



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Nanna Liljasto

Sähköurakan valmistumisvaiheen työ- tehtävät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

31.10.2019

Tekijä Otsikko	Nanna Liljasto Sähköurakan valmistumisvaiheen työtehtävät
Sivumäärä Aika	28 sivua 31.10.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli käsitellä kaikki sähköurakan valmistumisvaiheen työvaiheet urakoitsijan näkökulmasta ja miten niiden suorittamisesta voidaan kehittää kustannustehokkaampia.</p> <p>Insinööriyössä ensimmäiseksi perehdyttiin sähköturvallisuuslakiin ja asetettuihin standardeihin koskien muun muassa käyttöönottotarkastusta. Sähköurakan eri sähköjärjestelmät käsiteltiin ja mitä urakoitsijan tulee huomioida niiden asennuksissa erityisesti. Valmistumisvaiheen työvaiheita käsitellessä pohdittiin samalla, kuinka työvaihe olisi mahdollista suorittaa tehokkaammin ja kenen vastuulla sähköurakointiyrityksestä työvaihe on. Jälkilaskennan tärkeyttä pohdittiin ja miten sitä saadaan paremmin hyödynnettyä seuraavissa urakkoissa.</p> <p>Lähdeaineistona käytettiin muun muassa SFS-6000 pienjänniteasennukset-standardia, ST-kortistoa ja YSE 1998 rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja.</p> <p>Insinööriyöstä saatiin kattava aineisto sähköjärjestelmistä sekä työvaiheista mitkä liittyvät sähköurakan valmistumiseen. Uusia kehitettyjä toimintaparatkaisuja voidaan käyttää jatkossa hyödyksi ja näin ollen saavuttaa parempia tuloksia. Työstä on apua sähköurakoitsijayrityksen aloitteleville työnjohtajille urakkakohteiden valmiiksi saattamiseen.</p>	
Avainsanat	sähköurakointi, käyttöönottotarkastus

Author Title	Nanna Liljasto Electrical contracting of completion assignments
Number of Pages Date	28 pages 31 October 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineer
Professional Major	Electrical power engineer
Instructor	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's study was to deal with all stages of the completion of an electrical contract from the contractor's point of view and how to make them more cost effective.</p> <p>The first part of this thesis was to orientate with the electrical safety law and certain standards regarding, among other things, commissioning inspection. The various electrical systems of the electrical contract were discussed and what the contractor should consider in their installation especially. During the work phases of the completion phase, it was also considered how the work phase could be carried out more efficiently and who is responsible for the electrical contractor. The importance of post-accounting was discussed and how it could be better utilized in the following contracts.</p> <p>The source material used was the SFS-6000 Low Voltage Installation Standard, the ST card and the general terms and conditions of the YSE 1998 construction contract.</p> <p>The thesis received comprehensive data on electrical systems and work stages related to the completion of the electrical contract. The newly developed operational solutions can be utilized in the future and thus achieve better results. The job helps the start-up supervisors of the electrical contractor and the contractor complete the projects.</p>	
Keywords	electrical contracting, commissioning inspection

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Käyttöönottotarkastus	3
3	Sähköjärjestelmät	8
3.1	Sähköliittymä	8
3.2	Antennijärjestelmä	12
3.3	Yleiskaapelointijärjestelmä	13
3.4	Palovaroitinjärjestelmä	14
4	Urakan loppuvaiheen työtehtävät	16
4.1	Vastaanottotarkastus	16
4.2	Varmennustarkastus	17
4.3	Taloudellinen loppuselvitys	18
4.4	Luovutuspiirustukset	18
4.5	Lisä- ja muutostyöt	19
4.6	Käytönopastus	21
4.7	Huolto-ohjeet ja luovutusmateriaali	22
4.8	Takuu aika	22
5	Urakan läpikäyminen	24
5.1	Inventointi	24
5.2	Jälkilaskenta	24
6	Yhteenveto	27
	Lähteet	28

1 Johdanto

Insinööriyössä perehdytään sähköurakan loppuvaiheen työtehtäviin ensisijaisesti projektijohdon näkökulmasta. Työssä käsitellään aikajärjestyksessä kaikki projektipäällikön työvaiheet, joita urakan valmistumisvaiheessa on tärkeä muistaa. Urakkakohteena on 1970-luvun kerrostalo, johon tehdään linjasaneeraus. Urakassa uusitaan käyttövesiputkien ja viemäreiden lisäksi myös sähköjärjestelmä, kuten kiinteistön sähkön liittymiskaa-peli, sähkökeskukset, nousukaapelit, kylpyhuoneen ja keittiön sähköasennukset sekä antenni-, tele- ja palovaroitinjärjestelmä. Linjasaneerausurakka kestää kyseisessä koh-teessa noin neljä kuukautta.

Insinööriyön tavoitteena on tehdä laaja tietopaketti urakan valmistumisvaiheen työteh-tävistä ja siitä kuinka ne suoritetaan tehokkuuden, tuottavuuden ja laadun kehittämisen kannalta parhaiten. Ensisijaisesti selvitetään, mihin työtehtävistä kuluu liian paljon re-sursseja ja miten voitaisiin toimia tehokkaammin turhien resurssien säästämiseksi. Uusia toimintatapojaratkaisuja pohditaan ja siitä kuinka hyvin ne sopivat kyseisiin linjasanee-rauksen sähköurakkakohteisiin.

2 Käyttöönottotarkastus

Suomessa käyttöönottotarkastusta säättää voimassa oleva sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Se on luotu turvaamaan ihmisiä, eläimiä, rakennuksia ja omaisuuksia sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähköisiltä vaaroilta. Laissa on määritelty velvoitteita rakentajalle sekä omistajalle, esimerkiksi kunnossapito ja huoltomääräyksiä. Tarkoituksena on estää mahdolliset vaarat ja vikatilanteet, esimerkiksi sähköiskut ja tulipalot.

Ennen kohteen luovuttamista tilaajalle sähkölaitteistolle tehdään sähköturvallisuuslaissa 16.12.2016/1135 pykälässä 43 mainittu käyttöönottotarkastus. On varmistettava, että sähkölaitteisto täyttää pykälässä 6 säädetyt yleiset vaatimukset, jotta se voidaan ottaa käyttöön.

Vaatimukset ovat:

- ei aiheuta hengen-, terveys- tai omaisuusvaaraa
- ei aiheuta sähköisesti tai sähkömagneettisesti liikaa häiriötä
- sähkölaitteiston tai -laitteen toiminta ei helposti häiriinny sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

Käyttöönottotarkastus tehdään standardin SFS 6000-6-61 mukaisesti. Käyttöönottotarkastuksen suorittaa kohteen sähköurakoitsija, useimmiten kohteen kärke mies. Lain mukaan tarkastuksen tekijän on oltava sähköalan ammattihenkilö ja osaava niitä tekemään.

Käyttöönottotarkastus on jaettu kahteen osaan, aistinvaraiseen tarkastukseen ja testaukseen. Aistinvaraisessa tarkastuksessa käydään huolellisesti läpi ainakin seuraavat kohdat [1, s. 8]

- sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
- palosuojuksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet
- johtimien valinta kuormitettavuuden kannalta
- suoja- ja valvontalaitteiden valinta, asettelu, selektiivisyys ja yhteensopi vuus

- sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, silloin kun ne on vaadittu
- erotus- ja kytkentälaitteiden valinta, sijoitus ja asennus
- sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuksset
- piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
- kaapelien ja johtimien päätteiden ja liitosten sopivuus
- maadoituskytkentöjen, suojajohtimien ja niiden liitosten sopivuus
- sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila
- sähkömagneettisilta häiriöiltä suojaavat toimenpiteet
- jännitteelle alttiiden osien kytkennät maadoitusjärjestelmään
- johtojärjestelmien valinta ja asentaminen
- yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin ja äärijohtimen kytkentä lampunpitimen kantaosaan.

Aistinvaraisia tarkastuksia tehdään jatkuvasti asennuksien aikana jokaisen sähköasentajan toimesta. Mikäli virheitä huomataan, niihin on puututtava välittömästi ja korjattava ne standardin vaatimusten mukaisesti.

Testauksessa käytetään vain hyväksytyjä mittaus- ja tarkastuslaitteita. Kuvassa 1 on esitetty Fluke:n 1663-asennustesteri, jota voidaan käyttää käyttöönottotarkastusten mittauksissa.



Kuva 1. Fluke 1663 -sähköasennustesteri

Testaus etenee yleensä seuraavaksi esitetystä järjestyksestä.

- suojajohtimien jatkuvuus
- eristysresistanssi
- eristysresistanssin testaus, SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotus
- lattia- ja seinäpintojen resistanssi
- napaisuus
- syötön automaattinen poiskytkentä
- lisäsuojauksen testaus
- kiertosuunnan mittaaminen
- toimintatestit. [1, s. 8–9.]

Mittaukset aloitetaan jännitteettömänä, jotta pystytään varmistamaan laitteiston turvallisuudesta moneen otteeseen ennen jännitteen kytkemistä. Jännitteettömänä suoritettavat mittaukset ovat suojajohtimien jatkuvuus, eristysresistanssin mittaaminen, SELV- , PELV-V-piirien tai suojaerotettujen piirien erotusmittaukset, lattia- ja seinäpintojen resistanssin mittaaminen ja sähkölämmityskaapelien mittaaminen. Lattialämmityskaapelien mittaukset tehdään jo asennusvaiheessa. Lämmityskaapelien silmukkaresistanssi ja eristysvastusmittaus mitataan heti asennuksen yhteydessä sekä lattiavalun jälkeen ennen laatoittamista. Näin ollen, mikäli kaapeli olisi vaurioitunut lattiavalun aikana, se huomataan ajoissa, eikä

vasta luovutuksen yhteydessä, kun pinnat ovat jo vesieristetty ja laatoitettu. Kaapelinmittauksista tehdään pöytäkirja. [2, s.18–30.]

Kun edellä mainitut mittaukset on tehty ja todettu turvallisiksi, voidaan laitteistoon kytkeä jännite ja jatkaa mittauksia. Sama henkilö suorittaa mittauksen alusta loppuun ja dokumentoi mittaustulokset selkeästi. Näin vältetään turhilta virheiltiltä ja mittaustulokset ovat luotettavia. Mittauksen suorittavan asentajan on tunnettava standardit ja kyettävä tulkitsemaan mittaustuloksia, esimerkiksi oikosulkuvirtoja, täyttävätkö ne standardissa määritetyt arvot.

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Käyttöönottotarkastuksesta tehdään lopuksi pöytäkirja. Pöytäkirjana käytetään esimerkiksi ST-kortiston korttia 51.21.06 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja ryhmäjohtotason sähköasennuksille. ST-kortti on sähköalan standardeista ja määräyksistä tehty opas. Projektinjohtaja tekee lopulliset käyttöönottotarkastuspöytäkirjat tietokoneella puhtaaksi mitaajan muistiinpanoista. Joillakin uudemmilla ja kehittyneemmillä mittauslaitteilla voidaan tallennetut mittaustulokset siirtää mittalaitteesta suoraan ohjelmiston avulla tietokoneelle. Kyseisellä toimintatavalla voidaan säästää aikaa, kun mittaustuloksia ei tarvitse erikseen kirjata muistiin ja tietokoneelle. Toisaalta mittauslaitteet tiedonsiirto-ominaisuudella ovat kalliimpia ja niiden käyttö vaatii opettelua enemmän kuin yksinkertaisen mittalaitteen käyttö. Mikäli esimerkiksi mittaustulokset katoaisivat laitteesta ja mittaukset joudutaan suorittamaan uudestaan, ei aikaa eikä resursseja säästetä, vaan tuhlataan niitä enemmän kuin aikaisemmalla toimintatavalla.

Urakkakohteessa vaihdetaan rakennuksen pää-, kiinteistö- ja mittauskeskukset sekä asuntojen ryhmäkeskukset. Näin ollen jokaisesta asunnosta tehdään oma käyttöönottotarkastus ja -pöytäkirja. Yhtiön yleisistä tiloista tehdään myös erillinen pöytäkirja.

Pöytäkirjassa ensimmäisenä on sähköurakoitsijan tiedot, joissa mainitaan perustietojen lisäksi sähkötöiden johtaja ja kohteen tiedot. Kaikki mittaustulokset kirjataan pöytäkirjaan tai erilliseksi liitteeksi. Pöytäkirjasta tulee käydä ilmi, täyttävätkö mittaustulokset standardin SFS 6000 mukaiset vaatimukset. Lopuksi pöytäkirjan allekirjoittaa tarkastuksen tehnyt henkilö.

Käyttöönottopöytäkirjat luovutetaan tilaajalle. Tilaajan valtuuttama sähkövalvoja tarkastaa pöytäkirjat ennen hänen pitämäänsä käyttöönottotarkastusta. Urakoitsija säilyttää pöytäkirjoista kopiot.

Tarkastus

Sähkövalvoja pitää käyttöönottotarkastuksen, johon osallistuu myös urakoitsijan edustaja, yleensä projektipäällikkö. Sähkövalvoja on tilaajan palkkaama sähköalan asiantuntija, joka valvoo urakoitsijan suorittamaa työtä sekä, että se tehdään suunnitelmien mukaisesti. Käyttöönottotarkastuksessa valvoja määrittelee, voidaanko tarkastettavat tilat luovuttaa takaisin tilaajalle. Valvoja tekee tarkastuksesta pöytäkirjan, jossa esitetään myös mahdolliset puutteet. Mikäli tilat ovat hyvän asennustavan mukaisesti tehty ja käyttöönottopöytäkirjat kunnossa, voidaan tilat, tässä tapauksessa asunnot ottaa käyttöön. Mahdolliset puutteet ovat korjattava kohtuullisessa ajassa ja sovitaan puutteille jälkitarkastuksen ajankohta. Jälkitarkastuksessa valvoja kiertää kohteen läpi uudelleen ja tarkastaa, että puutteet ovat korjattu tai tehty. Kun urakkakohteena on iso kerrostalo, niin töitä tehdään putkilinjoittain. Linjat valmistuvat eri ajankohtana ja käyttöönottotarkastuksia tehdään useampia. [3.]

3 Sähköjärjestelmät

3.1 Sähköliittymä

Kiinteistön liittymiskaapeli uusitaan kyseisessä urakkakohteessa. Pääkeskukselta tuodaan AXMK 4x185S-kaapeli tontin rajalle. Tontin rajalla liittämisen jakokeskukseen suorittaa jakeluverkonhaltija, tässä tapauksessa Helen Oy. Kaapeli tulee asentaa suojaputkeen 0,7 metrin syvyyteen maanpinnasta. Asentaja mittaa tarvittavan kaapelimäärän ennakoon, jottei turhaan hankita liian pitkää kaapelia ja synny hukkaa. Lyhyttä hukkaan jäänyttä liittymiskaapelin pätkää ei voida käyttää enää juuri mihinkään. Kaivantoon asennetaan samalla maadoituselektrodi Cu25, joka liitetään pääkeskuksen päämaadoituskiskoon. Sähköliittymän koko nostetaan 3 x 160 A:iin. Sähköurakoitsija avustaa rakennuttajaa laatimaan liittymissopimuksen hyvissä ajoin ennen liittymistä. Sähkölaitoksilla on yleensä kiire ennen joulua ja juhannusta, tällöin liittymis- ja mittarointitöitä joutuu odottamaan kauemmin.

Pää- ja kiinteistökeskus

Kiinteistön vanha pää- ja kiinteistökeskus uusitaan. Sähkönjakelu asuntojen ryhmäkeskuksille tapahtuu pääkeskuksen ja mittauskeskuksen kautta. Pääkeskus asennetaan sähköpääkeskushuoneeseen. Urakoitsija varmistaa keskuksen ulkomitat ja sen sopivuuden keskustilaan. Keskusvalmistaja muokkaa keskuksen sopiviksi. Mittaus ja suunnittelu ovat erityisen tärkeitä urakan onnistumisen kannalta. Mikäli keskuksen mittoja ei olisi etukäteen tarkastettu ja keskus ei sopisikaan suunniteltuun tilaan, syntyy seurauksia. Uuden keskuksen tilaamisessa ja toimittamisessa menee herkästi useimpia viikkoja ja näin ollen koko urakan aikataulu vaarantuu. Pahimmassa tapauksessa urakan aikataulu venyy keskuksen odottelun takia ja urakoitsijalle syntyy myöhästymissakkoja.

Sähköpääkeskushuoneen on oltava lukittava tila, johon ei ulkopuolisilla ole pääsyä. Sähköpääkeskushuoneen lukko on sarjoitettava eri sarjaan kuin asukkaiden avaimet. [4.]

Mittauskeskus

Mittauskeskukset uusitaan urakassa. Mittauskeskus sisältää jokaisen asunto-osakkeen oman sähkömittarin, joista voidaan seurata kunkin huoneiston sähkönkulutusta. Kiinteistökeskukseen tulee oma sähkömittari, josta seurataan kiinteistön yleisten tilojen sähkönkulutusta. Kiinteistön yleisten tilojen sähköön kuuluvat muun muassa porrashuoneet ja piha-alueen valaisimet ja pistorasiat, yhteiset sauna-, kellari- ja harrastetilat sekä parkkialueen autonlämmitysrasiat.

Sähkölaitos noutaa vanhat sähkömittarit ja asentaa uudet etäluettavat sähkömittarit uuteen keskukseen, kun uusi mittauskeskus on asennettu paikoilleen. Mittauskeskus asennetaan kiinteistön yleisiin tiloihin, esimerkiksi sähköpääkeskushuoneeseen. Mikäli mittauskeskus ei mahdu keskushuoneeseen ja asennetaan muuhun yleiseen tilaan, on sen oltava lukittuna, jotta ulkopuoliset eivät pääse avaamaan sähkökeskusta ja pääse esimerkiksi vaihtamaan huoneiston noususulaketta. [4.]

Urakoitsija tilaa uudet mittarit. Urakasopimuksessa määritellään kuuluvatko kustannukset urakoitsijalle vai tilaajalle. Jokainen asunto-osakkeen käyttäjä vastaa omasta sähkösopimuksestaan.

Ryhmäkeskus

Kohteen asunnoissa olivat alkuperäiset tulppasulakkeiset sähkökeskukset. Vanhat käyttöön jäävät ryhmät, kuten valaistus ja vanhat pistorasiat esimerkiksi olohuoneessa, jatkettiin uudelle ryhmäkeskukselle. Uusi keskus sijoitettiin ulko-oven päälle. Keskuksena käytettiin yhdistelmäkeskusta, jossa it-osa eli kotijakamo on mukana. Kaikki ryhmät on nimikoitu selkeästi, jotta asukas maallikkona osaa käyttää sekä testata esimerkiksi vikavirtasuojakytkimet puolen vuoden välein. Pääkytkin on merkitty selkeästi. Keskuksessa on pakollinen CE-merkintätarra, joka kertoo tuotteen täyttävän EU:n määrittämät vaatimukset ja läpäisseen tarkastukset. [5.]

Keltainen tarra kertoo keskukseen liitetyistä PEN-johtimista sekä suojakiskon ja nollakiskon yhdistyksestä, jota ei saa poistaa. Standardi SFS 6000-8-802 edellyttää tämän.

It-osan puolella on näkyvissä kaksiosainen pistorasia, kuitupääterasia ja RJ45-liitinpaneeli, jossa ovat RJ45-liittimet. Pistorasia sijoitetaan sellaiseen paikkaan, että mahdollinen aktiivilaite, reititin, mahtuu jakamoon ja keskuksen ovi kiinni.

Kuvassa 2 on kyseisessä sähköurakassa käytetty yhdistelmäryhmäkeskus.



Kuva 2. Asunnon uusittu ryhmäkeskus ulko-oven päällä.

3.2 Antennijärjestelmä

Kiinteistöön rakennetaan uusi antennisisäverkko ja vanha poistetaan käytöstä. Vanha antennimasto jää käyttöön. Huoneistoihin asennetaan urakassa yksi tai kaksi uutta antennipistettä piirustusten mukaisesti. Huoneiston omistaja voi lisätyönä tilata useampia antennipisteitä. Haaroitin asennetaan huoneiston kotijakamoon.

Viestintäviraston määräyksen 65 (C/2018 M) kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista mukaan kiinteistöön on asennettava tähtiverkko. Tähtiverkossa jokaiselle antennipisteelle tulee oma antennikaapeli vahvistimelta. Tähtiverkolla saadaan huomattavasti parempi suorituskyky, signaali, kuin ennen käytetyllä ”ketjuverkolla”. Ketjuverkossa useampi antennipiste toimii samalla antennikaapelilla. Näin ollen myös vikatilanteessa ongelma ”ketjuuntui” ja vaikutti useampaan antennipisteeseen. [6.]

Antenniverkon valmistuessa se mitataan. Mittauksessa jokainen antennipisteen signaali mitataan ylä- ja alarajataajuudella. Järjestelmän vahvistimen tulosta ja lähdöstä mitataan signaalitasot ja modulaatiovirhesuhde. Mittauksista tehdään pöytäkirja, mikä luovutetaan tilaajalle ennen vastaanottotarkastusta. Taajuusalueen antenniverkossa antennipisteisiin tulee olla vähintään 5–1000 MHz. Määräyksessä 65 C määritellään sallittu vaimennus verkossa seuraavasti

Uuden ja uudistetun antenniverkon aiheuttama vaimennus 1000 MHz:llä saa olla enintään 45 dB ja vaimennuksen aiheuttama signaalin tasoero taajuusalueella 47–1000 MHz saa olla enintään 15 dB. Kunnostetun antenniverkon vaimennuksen aiheuttama signaalin tasoero taajuusalueella 47–1000 MHz saa olla enintään 18 dB. [6.]

Mittauksissa käytetään mittalaitteita, jotka SETI on määritellyt määräyksen 65 vaatimusten mukaan. SETI on TUKESin eli turvallisuus- ja kemikaaliviraston nimeämä puolueeton ja riippumaton taho, joka arvio muun muassa sähköturvallisuuslakien mukaisten sähköpätevyystodistuksia. Mittalaitteita ovat tasomittari ja kohinageneraattori. [6.]

Kotijakamolle määräys 65 C on antanut tietyt ehdot. Sen on oltava vähintään 0,12 m² kokoinen, uudiskohteissa 0,24m² ja hyötysyvyyden on oltava vähintään 90 mm. Kotijakamossa tulee olla kaksiosainen pistorasia. Pistorasia, yleiskaapeloinnin liittimet ja antennihaaroitin tulee sijoittaa kotijakamoon niin, että pistotulpat ja kaapelit voivat olla

liitettynä niihin jakamon oven ollessa suljettuna. Kotijakamo voi olla erillinen asunnon ryhmäkeskuksesta tai yhdistetty versio. [6.]

3.3 Yleiskaapelointijärjestelmä

Kiinteistön yleiskaapelointijärjestelmä toteutetaan Viestintäviraston määräyksen 65 C mukaan niin, että talojakamosta lähtee jokaiseen huoneiston kotijakamoon optinen kaapelointi ja parikaapelointi. Optinen aluekaapelointi sisältää vähintään jokaiseen huoneiston kotijakamoon asti tuodut neljä optista yksimuotokuitua. Parikaapelointi tarkoittaa vähintään yhtä kategorian 6 parikaapelia. Konkreettisesti tämä tarkoittaa esimerkiksi, että huoneiston nousukaapelit voivat olla Draka:n FTMS 4xSM valokuitukaapeli ja APS:n parikaapeli 2X4P U/UTP Cat6. [6.]

Kiinteistön talojakamo sijoitetaan sähköpääkeskushuoneeseen. Talojakamon tulee olla metallinen lukittava kaappi. Kaappiin asennetaan RJ45-liitinpaneelit, valokuitupäätepaneelit, pistorasiapaneeli ja laitehyllyjä tarvittava määrä.

Urakan mukaisesti jokaiseen huoneistoon asennetaan yksi tai kaksi atk-pistettä. Atk-piste johdotetaan parikaapelilla. Kuidut päätetään huoneistojakamoon.

Yleiskaapelivointiverkon valmistuessa se tulee mitata ja tehdä mittauspöytäkirja. Mittauksissa käytetään standardin SFS-EN 50174- 1 liitteen E määritellyjä arvoja. Mittauksen tarkoituksena on varmistaa, että verkko täyttää sille määritellyt kriteerit. Optisen kaapeloinnin vaimennus tulee olla enintään alle 50 m kaapelilla 1,0 dB:n aallonpituuksilla 1310 nm ja 1550 nm. 50–250 metrin kaapelin pituudella vastaava sallittu vaimennus on 1,2 dB. Aistinvaraisesti varmistetaan merkinnät ja niiden oikeellisuus. Kuvassa 3 on mittauspöytäkirja yleiskaapelointijärjestelmästä. [6.]

Mittauksissa käytetään mittalaitteita, jotka SETI on määritellyt määräyksen 65 vaatimusten mukaan. Mittalaitteita ovat parikaapelitesteri (minimi level III-mittalaite), optinen tehomittapari ja kuitumikroskooppi mittapäällä.

Cable ID	Length	Status	Date	Cable Type	Test Standard
asunto 1.1	13,1m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 1.2	13,1m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 2.1	12,1m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 2.2	12,1m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 3.1	22,9m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 3.2	23,0m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 4.1	14,5m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 4.2	14,5m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 5.1	15,5m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 5.2	15,5m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 6.1	25,8m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 6.2	25,8m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 7.1	36,7m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 7.2	36,6m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 8.1	29,8m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 8.2	29,6m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 9.1	26,1m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 9.2	26,1m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 10.1	38,8m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 10.2	38,7m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 11.1	32,2m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 11.2	32,0m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 12.1	28,7m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
asunto 12.2	28,7m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
varasto 1.1	21,5m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1
varasto 1.2	21,5m.	●	4/24/2019	EN50173-1 D UTP Perm	EN50173-1

Kuva 3. Ote yleiskaapeloinnin mittauspöytäkirjasta.

3.4 Palovaroitinjärjestelmä

Urakkakohteessa kiinteistöön asennetaan palovaroitinjärjestelmä. Neljä silmukkainen palovaroitinkeskus asennetaan esimerkiksi sähköpääkeskushuoneeseen. Optiset palovaroittimet sireenillä asennetaan kiinteistön yleisiin tiloihin. Savuilmaisimia käytetään porrashuoneissa, kellarissa ja varastotiloissa. Lämpöilmalaisimia käytetään pesutiloissa. Asuntoihin asennetaan palovaroitin yksi jokaista 60 asuinneliötä kohti.

Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009 todetaan, että kiinteistön jokaisessa asuin-, kellari- ja ullakkokerroksessa tulee olla vähintään yksi palovaroitin ja asuinnoissa joka kerroksessa vähintään yksi palovaroitin 60 neliötä kohti. Uudisrakennuksissa palovaroittimen tulee olla verkkovirralla toimiva. [7.]

Palovaroitinstandardin mukaan palovaroittimen on täytettävä sähköturvallisuutta koskevat vaateet. Hälytysvoimakkuuden tulee olla kolmen metrin päästä vähintään 85 dBA. Sen lisäksi jokaisessa verkkovirrallisessa varoittimessa tulee olla akku- tai paristovarmennus sähkökatkon varalta.

Palovaroittimen sijoittelussa tulee ottaa huomioon tilojen kohteen muoto ja erilaiset sähkölaitteet kuten esimerkiksi takka, kiuas ja liesi. Tulipalon syttyessä savu nousee katon rajaan ja kulkeutuu ilmavirtojen mukaan. Näin ollen varoittimen ympärille tulee jättää tyhjää tilaa vähintään 50 senttimetriä, eikä sitä tule sijoittaa liian lähelle tuloilman virtausta. Oikein sijoitettu palovaroitin havaitsee tulipalon nopeasti, muttei tee turhia hälytyksiä.

Palovaroitinjärjestelmän huolto tulee olla säännöllistä. Varoittimet testataan testinappulaa painamalla ja akut tai paristot vaihdetaan säännöllisin väliajoin. Käyttöönottopöytäkirjassa ST 51.21.05 on kohta 12 palovaroittimet, johon merkitään, että järjestelmä ja asennustapa täyttävät vaaditut säännökset sekä käyttö- ja huolto-ohjeet ovat toimitettu. Palovaroittimista voidaan tehdä myös erillinen asennustodistus, josta vähintään edellä mainitut asiat käyvät ilmi. [8.]

4 Urakan loppuvaiheen työtehtävät

4.1 Vastaanottotarkastus

Kun pääurakoitsija on pyytänyt vastaanottotarkastusta pidettäväksi ja työt ovat valmiina vastaanotettavaksi, voidaan vastaanottotarkastus pitää urakoitsijan ja tilaajan kesken. Tilaajan edustama valvoja tekee tarkastuksesta pöytäkirjan. Pöytäkirjassa mainitaan, hyväksytäänkö kohde vastaanotetuksi. Jos kohdetta ei voida hyväksyä vastaanotetuksi liian suurten puutteiden tai virheiden vuoksi, ne tulee mainita pöytäkirjassa. Vastaanottoa ei voi estää pienet viimeistelytyöt, mikäli niistä ei aiheudu suurta haittaa kohteen käyttäjälle. [3.]

Kaikki puutteet tulee kirjata vastaanottotarkastuksen pöytäkirjaan. Puutteiden ja virheiden korjaamisesta sovitaan aikataulu, mihin mennessä kaikki ovat korjattu. Tilaajalla on oikeus pidättää urakkasummasta osa puutteiden korjaamisen ajaksi. Rahamäärä kirjataan pöytäkirjaan. Virheet, joita ei korjata urakan mukaisesti tai aikana, kirjataan pöytäkirjaan. Näistä koostuva hyvitys rahallisesti kirjataan pöytäkirjaan. Esimerkiksi korjaamaton virhe voi olla tekemättä jätetty ulkovalaisinasennus. Sähköurakoitsija laskee työlle hyvityshinnan ja tämä rahasumma vähennetään urakkahinnasta. Pöytäkirjaan kirjataan myös puutteet ja virheet, joita ei korjata syystä, mutta ne eivät vaikuta rahallisesti urakkasummaan. Muistutuksena pöytäkirjassa mainitaan puutteet, jotka korjataan takuuajan korjauksissa kahden vuoden kuluttua. [3.]

Pöytäkirjassa tulee mainita kaikki mielipide-eroavaisuudet tilaajan ja urakoitsijan välillä. Mahdolliset vaatimukset ja vastineet mainitaan pöytäkirjassa molempien kesken. Takuu-aika ja sen päättymisen kirjataan pöytäkirjaan. Kohteen käyttö- ja huoltokustannusten siirtymisestä takaisin tilaajalle sovitaan ja kirjataan pöytäkirjaan. Lopuksi pöytäkirjassa mainitaan sähköurakoitsijan osalta varmennustarkastuksen ja loppupiirustusten palautuksen ajankohta, mikäli näitä ei ole vielä suoritettu. [3.]

4.2 Varmennustarkastus

Kohteeseen on tehtävä kolmannen osapuolen suorittama varmennustarkastus vähintään kolmen kuukauden kuluttua käyttöönnotosta, koska kyseessä on luokan 1 sähkölaitteisto. Sähköurakoitsija tilaa varmennustarkastuksen. Varmennustarkastuksen saa tehdä TUKESin valtuuttama virallinen tarkastaja tai tarkastuslaitos. Kaikille luokan 1, 2 ja 3 sähkölaitteistoille on tehtävä varmennustarkastus. Merkittävien laajennus- ja muutostöiden jälkeen on suoritettava myös varmennustarkastus, kuten tässä esimerkkinä toimivassa urakkakohteessa. [9.]

Varmennustarkastuksessa tarkastaja ja urakoitsija käyvät yhdessä sähkölaitteiston läpi pistokokein. Tarkastaja käy esimerkiksi osassa asuntoja ja yleisiä tiloja. Tarkastajan saamia mittauksia vertaillaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjassa esitettyihin tuloksiin. Varmennustarkastuksen päätteeksi tarkastaja kiinnittää pääkeskukseen tarkastustarran ja tekee tarkastustodistuksen. Tarkastustodistus luovutetaan tilaajalle, joka säilyttää todistusta vähintään kymmenen vuotta. Todistuksessa mainitaan mahdolliset virheet, jotka on huomattu tarkastuskierroksella. Virheet tulee korjata urakoitsijan toimesta kohtuullisen ajan kuluessa. Mikäli varmennustarkastuksen yhteydessä havaitaan suuria virheitä tai puutteita, jotka aiheuttavat välitöntä hengenvaaraa, on tarkastajalla velvollisuus pyytää urakoitsijaa poistamaan tai irrottamaan sähkölaite tai -laitteisto välittömästi sähköverkosta. Tarkastaja on velvollinen tekemään virheestä ilmoituksen TUKESille, joka ryhtyy tarvittaviin toimenpiteisiin. Tarkastaja määrää sähkölaitteistolle uusintatarkastuksen. Uusintatarkastus on suoritettava viimeistään kolmen kuukauden kuluttua ensimmäisestä varmennustarkastuksesta. Tarkastuksessa käydään varmennustarkastuspöytäkirjassa mainitut puutteet ja viat läpi ja varmistetaan, että ne ovat korjattu. [2.]

Lakisääteistä määräaikaistarkastusta ei vaadita luokan 1 sähkölaitteistolle, mikäli se on asuinkäytössä. Kiinteistön haltijalla on velvollisuus kuitenkin huolehtia sähkölaitteiston kunnossapidosta. Säännöllisellä kunnossapidolla voidaan estää suurempia vahinkoja, esimerkiksi tulipaloja tapahtumasta. Noin kolmasosa rakennuspaloista syntyy sähköviasta. Säännöllisellä ja ennakoivalla kunnossapidolla säästetään myös kustannuksissa pidemmällä aikavälillä, koska suuria vahinkoja ei pääse syntymään.

Kiinteistölle ei vaadita sähkölaitteiston käytön johtajaa. Käytön johtaja vaaditaan luokan 2 ja 3 sähkölaitteistolle, kun siihen kuuluu yli 1000 V:n nimellisjännitteisiä osia tai sen liittymisteho on yli 1600 kVA.

4.3 Taloudellinen loppuselvitys

Urakoitsijan tulee lähettää tilaajalle lopputilitys viimeistään kahden viikon kuluessa vastaanottotarkastuksesta, missä tulee ilmi urakoitsijan ja tilaajan väliset epäselvyydet. Tilaaaja tekee urakoitsijan lopputilitykselle vastineen, joka käsitellään kokouksessa. Taloudellisen loppuselvityksen kokous on pidettävä kuukauden sisällä kohteen vastaanotosta. [3.]

Kokouksesta tehdään pöytäkirja. Pöytäkirjassa tulee mainita urakoitsijan esittämä lopputilitys sekä tilaajan vastine tilitykseen. Mikäli tilaajalla on muita vaatimuksia, jotka eivät tule ilmi vastineesta, mainitaan ne pöytäkirjassa samoin kuin muut tilisuhteisiin vaikuttavat asiat. Lopuksi sekä tilaaja että urakoitsija ilmoittavat omien vaatimusten määrät puhevaltansa menettämisen uhalla. Taloudellisen loppuselvityksen jälkeen kumpikaan osapuoli ei voi lisätä vaatimuksiaan, vaan kaikki vaatimukset on esitettävä kokouksessa. Jos erimielisyyksiä ei pystytä tilaajan ja urakoitsijan välillä selvittämään, voi toinen osapuoli siirtää asian käräjäoikeuden käsiteltäväksi. [3.]

4.4 Luovutuspiirustukset

Loppupiirustukset laaditaan korttien ST 13.30 ja ST13.32 ohjeiden mukaisesti. Työmaalla asentaja, yleensä kärke mies piirtää punakynäversiot ns. tarkepiirustukset tekemistään muutoksistaan toteutuspiirustuksiin. Tarkepiirustukset pidetään ajan tasalla koko urakan aikana. Standardin SFS 6000 mukaan piirustukset sähköasennuksista määritellään seuraavasti:

- 514.5.1 Sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenevät erityisesti seuraavat tiedot:
- virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit)
 - tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa. Yksinkertaisista asennuksista voivat edellä mainitut tiedot olla luettelomuodossa

Dokumenttien tulee sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot siltä osin kuin ne ovat tarpeen kussakin asennuksessa:

- johtimien tyypit ja poikkipinnat
- virtapiirien pituudet, joita tarvitaan suojausta tai jännitteen alenemaa koskevien laskelmien tekemiseen (yleensä riittää mitoituksessa käytetyt maksimipituudet)
- suojalaitteiden lajit ja tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat tai asettelut
- prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt [9.]

Esimerkkikohteen urakkasopimuksen mukaan urakoitsijan vastuulla on tehdä luovutuspiirustukset, mutta joissakin tapauksissa voidaan sopia myös toisin, näin ollen esimerkiksi suunnittelija tekee loppukuvat valmiiksi urakoitsijan tekemistä tarkepiirustuksista. Kun kaikki asennustyöt on tehty ja tarkepiirustukset vastaavat lopputulosta, voidaan loppukuvat tehdä valmiiksi. Piirustukset tehdään DWG-muodossa, esimerkiksi CADS- tai Auto CAD-ohjelmalla. Projektipäällikön vastuulla on piirustusten tekeminen. Vaikka muutoksia ei olisi tehty paljoa, kannattaa varata aikaa piirustusten puhtaaksi piirtoon.

Luovutuspiirustusten teossa voidaan säästää paljon aikaa, mikäli työmaalla on tehty kaikki muutokset tarkepiirustuksiin saman tien jo työn aikana. Mikäli työmaan loppuvaiheessa muutoksia ei ole dokumentoitu mitenkään, on loppupiirustuksia haastava tehdä ja kuluu vain turhaa aikaa asennusten selvittelyyn. Suunnitelmallinen tekeminen ja dokumentointi säästävät aikaa, mikä tarkoittaa lopuksi rahallista arvoa.

Sähkövalvoja tarkastaa loppukuvat ja hyväksyy ne. Loppukuvat tulostetaan PDF-muotoon. Urakkaohjelman mukaan loppukuvista tulostetaan kaksi sarjaa A4-kokoon taitettuna, jotka toimitetaan tilaajalle. Toinen sarjoista säilytetään kohteen sähköpääkeskus-huoneessa. Myös urakoitsija säilyttää itsellään kopiot loppukuvista.

4.5 Lisä- ja muutostyöt

Urakan aikana tulee aina muutoksia sekä lisäyksiä tilaajan toiveista tai urakoitsijan ehdotuksista. Muutos- ja lisätöistä urakoitsija laatii tarjouksen, minkä tilaaja käsittelee työmaakokouksissa. Ennen kirjallista tarjouksen hyväksymistä muutostöitä ei voi tehdä. Mikäli muutostyö vaikuttaa urakka-aikaan, on siitä tehtävä kirjaus pöytäkirjaan. Urakoitsijalla on velvollisuus toteuttaa tilaajan pyytämät lisä- ja muutostyöt. [3.]

Urakoitsijan kannattaa tehdä lisä- tai muutostöistä tarjoukset saman tien jo seuraavaan työmaakokokseen. Näin ollen asiat saadaan käsiteltyä välittömästi ja työt päästään tekemään ajallaan jo urakan aikana. Jälkikäteen esimerkiksi puolen vuoden päästä on vaikea muistella ja sopia lisätyötarjouksista. Riitatilanteilta vältytään useammin, kun jokainen hoitaa työnsä ajallaan, niin urakoitsijan työnjohtaja kuin asentajakin sekä vastapuolen valvojat ja päättäjät. On myös tilanteita, joissa urakoitsija lähettää tarjouksen hyvissä ajoin, mutta tilaaja ei saa tehtyä päätöstä riittävän ajoissa ja näin ollen asian venyttämisen johtaa aikataulumuutoksiin. Urakoitsijan on pidettävä puoliaan tällöin ja ilmoitettava, mihin mennessä päätös hyväksymisestä tulee tehdä, ennen kuin se vaikuttaa kokonaisaikatauluun. Pienet kiireelliset lisätyöt voidaan poikkeuksellisesti sopia suullisesti toteutettavaksi. Valvojalla on oikeus hyväksyä ja määrätä tällaiset lisätyöt suoritettaviksi, jotta työt eivät esimerkiksi hidastu tai jouduta odottamaan seuraavaan työmaakokoukseen saakka päätöstä. [3.]

Tarjousasiakirjoissa on yleensä mukana yksikköhintaluettelo. Urakoitsija tekee yksikköhintaluettelon jo tarjouksen jättämisen yhteydessä. Urakoitsija hinnoittelee valmiiksi esimerkiksi kaikki valaisinpositiot, lämmityskaapelit, pistorasian asennuksen ja tuntihinnan sähköasentajalle. Näitä hintoja käytetään lisätyötarjouksissa. Esimerkiksi jos halutaan yksi kylpyhuoneen valaisin lisää ja siitä on annettu yksikköhintaluettelossa etukäteen hinta, on urakoitsijan käytettävä yksikköhintaluetteloon merkittyä hintaa. Yksikköhintaluetteloä käytetään yleensä myös hyvityshintana. Näin ollen, mikäli urakan mukaisia asennuksia tai laitteita jää pois, on urakoitsijan hyvitetävä yksikköhintaluettelon hinta tilaajalle urakan loppuvaiheessa. Urakoitsijan on hyvä miettiä yksikköhintaluetteloä tehdessään myös hyvitysmahdollisuuksia. Onko järkevää hinnoitella yksikköhintaluettelon tuotteet tai asennukset suuremmalla katteella pelkäämättä tilannetta, jossa jouduttaisiinkin tilanteeseen missä hyvityksiä jouduttaisiinkin tehdä useampi. Vai hinnoitella maltillisesti ja tehdä luettelon lisätyöt pienemmällä katteella, mutta menettämättä suurempia summia hyvitystilanteissa. Lisätöiden ja hyvityksien osuutta on vaikea ennustaa ennen urakan alkamista, joten tässä tapauksessa urakoitsijan on luotettava kokemukseensa ja edellisiin urakoihin.

Kaikki lisätyöaiheet ovat kirjattava pöytäkirjaan ennen kohteen vastaanottamista. Tämän jälkeen urakoitsijalla ei ole oikeutta jälkikäteen toimittaa uusia lisätyölaskuja.

4.6 Käytönopastus

Urakoitsijan on annettava käytönopastus sähkölaitteista ja -laitteistosta kohteen käyttöhenkilökunnalle. Käyttöhenkilökuntaan kuuluvat kiinteistöhuolto ja talon asukkaat. Kaikki asukkaat eivät opastukseen yleensä osallistu, vain esimerkiksi kiinteistön hallituksen jäsenet.

Käytönopastuksessa opastetaan ainakin seuraavat asiat:

- valaistusohjauksen toiminta, esimerkiksi kello- ja hämäräkytkimet
- aikaohjelmien toiminta, esimerkiksi saunavuorojen muutokset tai lisäykset ohjauskeskukseen
- sähkökeskusten sijainnit, pää- ja kiinteistökeskukset sekä mittauskeskukset
- atk- ja antennikeskusten sijainti
- ryhmäkeskusten sijainnit ja sulakkeen vaihto (<16 A)
- käyttöpiirustukset ja niiden säilytyspaikka
- hälytys- ja valvontajärjestelmien sijainti ja toiminta, esimerkiksi paloilmointikeskus
- kojeiden toiminta ja niiden ohjauskytkimien sijainti
- valaistushuollon toimintaohjeet ja tiedot käytetyistä lamputa.

Urakoitsijan on huomioitava, että käyttäjät ovat maallikoita, joten opastuksen on oltava sen mukaista. Tärkeintä on opastaa käyttäjät käyttämään laitteita turvallisesti, ettei niistä aiheudu vaaraa.

Käytönopastuksesta laaditaan pöytäkirja, josta käy ilmi opastuksen laajuus ja osallistujat. Lopuksi pöytäkirjan allekirjoittavat opastuksen antaneet urakoitsijan edustajat ja käyttöhenkilökunta. Luovutusmateriaalin luovutuksesta tilaajalle tehdään maininta pöytäkirjaan.

4.7 Huolto-ohjeet ja luovutusmateriaali

Urakoitsija toimittaa tilaajalle käyttö- ja huolto-ohjeet jokaisesta lisäämästään sähkölaitteesta kohteeseen. Näitä ovat esimerkiksi valaisimet, hämäräkytkimet, ajastimet, porravalautoomatit, kiuas ja ohjauskeskus, palovaroitinkeskus ja ilmaisimet, autolämmitysrasiat sekä sähköautonlatausasemat. Ohjeiden tulee olla suomenkielisiä. Ohjeet luovutetaan sekä sähköisessä muodossa että kirjallisessa muodossa kansiossa. Käyttö- ja huolto-ohjekansio sijoitetaan esimerkiksi sähköpääkeskushuoneeseen, josta sen taloyhtiön huoltomiehet löytävät helposti. Valvoja tarkastaa luovutusmateriaalin ja kuittaa sen hyväksytyksi. [3, s4.]

Luovutusmateriaaliin kuuluvat myös kaikki mittauspöytäkirjat ja loppukuvat. Näin ollen vuosien päästä voidaan selvittää esimerkiksi, että huoneiston antennipiste on mitattu ja todettu toimivaksi. Urakoitsijan kannattaa merkitä muistiin heti käytetyt laitteet urakan aikana. Näin ollen huolto- ja käyttöohjeiden luominen on helpompaa ja nopeampaa. Tarkat tiedot löytyvät helposti esimerkiksi ostolaskuista.

4.8 Takuu aika

Urakoitsija on vastuussa tekemistään asennuksista ja ilmenevistä virheistä sekä niiden korjauksista takuuajan verran. Takuu aika kirjataan urakkasopimukseen ja on yleisesti kaksi vuotta. Urakoitsijan vastuulla on, että hankituilla sähkölaitteilla on vähintään urakan takuu aikainen takuu. Takuu koskee kaikkia töitä, myös lisä- ja muutostöitä. [3, s.8.]

Urakoitsijan velvollisuutena on korjata kaikki takuu aikana ilmenneet virheet kustannuksellaan. Mikäli virhe aiheuttaa vaaraa käyttäjälle, on urakoitsijan velvollisuus korjata se välittömästi, esimerkiksi jos porrashuoneen valaisimet olisivat rikki, on ne korjattava välittömästi, koska pimeys aiheuttaa vaaraa tilojen käyttäjille. Vaarattomat virheet korjataan viimeistään takuuajan umpeutumisen yhteydessä. [3, s. 8.]

Takuu aika alkaa kohteen vastaanottopäivästä. Jos kohteen vastaanotto viivästyy, takuu aika siirtyy tästä syystä. Takuu aika voi siirtyä enintään kolme kuukautta.

Urakoitsijalla on vastuu tekemästään työstä myös takuuajan jälkeen. Vastuu koskee virheitä, joissa urakoitsija on laiminlyönyt törkeästi esimerkiksi sähköturvallisuusstandardia, jota tilaaja ei ole voinut huomata vastaanottotarkastuksessa tai takuuajana. Vastuu aika urakoitsijalla on kymmenen vuotta. Aika lasketaan vastaanottopäivästä. [3, s.8.]

Takuuajan vakuussumma on yleensä kaksi prosenttia urakkahinnasta, jonka urakoitsija luovuttaa tilaajalle, esimerkiksi tallennustodistuksena pankkiin. [3, s.9.]

Takuutarkastus suoritetaan urakoitsijan ja tilaajan toimesta takuuajan umpeutumisen yhteydessä. Kohde kierretään yhdessä lävitse ja kirjataan pöytäkirjaan mahdolliset huomautetut virheet tai puutteet. [3, s. 15.]

5 Urakan läpikäyminen

5.1 Inventointi

Urakan valmistumisen jälkeen työmaa tyhjennetään ylijääneistä sähkötarvikkeista ja työkaluista. Ylijääneet käyttökelpoiset tarvikkeet säilötään urakoitsijan omaan varastoon, mikäli niille ei ole saman tien käyttöä esimerkiksi toisella työmaalla. Koko yrityksen henkilökuntaa on kannattavaa informoida esimerkiksi ylijääneistä valaisimista, jotta ne saadaan mahdollisimman nopeasti hyödynnettyä toisessa työkohteessa. Varastotilat ovat rajalliset ja tarvikkeista kehittyä koko ajan uudempia malleja, joten ylijääneiden tavaroiden hyödyntämisestä tulee haastavampaa ajan saatossa.

Käyttökelvottomat sekä rikkoutuneet tarvikkeet ja työkalut viedään kierrätykseen kaatopaikalle. Asentajat tekevät inventaarion omille työkaluilleen. Usein urakkakohteissa työkaluja häviää. Työkalujen tunnistusmerkintä yrityksen lyhenteellä on tärkeää, jotta turhalta menekiltä vältytään. Uusia työkaluja hankitaan säännöllisin väliajoin. Hyvät työkalut mahdollistavat mukavan ja tuloksekkaan työnteon.

5.2 Jälkilaskenta

Urakan valmistumisen jälkeen lasketaan kaikki urakan kustannukset yhteen. Kustannuksia ovat muun muassa ainekäyttö eli kaikki tarvikkeet asennuksia varten, palkat, työntekijöiden sosiaalikulut, matkarahat ja ostetut ulkopuoliset palvelut. Urakoitsijoille on tarjolla monia ohjelmistoja, jotka laskevat projektikuluja automaattisesti yhteen ja seuraavat projektin katetta reaaliajassa.

Kustannuksia verrataan etukäteen laskettuun budjettiin. Vaikka jälkilaskenta on projektijohdon kannalta kehittävä ja lisää tietoa kustannusten synnystä, on työnjohdon oltava tietoinen koko urakan aikana budjetista ja kustannuksista, eikä vain urakan valmistumisen jälkeen. Näin ollen saavutetaan parempia tuloksia ja urakan todennäköisyys onnistua taloudellisesti kasvaa.

Hyviä vertailukohteita ovat esimerkiksi urakkaan laskettu tuntimäärä ja todellinen käytetty määrä. Jos laskettu ja todellinen tuntimäärä eroavat toisistaan, on syyt tarpeellista selvittää. Mahdollisia syitä ovat muun muassa virhe tarjouslaskennassa, aikataulumuutokset, huono työmotivaatio tai ammattitaitoisen työnjohdon puute. Ennakointi näissä asioissa on tärkeää, sillä sen avulla ongelmiin pystytään vaikuttamaan mahdollisimman ajoissa.

Tarjouslaskennassa suuremmista tavaraeristä, kuten sähkökeskuksista ja valaisimista on pyydetty tarjoukset jälleenmyyjiltä, eli tukkuliikkeiltä. Hankintavaiheessa on kuitenkin suotuisaa kilpailuttaa eri jälleenmyyjät ja miettiä, löytyykö toisilta valmistajalta korvaavaa tyyppiä, jota voitaisiin käyttää ja säästää näin ollen kustannuksista. Mikäli urakoitsijan varastotilat sisältävät käyttökelpoista tavaraa, ne käytetään ehdottomasti ennen kuin ostetaan uutta. Usein urakoista jää esimerkiksi vajaita kaapelikeloja, jotka ovat käyttökelpoisia seuraavaan kohteeseen. Pohtimalla etukäteen, mitä löytyy valmiiksi varastosta ja mitä tarvitsee ostaa, säästetään kustannuksissa sekä vapautetaan varastotilaa. Käyttämättömät tavarat varastossa eivät hyödytä urakoitsijaa, vaan tuottavat vain tappiota. Jälkilaskennassa verrataan budjetin ainekäyttöä toteutuneisiin ostoihin.

Jälkilaskennassa lasketaan lisä- ja muutostöiden osuus kokonaisurakasta ja niiden kannattavuus. Lisätöiden osuus on keskimäärin 10–20 prosenttia kokonaisurakan summasta, toisinaan osuus on pienempi tai suurempi. Prosenttiosuus riippuu siitä, kuinka tarkasti suunnitelmat on tehty ja kuinka hyvin tilaajaa on kuunneltu suunnittelukokouksissa.

Jokaisella yrityksellä on oma käyttämänsä kateprosentti. Urakan katetuotto saadaan laskettua vähentämällä urakan kokonaissummasta muuttuvat yksikkökustannukset. Yrityksellä on myös kiinteitä kuluja. Kiinteät kulut pysyvät samana myynnistä riippumatta. Tällaisia kuluja ovat muun muassa kuukausipalkat, tilavuokrat, ajoneuvomaksut sekä jäsenmaksut. Yrityksen katetuoton on oltava kiinteitä kustannuksia suurempi, jotta yritykselle syntyy tulosta. [11.]

Jälkilaskennan avulla saadaan tietoa kohteen kannattavuudesta ja menekistä. Jälkilaskentaa voidaan käyttää hyödyksi seuraavissa samankaltaisissa urakoissa ja saavuttaa näin ollen vielä paremmin tulos. Tarjouslaskijan on kannattavaa tutustua kohteiden

jälkilaskentadokumentteihin. Jälkilaskenta yrityksen sisällä toteutetaan aina samalla tavalla, jotta eri urakoiden laskentatuloksia voidaan verrata keskenään.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön aiheena oli pohtia sähköurakoinnin urakan valmistumisvaiheen työtehtäviä ja kehittää niiden toimintaa muun muassa kustannustehokkaammaksi. Työssä pohdittiin keinoja, miten työtä saadaan tehostettua, ettei aikaa kuluisi turhaan työhön. Tärkeimpiä asioita oli tehtävien teko loppuun yhdellä kertaa, esimerkiksi loppukuvien teko. Asentaja täydentää punakynäkuvia asennusten mukaan saman tien, jotta ei tarvitse jälkikäteen palata edellisiin asennuksiin. Tällaisilla pienilläkin muutoksilla voidaan urakan aikana säästää monta työtuntia. Projektinjohdon kannalta töiden aikatauluttaminen ja työn seuranta ovat tärkeitä tehtäviä.

Työssä käsiteltiin kaikki työvaiheet, jotka liittyvät urakan valmistumiseen. Jatkossa opinnäytetyöstä on apua urakan loppuunsaattamiseen. Työ auttaa muistamaan kaikki tärkeät työvaiheet, joihin on syytä keskittyä paremmin. Kaiken kaikkiaan koen, että oma työskentelytapa muuttuu jatkossa kustannustehokkaammaksi verrattuna ennen opinnäytetyön aikaiseen työskentelytapaan. Tämä on erittäin tärkeää ajatellen yleisesti Suomen korjausrakentamisen tulevaisuutta, kun markkinoiden odotetaan laskevan ja tarjouskilpailuista tulee yhä tiukempaa urakoitsijoiden kesken.

Lähteet

- 1 Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset. 2017. SFS 6000-6:2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 2 Rakennusten sähköasennusten tarkastukset.2018. ST-käsikirja 33. Sähköinfo Oy.
- 3 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 1998. YSE1998. Rakennustieto Oy.
- 4 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tilavaraukset. ST-käsikirja 35. Sähköinfo Oy.
- 5 CE-merkintä. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto. <https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-merkinta>. Luettu 12.9.2019.
- 6 Viestintäviraston määräys 65 C/2018 M 2018. Verkkoaineisto. Viestintävirasto. <https://www.finlex.fi/data/normit/44045/M_65_C_2018.pdf>. Luettu 1.10.2019.
- 7 Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090239>>. Luettu 1.10.2019.
- 8 Palovaroittimet. ST 662.50. Sähköinfo Oy.
- 9 Varmennustarkastuksen suorittaminen. ST 51.24. Sähköinfo Oy.
- 10 Käyttöpiirustusten (loppupiirustusten) laatimisohteita. ST 13.32. Sähköinfo Oy.
- 11 Katetuottolaskenta. Verkkoaineisto. <<http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/katetuottolaskenta>>. Luettu 11.10.2019.