILAT HUOM.	<input type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input checked="" type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
	<input type="checkbox"/>	LÄÄKINTÄTILA	<input type="checkbox"/>	RÄJÄHDYSVAARALLINEN								
NAPAIUUSTESTI HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
EMC-SUOJAUS HUOM.	<input checked="" type="checkbox"/>	KUNNOSSA	<input type="checkbox"/>	EI SISÄLLY								
	<input checked="" type="checkbox"/>	TN-S-JÄRJESTELMÄ	<input type="checkbox"/>	MUU, MIKÄ?								
MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS	<input type="checkbox"/>	EI	<input type="checkbox"/>	5V	<input type="checkbox"/>	10V	<input type="checkbox"/>	15V	<input type="checkbox"/>	VÄ-LEIN		HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA KÄYTÖSSÄ
MITTAUSPÖYTÄKIRJAT LIITTEENÄ KPL								4		KPL		HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAA EI TARVITA

ASENNUKSET TEHTY:

TUKES LUETTELOON S10/2019 STANDARDIEN MUKAISESTI

KUNNOSSA     
  EI KUNNOSSA

MUUN STANDARDIN MUKAISESTI (muu, mikä)

KUNNOSSA

EI KUNNOSSA

HAVAITUT PUUTTEET:

---

---

---

TARKASTUKSEN SUORITTI:

Joni Pykäläinen

PVM: 13.4.2023

Mittausluokko:

MITTALAITE FLUKE 163B

KESKUS

JK31

L-N

Ryhmä Nro	Sulake / Johdonsuoja	Eristysvastus Mohm	PE:n jatkuvuus Ohm	Oikosu_kviriä L-PE		Vikavirtasuojan toiminta	Kierto suunta 3-vaihe	Jännite- koe 1000V 500VA/1S	Jännitys jännite koe	Huomautukset
				Vastus Ohm	Virta A					
SYÖTTÖ										
3	16	500	0,777	0,93	253	25,4	24			
4	16	500	0,66	0,87	272	25,8	24			
5	16	500	0,62	0,79	207	25,4	24			
6	16	500	0,56	0,74	306	25,2	24			
7	16	500	0,26	0,67	355	26,9	24			
8	16	500	0,28	0,58	405	26,9	24			
9	16	500	0,29	0,73	322	26,5	27			
10	16	500	0,25	0,54	414	26,3	27			
11	16	500	0,31	0,67	350	25,8	24			
12	16	500	0,30	0,68	346	26,3	24			
13	16	500	0,27	0,61	387	24,6	21			
14	16	500	0,20	0,54	412	25,8	24			
15	16	500	0,20	0,37	635	26,3	27			
16	16	500	0,13	0,32	737	25,4	21			
30	16	500	0,78	0,94	251	26,5	24			
31	16	500	0,34	0,75	314	25,4	27			
29	16	500	0,31	0,69	340	26,1	27			
44	16	500	0,15	0,36	650	26,5	27			
38	16	500	0,06	0,19	1,2425,8	27				

Mittausluokse:

MITTALAITTE FLUKE 1653B

KESKUS

JK 32

Ryhmä Nro	Sulake / Johdonsuoja A	Eristysväestus Mohm	P.E:n jatkuvuus Ohm	Oikosulkuvirta L-PE		Vikavirtasuojan toiminta Lauk.aika ms	Lauk.virta mA	Kierto suunta 3-vaihe	Jännite- koe 1000V 500VA/1s	Jännös jännite koe	Huomautukset
				Vastus Ohm	Virta A						
16	16	500	0c	1,13	209	26,7	27				
17	16	500	0,71	0,66	356	26,3	24				
18	16	500	0c	1,15	205	25,6	24				L-N
19	16	500	0c	1,15	205	25,8	24				
20	16	500	0c	1,08	218	25,0	24				
21	16	500	0c	0,92	227	26,1	24				
22	16	500	0c	0,84	222	25,6	24				
23	16	500	0c	0,73	322	26,3	27				
24	16	500	0c	1,05	229	24,8	21				
25	16	500	0c	0,94	251	25,8	27				
26	16	500	0c	1,08	218	25,8	24				
27	16	500	0c	1,10	215	26,1	24				
28	16	500	0c	0,99	237	27,8	24				
29	16	500	0c	1,17	201	22,3	22				
30	16	500	0c	1,09	226	26,1	27				
31	16	500	0c	1,10	219	26,1	27				
32	16	500	0c	1,12	209	26,3	24				
38	16	500	0c	1,10	213	26,9	24				
41	16	500	0c	1,02	230	27,1	27				



Mittausluokki:

KESKUS

JK 34

MITTALAIT: FLUKE 1633B

Mittauspöytäkirja

Ryhmä Nro	Sulake / Johdonsuojia A	Eristysvastus Mohm	PE:n jatkuvuus		Oikosulkuvirta L-PE		Vikavirtasuojan toiminta	Kierto suunta 3-vaihe	Jännite- koe 1000V 500VA/1s	Jäännös jännite koe	Huomautukset
			Ohm	Ohm	Vastus Ohm	Virta A					
3	16	500	02		1,15	204	25,0	21			
4	16	500	0,89		0,83	284	25,2	24			L-N
5	16	500	02		0,99	237	26,1	27			
6	16	500	0,34		0,96	<del>246</del> 25,2	24				
7	16	500	02		0,92	246	25,8	24			
8	16	500	02		0,93	252	26,3	27			
9	16	500	02		1,17	202	25,0	24			
10	16	500	02		1,03	229	26,5	27			
11	16	500	025		0,61	386	25,2	27			L-N
12	16	500	0,30		1,07	220	26,7	27			
13	16	500	0,72		0,81	291	25,0	24			L-N
14	16	500	0,72		0,88	266	25,2	24			
28	16	500	02		1,02	231	25,4	24			
29	16	500	0,33		0,80	293	25,4	27			L-N
30	16	500	02		1,07	219	25,8	27			
32	16	800	02		0,96	244	25,8	24			