



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Joni Mutttilainen

Sähköurakan luovutusmateriaaliaineis- ton laatiminen projektinjohtourakassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan

Insinöörityö

tutkinto-ohjelma

30.1.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Joni Mutttilainen Sähköurakan luovutusmateriaaliaineiston laatiminen projek- tinjohtourakassa 30 sivua + 1 liite 30.1.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Projektijohtaja Jussi Kitusuo Lehtori Vesa Sippola
<p>Insinööriyössä syvennyttiin sähköurakan luovutusmateriaaliaineiston laadintaan projektinjohtourakassa. Luovutusmateriaaliaineiston laadintaprosessi projektinjohtourakassa on monivaiheinen prosessi ja vaatii tällöin projektinjohtourakoitsijalta syvällistä ja varhaista paneutumista tilaajan tarpeisiin. Insinööriyön tavoitteena oli avata koko projektinjohtourakan prosessi projektinjohtourakoitsijan kannalta, sekä selkeyttää kokonaisvastuun merkitystä luovutusdokumentaation tuottamisesta tässä laajassa urakkamallissa.</p> <p>Työssä rakennettiin prosessikaavio selkeyttämään projektinjohtourakoitsijan ja tilaajan vastuita projektinjohtourakan eri vaiheissa. Luovutusdokumentaation rakentumisvaiheiden ja sisällön ammattimaisen lopputuloksen saavuttamisessa auttoivat sähköalan standardit ja suositukset. Työssä tutkittiin Sammalvuoren metrovarikkourakan projektinjohtourakan rakennuttamis- ja suunnittelunohjausvastuita.</p> <p>Insinööriyön tuotoksella saatiin rakennettua kokonaisuus, joka selvittää luovutusdokumentaation rakentumista ja luovuttamista portaittain urakoitsijalta rakennuttajalle ja rakennuttajalta tilaajalle projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta.</p>	
Avainsanat	Projektinjohtourakka, luovutusmateriaaliaineisto

Author Title Number of Pages Date	Joni Muttillainen Creating Electrical Contract Conveyance Material in Management Contracting 30 pages + 1 appendix 30 January 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Professional Major	Electrical power engineering
Instructors	Jussi Kitusuo, Project Leader Vesa Sippola, Senior Lecturer
<p>This thesis is about creating electrical contract conveyance material in Management contracting. The creation process of conveyance material is a multistage process in Management contracting and demands from the management contractor a profound knowledge of needs of the subscriber. The aim of this thesis was to open the entire project management contractor process for the project management contractor, and to clarify the importance of overall responsibility for producing delivery documentation in this broad contract model.</p> <p>In the work, a process diagram was built to clarify the responsibilities of the project management contractor and the subscriber in the management contract. Standards and recommendations in electricity sector helped to achieve the professional results of the construction phase of the conveyance material documentation and content. In this thesis, construction and design responsibilities were investigated in project management contract in metro depot contract of Sammalvuori.</p> <p>The result of the bachelor's thesis is documentation that explores the construction and delivery of the conveyance material from the contractor to the developer and the constructor to the subscriber from the project management contractor's perspective.</p>	
Keywords	Project management contract, conveyance material

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sammalvuoren metrovarikkourakka	2
2.1	Länsimetro	2
2.2	Sammalvuoren metrovarikko	4
2.3	TYL Sammalvuori	5
2.4	Toiminnalliset ja tekniset vaatimukset	7
2.5	Laadun osoittaminen ennen työn aloitusta	8
3	Sähköurakan luovutusmateriaaliaineisto projektinjohtourakassa	10
3.1	Sähköurakan luovutusmateriaaliaineisto	10
3.2	Projektinjohtourakan prosessi	11
3.3	Toteutus- ja tarkekuvien laadinta projektinjohtourakassa	12
3.4	Revisioiden hallinta projektinjohtourakassa	15
3.5	Työnaikaiset mittaukset	16
3.6	Huoltokirja	17
3.7	Käyttöönottomittaukset ja koestukset	18
3.8	Käyttöönottotarkastukset	19
3.9	Varmennustarkastukset	21
3.10	Vastaanottotarkastus	22
3.11	Luovutuspiirustusten laadinta tarkekuvien pohjalta	22
4	Dokumentaation hallinta	23
4.1	Dokumentaation hallinta	23
4.2	Sähköinen dokumentointi tietoportaaliiin	25
5	Yhteenveto	27
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Projektinjohtourakan prosessikaavio	

Lyhenteet ja käsitteet

HKI	Helsingin kaupungin liikennelaitos.
Kärkimies	Asennusryhmän edustaja työnantajalle.
Käyttöpiirustus	Käyttöpiirustusta on rakennuskohteen loppukäyttöä ja huoltoa palveleva dokumentti.
Luovutuspiirustus	Piirustus, joka on laadittu tarkekuvasta loppukäyttäjälle.
Länsimetro	Läntinen metrolinja Helsingistä Espooseen.
Magicad	Sähkösuunnitteluohjelma.
Pääurakoitsija	Vastuussa hankkeen rakennuttamisesta tilaajalle.
Revisio	Suunnittelijan tekemä muutos alkuperäiseen suunnitelmaan.
Sharepoint	Verkkopalvelualusta yrityksen tietojen hallintaan.
Standardi	On normi, joka määrittelee miten joku asia tulisi tehdä.
ST-kortti	ST-kortiston tarkoitus on ohjeistaa sähkö-, tele-, turva-, ja automaatioalan ammattilaisia yhtenäisiin toteutus- ja suunnittelutapoihin.
Sähkötieto RY	Sähkötieto Ry on sähkö-, tele-, turva-, ja automaatioalojen yhtenäistämisverkosto sähköisen talotekniikan toimijoille.
Sähkötyöselitys	Sähkötekniinen asiakirja, joka sisältää asennusteknisiä vaatimuksia urakkakohtaisesti.
Tarkastusasiakirja	Tietoportaalin osa.

Tarkepiirustus	Piirustus, johon merkitty toteutuneet muutokset poiketen toteutuspiirustuksista.
TAS	Työnaikainen suunnitelma Sammalvuoren varikkourakassa.
Tietoportaali	Länsimetron internet-pohjainen dokumentaattienhallintatyökalu.
Toteutuspiirustus	Toteutukseen käytettävät piirustukset.
TOTEVA	Toiminnalliset ja tekniset lähtökohdat.
TTL	Työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma.
TYL	Työyhteenliittymä.
Urakoitsija	Johonkin tiettyyn työurakkaan palkattu toteutuksen tekijä.

1 Johdanto

Insinööriyössä syvennyttään sähköurakan luovutusmateriaaliaineistoon ja luovutusmateriaaliaineiston laadintaan projektinjohtourakassa. Tämän lisäksi työssä käsitellään luovutusdokumentaatiota koskevia standardeja, suosituksia, lakeja ja Sammalvuoren varikkourakan projektikohtaisia erityisvaatimuksia. Kaikkien luovutusmateriaaliaineistoon liittyvien dokumenttien ja suunnittelunvaiheiden ohjausvastuut ja tehtävät kuuluvat projektinjohtajan pääurakoitsijan tehtäviin. Insinööriyössä paneudutaan projektinjohtajan johtamis- ja hankintatehtäviin projektinjohtourakan loppuun saattamiseksi. Insinööriyö ei ole suunnitteluohje, vaikka käsittelee suunnitelmien laadinnan vaiheita kokonaisvaltaisesti hankkeen aloituksesta hankkeen lopetukseen saakka. Insinööriyössä ei myöskään ole tarkoitus paneutua urakan eri työvaiheiden sisältöön syventävällä tavalla, vaan opastaa projektinjohtajan näkökulmasta projektinjohtourakan etenemistä. Insinööriyön tavoitteena on selvittää projektinjohtourakan luovutusaineiston rakentumisen prosessi ja sisältö projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta.

Insinööriyö tarjoaa kattavat ohjeet asianmukaisen sähköurakan luovutusmateriaaliaineiston laadintaan vaativissa projekteissa, jotka pitävät sisällään laajoja järjestelmäkokonaisuuksia. Ohjeet soveltuvat aloittelevalle projektinjohtajalle tai projektipäällikölle. Luovutusmateriaaliaineiston laadinnan lisäksi insinööriyössä perehdytään projektinjohtourakkaan, joka sisältää rakennuttamisvaiheen, toteutusvaiheen ja luovutusvaiheen. Projektinjohtourakka ei ole tavanomaisin urakkamalli ja siksi tuntematon monille urakoinnin parissa työskenteleville insinööreille. Projektinjohtourakan sisältöön perehtyminen auttaa ymmärtämään rakennuttamisvaiheen vastuita ja velvollisuuksia, ja auttaa tällöin ymmärtämään koko projektin läpiviennin vaiheet. Projektinjohtourakan malli vaikuttaa myös siihen, että luovutusmateriaalien teettäminen alkaa paljon ennen toteutusvaiheen alkua pääurakoitsijan osalta. Työssä perehdytään vain niihin projektinjohtourakan vaiheisiin ja tehtäviin jotka vaikuttavat luovutusmateriaaliaineiston rakentumiseen projektin aikana.

Työn luovutusmateriaalien laadinta käytännön tasolla kohdistuu Länsimetron toisen vaiheen pilottihankkeeseen, Sammalvuoren metrovarikkoon. Luovutusmateriaaliaineiston on määrä valmistua niiltä osin, kuin se on mahdollista Sammalvuoren varikkourakan

osalta. Sähköinen luovutusmateriaaliaineisto on rakennettu valmiiksi hankkeen etenemisen mukaan. Tavoitteena on, että Sammalvuoren sähköurakan luovutusmateriaalien ja huoltokirjan luovutus tehdään tämän insinööriyön ohjeilla vuonna 2020. Projektin laajuus tarjoaa loistavan pohjan luovutusmateriaaliaineiston luonnille sähköurakan projektinjohdourakassa pääurakoitsijan eli rakennuttajan silmin.

Insinööriyö tehtiin Aro Systems Oy:n palveluksessa. Aro Systems Oy on yksi Suomen johtavia talotekniikka-alan yrityksiä. Yrityksen toiminta sijoittuu Helsingin, Oulun ja Tampereen talousalueille. Yrityksen tarjoamien palveluiden piiriin kuuluu: LVISA-urakointi sekä huoltopalveluiden tuottaminen. Urakointipalveluiden piiriin kuuluu projektinjohdourakat sisältäen rakennuttamisvaiheen suunnittelun ohjauksen sekä perinteiset kilpailu-urakat. Aro Systems Oy tuottaa ja ylläpitää taloteknisiä kohteita asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Asiakkaita ovat rakennusliikkeet, julkinen sektori ja yksityisasiakkaat. Yrityksessä työskentelee noin 280 henkilöä. Yrityksen liikevaihto Suomessa vuonna 2017 oli 43 miljoonaa. [2.]

2 Sammalvuoren metrovarikkourakka

2.1 Länsimetro

Länsimetro on Espoon ja Helsingin kaupunkien perustama organisaatio joka rakennuttaa Länsimetron ja tämän jälkeen omistaa sen. HKL vastaa metrolliikenteen toimivuudesta sekä asemien ja ratatunnelin huolto- ja ylläpitotöistä. HKL omistaa metrojunat ja vastaa metrolliikenteen liikennöinnistä.

Länsimetro projektina on itäisen metrolinjan laajennusosa Helsingistä Espooseen. Länsimetro-hanke koostuu kahdesta vaiheesta. Ensimmäisen vaiheen metrolinja kulkee Ruoholahdesta ("vanhan metron" läntisin asema) Matinkylään. Metrolinja on 14 kilometriä pitkä ja siihen kuuluu kahdeksan asemaa, joista kaksi sijaitsee Helsingissä ja kuusi Espoossa. Ensimmäinen vaihe aloitettiin vuonna 2009 louhinnoilla, jotka valmistuivat vuonna 2014. Tämän jälkeen alkoivat ratalinjan sekä asemien rakennustyöt, talotekniikkatyöt ja ratatyöt. Länsimetron ensimmäinen vaihe avattiin matkustajaliikenteelle 18.11.2017. Ensimmäisen vaiheen hanke-ennuste vuonna 2008 oli 846 miljoonaa euroa

ja tällä hetkellä se on 1186 miljoonaa euroa. Ensimmäisessä vaiheessa tehdään vielä viimeistelytyöitä. Kuvassa 1 länsimetron ensimmäisestä vaiheesta keilaniemen metroasema. [3.]



Kuva.1 Keilaniemen metroasema länsimetron ensimmäisestä vaiheesta [3].

Länsimetron toisen vaiheen louhintatyöt aloitettiin vuonna 2015 ja ne päättyivät vuonna 2018. Länsimetron toinen vaihe pitää sisällään 7 kilometriä rataosuutta, 5 asemaa ja metrovarikon. Tällä hetkellä on käynnissä metrovarikon rakennus ja talotekniikkatöitä. Ratalinjojen sekä asemien urakat ovat kilpailutuksessa. Länsimetron toisen vaiheen on arvioitu aukeavan matkustajaliikenteen käyttöön vuonna 2022-2023. Kustannusarvio länsimetron toisesta vaiheesta on 1189 miljoonaa euroa. [3.]

Metron laajennusosan tarkoitus on yhtenäistää pääkaupunkiseudun joukkoliikennettä. Joukkoliikenteen laajentuminen tukee koko pääkaupunkiseudun kehitystä metropolialueena ja talousalueena. Metron suuri kuljetuskapasiteetti vastaa noin 700 henkilöauton matkustajamäärää. Tämän lisäksi metrokalusto on erittäin kestävä. Länsimetron rakentaminen on ympäristöteko sitä rakennuttavilta kaupungeilta. Ympäristöystävällinen metro on kulkuväline, joka ei pilaa ilmanlaatua maanpäällä olevien kulkuväylien varrella. Busiliikenteestä luovuttaessa, on arvioitu, että hiilidioksidi ja kasvihuonepäästöt pienenevät noin 40% länsiväylän varrella Länsi-Helsingissä ja Espoossa. [3.]

2.2 Sammalvuoren metrovarikko

Metrolinjan laajentuessa 21 kilometriä, kasvaa metrokaluston määrä huomattavasti, mikä lisää metrojärjestelmän säilytys-, huolto- ja ylläpitotarpeita kokonaisuudessaan niin paljon, että Roihupellolla sijaitseva nykyinen metrovarikko jää liian pieneksi palvelemaan laajentuvan metrojärjestelmän tarpeita. Myös etäisyys metron itäosasta uuteen länsiosaan kasvaa niin suureksi, että itäisen osan varikkotoiminnan käyttäminen koko järjestelmän tarpeisiin ei ole viisasta. Länsimetron toisen vaiheen valmistuttua, on katsottu tarpeelliseksi rakennuttaa Sammalvuoren metrovarikko uuden linjan länsipäähän. [5.]

Sammalvuoren metrovarikko rakennetaan Espoon Sammalvuoreen osoitteeseen Tyskaksenkaari 7. Tyskaksenkaari 7 ei ole vielä virallinen osoite vaan toistaiseksi rakentamis- ja rakentamisolosuhteissa virallinen osoite on Nöykkiönkatu 4. Sammalvuoren varikon valmistuttua otetaan Tyskaksenkaari 7 osoitteeksi. Linjaraide liittyy Sammalvuoren liityntäraiteeseen Espoonlahden ja Kivenlahden asemien välissä. Sammalvuoren metrovarikko rakennetaan maan alle noin 60 metrin syvyyteen. Laajuuteensa takia se ulottuu Sammalvuoresta länsiväylän alittaen Espoonlahteen. Varikon toiminnalliset tilatarpeet ovat pääpiirteittäin seuraavat.

- Säilytysshalli noin. 10000 m²
 - 20 junayksikölle, kukin junayksikkö 90 m pitkä
 - Viisi rinnakkaista raidetta, jokaisella raiteella tarkastusmonttu
 - 400 m pitkä, 25 m leveä ja 10 m korkea
- Huoltohalli noin. 5000 m²
 - Kolme rinnakkaista raidetta.
 - Neljä huoltopaikkaa joista kaksi omissa tiloissaan, omilla ilmanvaihtoilla varustettuna
 - Töhrynpoistotilat
- Henkilöstötilat

- Varikolla on henkilöstölle taukotilat, peseymistilat ja wc-tilat miehille sekä naisille.
- Tiloista noin 100 m² sijaitsee maan alla ja 135 m² maanpäällisessä sisäänkäyntirakennuksessa.
- Yhteydet maanpintaan
 - Varikolle rakennetaan kolme savunpoistokuilua P5.1, P5.2 ja HSK
 - HSK on henkilökunnan sisäänkäyntirakennus
 - Kaikki kuilut toimivat myös hätäpoistumisteinä
 - Ajotunneli
- Tekniset-tilat
 - IV-konehuoneet
 - Laitetilat
 - Talotekniset-tilat

[5, s. 12 – 13.]

2.3 TYL Sammalvuori

Länsimetro Oy on tilaajana Sammalvuoren metrovarikon varikkourakassa sekä muissa Länsimetron toisen vaiheen osissa. Länsimetro Oy on tilannut Sammalvuoren varikkourakan TYL Sammalvuorelta, joka perustettiin neljästä eri rakennusalan urakointiyrityksestä: Kalliorakennus-yhtiöt (tunnelilouhinta ja maanalainen rakennustekniikka), Terrawise (louheenajo), Aro Systems (talotekniikka) ja E.M.Pekkinen (maanrakennus ja maanpäällinen rakennustekniikka). Kuvassa 2 on esitetty Sammalvuoren varikkourakan rakennuttajaorganisaatio.



Kuva.2 TYL Sammalvuori rakennuttajaorganisaatio. [8]

TYL Sammalvuori toimii Sammalvuoren varikkourakan pääurakoitsijana eli jokainen TYL Sammalvuoren osakas toimii pääurakoitsijana itsenäisenä urakointiliikkeenä ja vastaa tällöin aliorakoitsijoidensa töistä [6]. TYL Sammalvuori noudattaa pääurakoitsijana YSE1§:n pykälää [6, s. 13]. Pääurakoitsijat vastaavat tilaajalle, että YSE5§:n mukaan laaditaan yleisaikataulu hyväksyttäväksi. Yleisaikataulun tulee sisältää tilaajan vaatimat seurannan kannalta seuraavat oleelliset asiat: suunnittelu-aikataulu, pää- ja sivu-urakoiden tärkeimmät tehtävät, tehtävien välinen riippuvuus, tehtävien suunnittelu, kesto, tilaajan ilmoittamat erillishankinnat, sakolliset välitavoitteet ja valmistumiset, testaukset ja koekäytöt. Pääurakoitsijan tulee ylläpitää seuranta toteumasta yleisaikatauluun nähden, mikäli toteumista poiketaan, on pääurakoitsijan esitettävä toimenpiteet kyseisten tehtävien korjaamiseksi. [6, s. 19]. TYL Sammalvuori on laatinut Sammalvuoren projektin yleisaikatauluun kaksi kriittistä polkua seuraamaan koko projektin kannalta oleellisten tehtävien edistymistä.

Pääurakoitsijalla on suoritusvelvollisuus kaikista sopimusasiakirjojen mukaisista töistä ja kaikista niistä töistä, jotka on suoritettava, jotta sopimusasiakirjojen mukaiset työt saadaan tilaajan vaatimaan lopputulokseen. Pääurakoiden lisäksi pääurakoitsija on

vastuussa kaikista sen aliurakoista ja niiden töiden loppuun saattamisesta. Jokaisen pääurakoitsijan vastuulla on työmaapalveluiden tuottaminen YSE3§:n mukaan ja työmaan johtovelvollisuus YSE4§:n mukaan pääurakoiden ja sivu-urakoiden kohdalla. Pääurakoitsijan pitää pyytää tarjouspyynnöt vähintään neljältä eri alihankkijalta aliurakoiden kilpailuttamisen varmistamiseksi. Pääurakoitsijan tulee laatia tarjouksista kattavat vertailulaskelmat riittävän ajoissa tilaajan kannalta, jotta tarjouspyynnöt pystytään käsittelemään tilaajan taloudellisen edun mukaisesti. Tilaaja ja pääurakoitsija valitsevat yhdessä saatujen tarjouksien perusteella sopivimman urakoitsijan tehtävään. Kaikki työt joihin pääurakoitsijalla on riittävä ammattitaito, voidaan tuottaa omana työnä ja omilla työntekijöillä. Oman työn hankkiminen katsotaan tapauskohtaisesti tilaajan ja pääurakoitsijan välillä [6, s. 14–15].

Kohteen pääsuunnittelijana toimii Novarc Oy:stä Ville Niiranen. Varikkourakan suunnittelun perustana on se, että tilaaja toimittaa varikkotoimintaan tarvittavat suunnittelun lähtötiedot pääurakoitsijalle. Pääurakoitsijan tehtäviin kuuluu suunnittelu ja suunnittelu-aikataulun yhteensovittaminen rakennusteknisten alojen välillä. Pääurakoitsijan tehtäviin suunnittelun osalta kuuluu luonnos-, toteutus-, tuotanto- ja loppukuvien tuottaminen. Pääurakoitsija kilpailuttaa tilaajan vaatimalla tavalla suunnittelu-urakat ja valitsee tilaajan kanssa tehtävään sopivimman suunnittelutoimiston. Pääurakoitsijoiden tulee suunnittelun ohjauksessaan huomioida loppukäyttäjän, HKL:n tarpeet ja vaatimukset [6, s. 12]. Urakoitsijan tulee täydentää Tate 95 kohtien 7.10 ja 7.15 sopimuspiirustuksia. [12, s. 14.]

2.4 Toiminnalliset ja tekniset vaatimukset

Toiminnalliset ja tekniset lähtökohdat, on Länsimetron laatima asiakirja, joka ohjeistaa vaadittavan laatutason saavuttamisen Sammalvuoren metrovarikon asennustöissä. Tätä asiakirjaa kutsutaan myös nimellä TOTEVA. Kaikkien TYL Sammalvuoren osakkaiden ja osakkaiden aliurakoitsijoidensa tulee noudattaa TOTEVA. TOTEVA on asiakirja, joka länsimetron hiarkian mukaan ohittaa esimerkiksi tässä sähkötyöselityksen. TOTEVA antaa lähtötiedot suunnittelun ohjaukseen sekä asennustyöhön. TOTEVASTA voidaan poiketa, mikäli tämä pystytään perustelemaan tilaajalle niin, että tilaaja hyväksyy muutoksen.

2.5 Laadun osoittaminen ennen työn aloitusta

Tilaaajan eli Länsimetron laadunvalvontaa varten on kehitetty tietoportaaali. Tietoportaaliiin urakoitsija tallentaa tilaaajan vaatimat dokumentit ennen työvaiheen aloittamista tai materiaalin hankintaa. Tietoportaaali sisältää tarkastusasiakirjan, johon urakoitsijan tulee tallentaa työvaihekohtaisia laadunvalvontaan liittyviä dokumentteja. Tietoportaalissa esitettävät tiedostot on oltava muodossa dwg tai pdf.

Kaikki käytettävät materiaalit tulee tallentaa tietoportaaliiin. Tallennettavan materiaalin tulee sisältää teknisen erittelyn, todistukset standardin mukaisesta valmistuksesta, CE-merkin tiedot ja tyyppihyväksyntätodistukset. Materiaalihankintojen kohdalla tarkastajina toimivat ensin vastuusuunnittelija ja hänen jälkeen kolmannen osapuolen tarkastaja. Etukäteen hyväksymättömiä rakennustuotteita tai materiaaleja ei saa käyttää Sammalvuoren metrovarikolla, eli materiaalin pitää saada hyväksyntä kummaltakin tarkastaja-osapuolelta. Materiaalien hyväksyttämässä käytetään tilaaajan antamaa ohjeistusta. Sähkölaitteet ja laitteistot pitää hyväksyttää rakennuspaikkakohtaisesti. Sähkölaitteistoista pitää hyväksyttää myös suunnitelmat ja tekniset piirustukset. Nämä dokumentit eritellään erikseen teknisenä erittelynä. Kaapelit ja johtotiet voidaan hyväksyttää kokonaisuudessaan varikkourakkaan. Materiaalit nimetään hyväksyntään dokumentin: SVV laadunvalvonta ja tiedostojen nimeäminen mukaan [9]. Tilaaaja edustavalla kolmannen osapuolen tarkastajalla on aikaa kaksi viikkoa hyväksyä tai hylätä materiaalit.

Urakoitsijan tulee tallentaa tietoportaaliiin kaikki urakoitsijan laatimat ja laaditut luonnos-, toteutus-, tuotanto- ja työnaikaiset suunnitelmat jokaisen järjestelmän osalta. Suunnitelmien hyväksyttämismenettelyssä suunnittelijan hyväksytyä kolmas osapuoli voi hyväksyä suunnitelmat. Kolmannen osapuolen tarkastajan hyväksynnän jälkeen suunnitelmat ovat käyttökelpoiset työn aloittamiseen. Tilaaaja edustavalla kolmannen osapuolen tarkastajalla on kaksi viikkoa aikaa hyväksyä suunnitelmat. Mikäli toteutuskuvista poiketaan, urakoitsija voi TAS-menettelyn kautta tehdä työnaikaisia suunnitelmia. Työnaikaiset suunnitelmat pitää hyväksyttää suunnittelijalla ja tilaaajan valvojalla. Mikäli TAS-menettelyä käytettäessä käytetään uusia materiaaleja, pitää nämä materiaalit hyväksyttää edellä mainitun tilaaajan vaatiman ohjeistuksen mukaan. [6, s. 23.]

Sähköurakoitsijan tulee tehdä työvaihekohtaiset työ- ja laatusuunnitelmat jokaisesta erillisestä sähköurakan työvaiheesta tilaajan vaatimusten mukaan. Näitä kutsutaan TTL:ksi. TTL-dokumentit laatii urakoitsijan työnjohtaja. TTL:n laadinnan jälkeen tulee TTL tallentaa tietoportaaliiin ja tarkastusasiakirjaan. Tietoportaalissa TTL joko hyväksytään tai hylätään (hyväksytyt TTL:t tallennetaan myös tarkastusasiakirjaan). Ensimmäinen tarkastaja on suunnittelija ja suunnittelijan hyväksyttyä tilaajan valvoja tarkastaa dokumentin. Kun molemmat tarkastajat ovat hyväksyneet työvaihekohtaisen laatusuunnitelman, näkyy se tarkastusasiakirjassa hyväksyttynä dokumenttina. TTL-dokumentit siirtyvät tilaajalle tarkastusasiakirjan kautta ja tällöin tilaaja pystyy tarkastamaan laadullisesti pätevät asennustavat projektin aikana sekä sen jälkeen. Tilaaja on vaatinut sähköurakoitsijaa laatimaan seuraavat TTL-dokumentit:

- Palonkestävät johtotie asennukset
- Palonkestäväkaapelointi
- Heikkovirtakaapelointi
- Valaistusasennukset
- Turvavalistusasennukset
- Sähkölämmitykset
- Maadoitukset
- Antennijärjestelmä
- Paloilmoitinjärjestelmä

Näiden työvaihekohtaisten työ- ja laatusuunnitelmien lisäksi urakoitsija laati TTL-dokumentin uppoasennuksista tilaajan sähkövalvojan pyynnöstä. [5, s. 80.]

3 Sähköurakan luovutusmateriaaliaineisto projektinjohtourakassa

3.1 Sähköurakan luovutusmateriaaliaineisto

Sähköurakan luovutusmateriaaliaineisto on dokumentaatio, joka luovutetaan tilaajalle projektin päätyttyä. Aineiston laajuus vaihtelee projektikohtaisesti hyvin vahvasti ja vaikuttaa tällöin luovutusdokumentaation laajuuteen. Laajuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat sähkötekniisten järjestelmien määrä, hankkeen fyysinen koko sekä tilaajan asettamat erilliset vaatimukset. Aineiston laatiminen on urakoitsijan vastuulla, ja urakoitsija laatii dokumentaatiota töiden edistymisestä sekä käytettävistä materiaaleista läpi projektin luovutusvaiheeseen asti. Urakoitsijoiden laadittua luovutusmateriaaliaineisto tekemistään töistä luovuttaa urakoitsija materiaalin pääurakoitsijalle. Pääurakoitsija on kokonaisvastuussa tilaajalle ja luovuttaa kaikkien aliurakoitsijoidensa dokumentaation. Luovutusmateriaaliaineistoa koskevia yhtenäisiä suosituksia sähköalan edistämiseksi on esitetty sähköalan ST-kortistossa. Luovutusaineiston laadinnan tueksi on tarjolla sähköinfon tekemiä st-kortteja.

Sähköalan standardissa SFS6000 esitetään vaatimuksia luovutusdokumentoinnin, tarkastusten ja mittausten suhteen. Standardien vaatimuksia on kerätty ST-kortteille aihekohtaisesti antamaan yksityiskohtaista tietoa sähköalan toimijoille. Urakoitsijan tulee noudattaa standardeja ja tilaajan vaatimuksia läpi projektin dokumentoinnin suhteen. Urakoitsija luovuttaa luovutusmateriaalit kokonaisuudessaan tilaajalle, kun kaikki vaaditut materiaalit on dokumentoitu. Tämä luku käsittelee suoritettavia mittauksia, tarkastuksia, huoltomateriaalia ja käyttöönottoja sähköurakassa. Luovutusmateriaaliaineistossa käsitellään liike- ja toimitilojen perinteisiin sähköjärjestelmien mittauksiin, tarkastuksiin ja käyttöönottoihin. Perinteisten materiaalien lisäksi Sammalvuoren varikkourakka tarjoaa järjestelmälaajuutensa vuoksi laajemman kokonaisuuden luovutusmateriaaliaineistoa.

Sammalvuoren varikkourakassa toteutusta palvelevat dokumentit pitää laatia Länsimetron suunnittelukäsikirjan mukaisesti. Piirustusten sisällön tulee täyttää tavoitteet siltä osin, että asennukset pystytään saattamaan loppuun. Piirustusten tulee myös palvella loppukäyttäjää käytön ja huollon osalta [12, s. 13]. Urakoitsijan tulee informoida

rakennuttajaa koestuksien, mittauksien ja tarkastuksien ajankohdasta, jotta rakennuttajalla on mahdollisuus halutessaan valvoa koestuksien, mittauksien ja tarkastuksien kulkua. [10.]

Sähköalan ST-kortistosta on saatavilla standardit täyttävät mittaus-, koestus- ja tarkastuspöytäkirjat. Jos urakoitsijalla itsellään on määräykset täyttävät pöytäkirjat, jotka varmentavat vaaditun asiasisällön vallitsevien standardien ja määräysten mukaan, voidaan niitä käyttää pöytäkirjojen dokumentointiin. Pöytäkirjojen dokumentointipohjien käytössä on huomioitava mahdolliset tilaajan erityisvaatimukset dokumenttipohjien käytöstä. [21.]

3.2 Projektinjohtourakan prosessi

Projektinjohtourakka on urakkamuoto, jossa tilaaja ja rakennuttaja yhteistoimin ajavat hanketta eteenpäin molempien vastuiden ja etujen mukaisesti. Urakkamallina projektinjohtourakka on laaja-alaisempi kuin muut urakkamallit. Projektinjohtourakassa projektinjohtourakoitsija lähtökohtaisesti tarjoaa projektinjohtovelvollisuuksien lisäksi pääurakoitsijan palvelut hankkeen aikana. Projektinjohtourakoitsija toimii urakkansa töiden rakennuttajana läpi hankkeen. [1.]

Projektinjohtourakassa tärkein yksittäinen tehtävä erona perinteisiin urakkamalleihin on suunnittelunohjaus. Suunnittelunohjaus laaja-alaisuudessaan on katsottu projektinjohtourakan vaativimpiin yksittäisiin tehtäviin, joka muuten olisi tilaajan vastuulla. Suunnittelunohjauksessa kyseisen suunnittelualan projektinjohtourakoitsijan tulee viedä tilaajan tai loppukäyttäjän tarpeet suunnittelijalle sekä huolehtia käyttökelpoisten suunnitelmien tuottamisesta toteutuksesta vastaavalle urakoitsijalle. [6.]

TYL Sammalvuoren osakkaat huolehtivat projektinjohtoisilla vastuilla projektinjohtolisten tehtävien täyttymisestä omien vastualueidensa puolesta. Vastuut koskevat sopimusten mukaisten suunnitelmien teettämistä, työmaapalveluiden tuottamista töiden mahdollistamiseksi ja sopimusurakoiden hankintaa ja johtamista. Sammalvuoren varikourakan projektinjohtomalli poikkeaa huomattavasti normaalina pidetystä yhdestä pääurakoitsijasta, joka tuottaa työmaapalvelut muiden urakoitsijoiden käyttöön. Aluehallintovirasto on vaatinut, että yksi projektinjohtourakan osakkaista toimii päävastuullisena ja

tämä yritys on se, jolla on vastaava mestari. TYL Sammalvuoren osakkaat ovat vastuussa kaikkien osakkaalle luettujen urakkojen loppuunsaattamisesta. [6; 22.]

Projektinjohtourakoitsijan vastuut alkavat suunnittelu-urakoiden kilpailutuksesta. Kun suunnittelu-urakoiden tarjoukset on vastaanotettu hankkivat tilaaja ja projektinjohtourakoitsija tehtävään sopivimman suunnittelutoimiston. Tämän jälkeen tilaaja selvittää projektinjohtourakoitsijalle ja suunnittelutoimistolle hankkeen lähtötiedot, jotta luonnoskuvien laatiminen voidaan aloittaa. Projektinjohtourakoitsija on vastuussa kaikesta suunnittelunohjauksesta. Luonnoskuvien valmistuttua projektinjohtourakoitsija hyväksyttää luonnoskuvat tilaajalla. Luonnoskuvien laadinnan jälkeen suunnittelutoimisto aloittaa toteutuskuvien laatimisen projektinjohtourakoitsijan ohjauksessa. Projektinjohtourakoitsija hyväksyttää toteutuskuvat tilaajalla. Luovutuspiirustukset teetetään tarkekuvasarjan pohjalta.

Luonnoskuvien hyväksytyksen jälkeen projektinjohtourakoitsija aloittaa työurakoiden kilpailutuksen. Tilaaja ja projektinjohtourakoitsija valitsevat saatujen tarjoustenperusteella urakoitsijat. Urakoitsija teettää projektinjohtourakoitsijan vaatimista mittauksista ja tarkastuksista pöytäkirjat luovutusdokumentaatiota varten.

Luonnoskuvien materiaali laskentatietojen perusteella projektinjohtourakoitsija kilpailuttaa hankinnat ja hyväksyttää materiaalihankinnat tilaajalla. Materiaalit hyväksytetään materiaali kohtaisesti tilaajalla. Käytetyistä materiaaleista ja järjestelmistä projektinjohtourakoitsija toimittaa huoltokirjan tilaajalle. Liitteessä.1 projektinjohtourakan prosessi.

3.3 Toteutus- ja tarkekuvien laadinta projektinjohtourakassa

Tavanomaisemmassa kilpailu-urakassa sähköurakoitsijan vastuu alkaa toteutuskuvista, joiden pohjalta urakoitsija on suorittanut osittain urakan laskennan, resurssoinnin ja materiaali tarpeet. Perinteiseen kilpailu-urakkaan nähden projektinjohtourakassa pääurakoitsijan vastuut toteutuskuvien laadinnasta alkavat suunnittelun ohjauksesta, jolloin työnaikainen materiaalien laadinta alkaa käytännön tasolla. Tämä tarkoittaa sitä, että luonnoskuvien laatiminen aloitetaan ja kerätään kaikki mahdolliset lähtötiedot suunnittelun perustaksi. Luonnoskuvien valmistuttua pääurakoitsijan tulee teettää toteutuskuvat

sähköurakointiliikkeen käyttöön. Sähköurakointiliike voi aloittaa asennustyöt toteutuskuvien mukaan, mikäli suunnitelmat on hyväksytty tilaajan vaatimalla tavalla. [4.]

Työnaikainen toteutuskuvien päivitys on urakointiliikkeen vastuulla, mikäli urakointiliike poikkeaa toteutuskuvista. Urakointiliikkeen tulee hyväksyttää muutokset tilaajaa edustavalla sähkövalvojalla. Sammalvuoren varikolla toteutuskuvien muutoksien käsittelyyn käytetään TAS-menettelyä, joka on normaaleja käytäntöjä vaativampi tapa hyväksyttää työnaikaiset muutokset. Urakointiliikkeen tekemistä työnaikaisista muutoksista toteutus tehdään merkintätavalla, joka on selkeästi ymmärrettävissä sähköalan ammattihenkilölle. Sammalvuoren sähköjärjestelmien urakkaan kuuluvat luonnos-, toteutus-, piiri- ja luovutuspiirustusten tuottaminen [12, s.13]. Luonnos-, piiri- ja käyttöpiirustusten tekijäksi valikoitui konsulttitoimisto Sweco (talotekniikka) ja toteutuspiirustusten tekijäksi Veikko Vahvaselkä Oy.

Toteutuskuvien laatimisen osalta urakoitsija on velvollinen toimittamaan ajoissa laitteiden laitetiedot toteutuskuvien tekijälle, jotta toteutuspiirustusten tekijälle jää riittävä määrä aikaa niiden laatimiseen. Laitetiedot toimitetaan luonnoskuvien tekijälle siinä mitakaavassa, kuin laitetietoja on saatavilla. Laitetietoja päivitetään urakan toteutuksen aikana sitä mukaan toteutuskuviin, kun uusia tai päivitettyjä laitetietoja ilmaantuu tilaajan, urakoitsijan itsen tai toisen urakoitsijan toimesta.

Toteutuskuvien laadinnassa joissain tapauksissa järjestelmän toimittaja täydentää luonnoskuvat järjestelmän osilla ja laitteilla. Nämä täydennetyt kuvat viimeistelee asennuspiirustusten tekijä toteutusta palvelevilla merkinnöillä. Tällaisia järjestelmiä sähköurakoinnissa ovat esimerkiksi sähköjakelujärjestelmä ja paloilmoinjärjestelmä. Sähköjakelujärjestelmän toteutuskuvien laadinnassa laitetoimittajan suunnittelija täydentää luonnoskuviin numeroinnit sekä tekee laitteita vastaavat runko- ja kansikuvat. Paloilmoinjärjestelmän osalta hyväksytyyn paloilmoinliikkeen vastuuhenkilö tarkastaa luonnoskuvat ja piirtää toteutuskuvat numeroiduilla laitteilla varustettuna [5]. Sammalvuoren varikourakassa sähkötekniset toteutuskuvat tehdään Magicad electrical-sovelluksella. Suuret asennustekniset muutokset revisioi toteutuspiirustuksiin rakennuttaja, joka teettää revision suunnittelutoimistolla. Pienet muutokset ja TAS-menettelyt merkitsee tarkekuvasarjaan urakoitsija tapauskohtaisesti. Toteutusta palvelevien dokumenttien pitää noudattaa ST-korttia 13.28. [12.]

Toteutuskuviin täydennetyistä muutoksista syntyy muutoskuvat työn teon aikana, näitä kuvia kutsutaan tarkekuviksi. Toteutuskuvioiden ajantasaisuuden eli revisioiden laadinnasta vastaa kyseinen urakoitsija sekä urakoitsijan valvonnasta pääurakoitsija. Tarkekuvien dokumentoinnissa tulee käyttää samoja standardeja kuin sähköasennusten suunnittelussa. Standardi SFS 6000 kohdissa 514.5.1 ja 514.5.2 on kirjoitettu seuraavasti sähköasennusten dokumentoinnista:

”514.5.1 Sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenevät erityisesti seuraavat tiedot:

- virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspiirien 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.

514.5.2 Käytettyjen piirrosmerkkien on oltava standardisarjan

SFS-IEC 60617 (julkaistu SFS-käsikirjana e510) mukaisia tai muuten yksiselitteisiä”. Oheisten tietojen tulee olla käytettävissä kaikista sähköteknisistä piireistä. Tarkekuvat tulee päivittää jokaisen muutoksen jälkeen. [14, s. 1]

Urakoitsijalla on oltava hallussaan vähintään kaksi piirustussarjaa, joista toinen on tarkoitettu toteutukseen ja toinen muutosten päivittämiseen tarkekuviin. Jotta tarkekuvat

pysyvät ajantasaisina, tulee jokaisen muutosrevision jälkeen päivittää tarkkeet uusiin revisioituihin toteutuskuviin. Tarkkeiden merkintä sopii parhaiten asennusryhmän edustajalle eli kärkimiehelle. Tarkkeista pitää luoda erillinen luettelo ja luettelon merkinnästä pitää pystyä paikantamaan toteutuskuvasta kyseinen muutos. Kärkimiehen tehtäviin kuuluu pitää työmaapäiväkirjaa, johon merkitään tarkemuutokset. Tarkekuvia merkittäessä tärkein asia on luettavien dokumenttien ja toteutuspiirustusten piirrosmerkkien käyttäminen, jotta luovutuspiirustusten laatija saa tarkekuvista selvää. Todennäköisesti toteutuskuvien laatija laatii myös luovutuspiirustukset [14]. Urakan valmistuttua urakoitsija luovuttaa kaikista tekemistään muutoksista tarkekuvasarjan luovutuspiirustusten laatijalle. [12, s. 27.]

3.4 Revisioiden hallinta projektinjohtourakassa

Sähköurakoinnissa syntyy väistämättä projektin koosta riippumatta revisioita alkuperäisiin tai jo revisioituihin suunnitelmiin. Yleisin syy revisioinnille on tilaajan tai loppukäyttäjän lähtötietojen muutos tai jokin haluttu lisätyö. Revisiointivastuu kuuluu sähkösuunnittelijalle, jonka tehtävä on esittää revisioidun kuvan kansilehdellä muutosrevision tiedot sekä symboloida revisio tasopiirustukseen, jotta urakoitsija pystyy suorittamaan työn käytännön tasolla. Revisiointitapoja on monia ja sähkösuunnittelijan tulee dokumentoida revisiot tavalla, jolla urakoitsija, rakennuttaja ja tilaaja pystyvät tarkastamaan revisioiden ajantasaisuuden.

Sähkösuunnittelijan ja urakoitsijan työnjohdon kommunikoinnin pitää olla saumatonta revisiosuunnitelmien hallinnassa. Heidän pitää kehittää toimintatavat, joilla revisiosuunnitelmat kulkeutuvat ajantasaisesti suunnittelijalta urakoitsijan työnjohdolle. Suunnitelmien siirtymisen tällä välillä pitää olla myös ajantasaista ja mahdollisimman nopeaa, sillä projektin edetessä voi syntyä asennusteknisiä haasteita, joiden johdosta työtä ei voi suorittaa urakkaluontoisesti tai saati ollenkaan.

Nykyaikainen tekniikka projektipankkien suhteen tarjoaa entistä paremmat mahdollisuudet projektien hallintaan. Projektipankkien suunnitelmien hallinta pysyy ajantasaisena ja digitaalisessa muodossa. Sammalvuoren varikkourakan sähköurakassa sähköurakan projektinjohto otti projektin hallintatyökaluksi Sokopro. Sokopro sisältää kaikki asennustekniset suunnitelmat. Työnjohto ohjeisti työkuvien suunnittelijaa Veikko Vahvaselkää

tallentamaan jokaisen muutosrevision Sokoprohon. Työnjohto asetti Sokoprohon asetuksen, jolloin jokainen tallennettu muutos tai suunnitelmallisäys toimitetaan kahtena kopian suoraan työmaalle kopiolaitoksen toimesta. Sähköurakan työnjohto kokee tämän välttämättömäksi toimeksi projektin ajantasaisen hallinnan kannalta.

Revisiosuunnitelman saapuessa urakoitsijan kärkimiehen tulee ottaa vastaan uusi revisiosuunnitelma ja suunnitella revision toteuttaminen. Hyvä tapa pysyä asennusten muutosten hallinnassa ajan tasalla on revisiosuunnitelman lokeroiminen samaan paikkaan aikaisempien asennuspiirustusten kanssa ja tarkastella töiden edistymistä aikaisempien kuvien merkintöjen avulla. [1.]

3.5 Työnaikaiset mittaukset

Tilaaajan vaatimusten mukaan maanpäällisiin rakennuksiin asennetaan maadoituselektrodi joko rakennuksen perustuksien valuun tai rakennuksen ympärille. Maadoituselektrodista mitataan silmukkavastus eli resistanssi. Resistanssimittauksen mittaustulos varmentaa maadoituselektrodin jatkuvuuden. Mittaus suoritetaan kolme kertaa tuloksen oikeellisuuden varmistumisesta. [18.]

Lämmityskaapelien mittaukset tulee suorittaa ennen niiden kytkemistä ryhmäjohtoihin. Lämmityskaapelit, jotka asennetaan betonivaluun, mitataan ennen valua ja valun jälkeen. Tällä mittausmenetelmällä halutaan varmistaa ennen sähkön kytkemistä päälle, että lämmityskaapeli ei ole vaurioitunut valun aikana. Kuvassa 3 lämmityskaapelit asennettuna ennen valua. Lämmityskaapeleille suoritetaan resistanssimittaus ja eristysvastusmittaus. Pöytäkirjasta tulee käydä ilmi raja-arvot mittauksille, mittaajan nimi ja päivämäärä suoritetuille mittauksille. Lämmityskaapelit valokuvataan, jotta voidaan todentaa asianmukainen asennustapa ennen valua. Lämmityskaapelien mittauspöytäkirjat ja valokuvat dokumentoidaan tietoportaaliiin.



Kuva.3 Henkilökunnan sisäänkäyntirakennuksen sisäänkäyntiluiskan lämmityskaapelit.

3.6 Huoltokirja

Huoltokirjan dokumentaatio tehdään kaikista rakennuskohteen sähköteknisistä laitteistoista ja järjestelmistä. Sammalvuoren varikkourakassa urakoitsija kerää ennen asennustöiden aloitusta sähköjärjestelmistä tarvittavat tekniset erittelyt, CE-merkin tiedot ja muut tilaajan vaatimat materiaalitodistukset hyväksytykseen tilaajan vaatiman käytännön mukaan. Hyväksytyskäytännöstä johtuen huoltokirja-aineiston materiaaleja kertyy urakoitsijalle ennen töiden aloitusta. Huoltokirja tulee laatia kaikille sähkölaitteistoille ja järjestelmille. Huolto-ohjelman laatiminen kuuluu sähkölaitteiston haltijalle. Huoltokirja on

riittävä aineisto kaikille sähkölaitteistoille, jotka eivät ole luokkien kaksi tai kolme laitteistoja. Urakoitsija on velvollinen laatimaan hankkeesta huoltokirjan. Urakoitsija ei ole velvollinen laatimaan hankkeen huolto-ohjelmaa. [14.]

Sähköturvallisuuslaissa 1434/2016 vaaditaan, että sähkölaitteistosta on laadittu rakentamista, käyttöä ja hoitoa palvelevat kaaviot ja ohjeet. Huoltokirjan aineiston tulee sisältää seuraavat dokumentit: varaosaluettelo huoltomateriaaleista, teknisten järjestelmien paikantamispiirustukset, tietoportaaliiin tallennetut materiaalitodistukset. Huoltokirjan huolto- sekä käyttöohjeista tulee ilmetä valmistajan nimi, edustajan nimi, takuutodistukset, turvaohjeet, tekniset tiedot, asennusohjeet, käyttöohjeet, toimintaselostus, sisäiset kytkentäpiirustukset ja säätö- ja asetteluarvot. Huoltokirjan sisällön laajuuden on vastattava käyttö- ja huolto-ohjeiden tarpeita. Huoltokirjaan tulee sisällyttää järjestelmäkohtaiset valmistajan ja laitetoimittajan huolto ja ylläpito-ohjeet sähkölaitteiston haltijalle huolto-ohjeen laadintaa varten. [12; 13; 17.]

Mikäli jokin urakoitsijan toimittama järjestelmä sisältää useita erillislaitteita, tulee urakoitsijan tilaajan vaatimuksen mukaan laatia yleiskäyttöohje järjestelmän erillislaitteiden yhteiskäytöstä, mikä sisältää yksittäisten laitteiden käyttöohjeet. Sammalvuoren varikon sähköurakan huoltokirjan dokumentaatiota tallennetaan tilaajan tietoportaaliiin urakan aikana hankintojen mukaan. Tilaajan vaatimus on, että urakoitsija rakentaa huoltokirjasta pdf-aineiston sisällysluettelolla varustettuna. [12.]

3.7 Käyttöönottomittaukset ja koestukset

Kaikki sähköasennukset on koestettava ja käyttöönottomittattava ennen käyttöönottoa. Sähköjärjestelmien käyttöönottomittauksissa tehdään ensiksi mittaukset jännitteettömälle järjestelmälle. Jännitteettömänä tehtäviä mittauksia ovat suojajohtimen jatkuvuusmittaus, eristysresistanssimittaus ja SELV- ja PELV-piirien suojaerotusmittaus. [19.]

Suojajohtimen jatkuvuusmittaus tehdään kaikille laitteille ja laitteistoille. Jatkuvuus pitää todeta piirin jokaiselta laitteelta eikä vain viimeiseltä. Suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa ei ole tavanomaista, että suojajohdinta tarvitsisi ottaa irti. Mittaus haarukoidaan niin, että mitattava suojajohdin ei saa olla yhdistettynä N-johtimeen missään mittauspiirin

kohdassa. Luonnollinen mittaustulos on 0–2 ohmia. Joissain erityistapauksissa voidaan yli 2 ohmin tulosta pitää oikeellisena mittaustuloksena. [19.]

Eristysresistanssimittauksessa varmistetaan kaapeleiden eristykset siltä varalta, että läpilyönti tai oikosulku vaaraa ei ole. Mittaus suoritetaan jokaisen vahvavirta-, voimavirta- ja suojajohtimen väliltä. Eristysresistanssimittaus suoritetaan tavanomaisesti 500 V:n jännitteellä ja mittaustuloksen tulee olla yli 1 Mega-ohmi. Ennen mittauksen aloittamista kannattaa ylijännitteille alttiit laitteet kytkeä irti piiristä. Eristysresistanssimittauksen mittaustuloksia tulkitaan SFS 6000-6-61 taulukosta. Tilaajan erityisvaatimus on, että kohteen lämpötila merkitään pöytäkirjaan. [10.]

Vikapiirien mittauksessa impedanssi mitataan poiskytkentäehdon täyttymiseksi pisimmältä ryhmäjohdolta, jotta varmistetaan johdonsuojan tai sulakkeen toiminnan täyttymisestä. Pisimmän ryhmän poiskytkentäehdon varmistuessa jokaiselta keskusalueelta ja jokaiselta kaapelin poikkipinnalta kerrallaan voidaan lyhyemmät ryhmäjohto jättää mittaamatta. Mittauksissa noudatetaan standardin SFS 6000-6-61 poiskytkentäehtoja. Vikavirtasuojat testataan, laukaisuaikat dokumentoidaan ja laukaisuaikoja vertaillaan kansallisiin raja-arvoihin. Vikasuojauksen tehon mittauksessa tulee varmistua, että piirin teho riittää laukaisemaan vikasuojauksen SFS 6000-4-41 mukaan. [10; 18.]

Sähköurakoitsijan tulee koestaa moottoreiden lämpöreleet ja lämpösuojat. Releiden vaiheet kytketään sarjaan ja koestetaan koestimella 1,5 x asetteluvirta. Releiden laukaisuarvoja vertaillaan ilmoitettuihin laukaisukäyriin ja vialliset vaihdetaan. [10.]

Järjestelmien ryhmäkaapeleille tehdään kaikki tavanomaiset käyttöönottomittaukset. Järjestelmät saattavat sisältää yksilöllisiä järjestelmäkohtaisia mittauksia, jotka varmentavat järjestelmän käyttöönottoa ja toimivuutta. Laitetoimittaja tai -valmistaja on sisällyttänyt nämä mittaukset järjestelmän huolto-, käyttöönotto- tai tarkastusohjeisiin. Kaikki mittaus- ja koestusdokumentit dokumentoidaan tilaajan vaatimalla tavalla.

3.8 Käyttöönottotarkastukset

Käyttöönottotarkastuksissa tarkastetaan kaikkien teknisten järjestelmien toiminta loppukäyttöä ajatellen. Käyttöönottotarkastuksia tehdään vaiheittain järjestelmä kerrallaan.

Jokaisen järjestelmän käyttöönotosta tehdään tarkastuspöytäkirja mikä todentaa järjestelmän oikeellisen toiminnan. Käyttöönototarkastus voidaan suorittaa vasta sitten, kun voidaan olla varmoja, että tarkastuksesta ei aiheudu vaaraa tai häiriötä. Vasta sitten kun kaikki järjestelmän osat on käyttöönotettu, voidaan järjestelmä ottaa lopulliseen käyttöön. Käyttöönototarkastuspöytäkirjat tulee laatia ST-kortiston lomakkeelle. Pöytäkirjat dokumentoidaan luovutusmateriaaliaineistoon. Tilaaja vaatii laadunvarmistamiseksi, että urakoitsijan tulee tehdä itselleluovutustarkastus kaikista urakoitsijalle kuuluvista järjestelmistä. Vasta itselleluovutustarkastusten jälkeen voidaan aloittaa yhteiskoekäytöt ja tehdä käyttöönototarkastukset. Käyttöönototarkastusta varten urakoitsija luovuttaa tarkastuksen tekijälle kohteen huoltokirjan, luovutuspiirustukset, mittaustulokset ja kaikki muut dokumentit, jotka vastaavat valmiita asennuksia. Erityistä huomiota on kiinnitettävä henkilöturvallisuutta palveleviin järjestelmiin esimerkiksi paloilmoitus-, turvavalaistus-, varavoimavalaistus ja savunpoistojärjestelmä. Muista järjestelmistä poiketen paloilmointijärjestelmästä tehdään asennustodistus projektiin hyväksytyyn paloilmointiliikkeen toimesta ennen itselleluovutus- ja käyttöönototarkastusta. [12; 15.]

Itselleluovutustarkastukset eli oman työn tarkastukset pitävät pääosin sisällään aistinvaraistatarkastusta asennettujen järjestelmien asennusteknisestä siisteydestä ja määräysten mukaisuudesta. Itselleluovutusvaiheessa ei käsitellä järjestelmien mittaustuloksia. Urakoitsija tarkastaa ensin itsenäisesti työn jäljen, minkä jälkeen tilaajan sähkövalvoja tarkastaa asennukset silmämääräisesti tilaajan edun mukaisesti. Sammalvuoren varikourakassa sähköurakoitsija käyttää itselleluovutustarkastuksen puutteiden dokumentointiin Congrid-järjestelmää. Congridiin on ladattu sähkötekniset piirustukset ja soveluksen avulla urakoitsijan edustaja ja tilaajan valvoja pystyvät vuorollaan tallentamaan asennusteknisistä puutteista, jotka järjestelmän toiminnalla pystytään suoraan osoittamaan asennusryhmälle. Puutteet korjattuaan asennusryhmä ilmoittaa korjauksesta esimiehelleen ja tämä tarkastaa tilaajan edustajan kanssa, onko puute korjattu vaaditulla tavalla. Puutteiden korjaukset tarkastaa sähkövalvoja, joka puutteen ollessa kunnossa antaa hyväksynnän. Urakoitsijan edustaja täyttää itselleluovutuspöytäkirjan yhtiön laatimaan pöytäkirjaan. [1.]

Käyttöönototarkastuksen mittaus- ja tarkastusdokumenteista tulee laatia tarkastusasiakirja. Tarkastusasiakirjasta on selvittävä määräysten ja standardien mukaisten vaatimusten täytyminen mittausten osalta, jotka todentavat luovutuspiirustuksia.

Tarkastusasiakirjan tulee sisältää dokumentit, joista pystytään todeta, että verkkoa koskevat piirustukset on tarkastettu. [13, s. 5]

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta on käytävä ilmi seuraavat tiedot:

- Kohteen yksilöintitiedot.
- Sähköurakoitsijan ja sähkötöiden johtajan nimi.
- Sähkölaitteistojen määräysten mukaisuus.
- Käytetyt standardit.
- Standardipoikkeamista tehty selvitys.
- Yleinen selonteko tarkastusmenetelmistä.
- Tarkastus- ja testaustulokset.
- Tarkastusentekijän varmennus pöytäkirjaan. [18]

3.9 Varmennustarkastukset

Sammalvuoren metrovarikon laajuudesta johtuen varikkourakan sähköurakan varmennustarkastus tulee teettää ulkopuolisella, urakoitsijasta riippumattomalla kolmannen osapuolen tarkastajalla tai tarkastuslaitoksella KTM:n 517/1996 sähkölaitteistojen käyttöönotossa luvun 2 mukaan [12, s.24; 5]. Ennen varmennustarkastuksen suorittamista tulee urakoitsijan tehdä itselleluovutus- ja käyttöönottotarkastukset [10]. Paloilmoitinjärjestelmälle on myös tehtävä varmennustarkastus. Varmennustarkastuksen paloilmoitinjärjestelmälle voi suorittaa vasta, kun paloilmoitinliike on tehnyt asennustodistuksen järjestelmästä. Varmennustarkastuksen tarkastajana on kolmannen osapuolen tarkastaja ja häntä avustaa paloilmoitinliikkeen edustaja [15, s. 6]. Varmennustarkastuksen yhteydessä urakoitsijan tulee luovuttaa kaikista tekemistään tarkastuksista allekirjoitetut pöytäkirjat rakennuttajalle ja tilaajan sähkövalvojalle. [10.]

3.10 Vastaanottotarkastus

Kaikki tarkastuspöytäkirjat ja mittauspöytäkirjat tulee toimittaa tilaajalle ennen vastaanottotarkastusta [12, s.23]. Vastaanottotarkastuksessa urakoitsija luovuttaa kohteen rakennuttajalle. Tarkastuksessa katselmoidaan, että urakoitsijan työn jälki on sopimusperiaatteiden mukainen. Vastaanottotarkastuksesta laaditaan dokumentaatio, josta ilmenee puutteet ja puutteiden korjausaika. Kyseisen urakan urakoitsijalla sekä rakennuttajalla, kummallakin osapuolella on oikeus pyytää vastaanottotarkastuksen pitämistä, mikäli mahdollisten puutteiden korjaaminen ennen vastaanottotarkastusta on mahdollista. Pyyntö on oltava kirjallinen ja vastaanottotarkastuspyynnön jälkeen tarkastus on suoritettava enintään 14 päivän kuluessa pyynnöstä. Rakennuttaja voi määrätä yksimielisesti tarkastuksen pitopäivän. Urakoitsijan vastuulla on huolehtia, että rakennusurakka on sopimusten mukaisessa valmiudessa. Viimeistelytyöt, jotka eivät haittaa lopputuotteen käyttöönottoa eivät estä vastaanottotarkastuksen pitämistä. Vastaanottotarkastuspöytäkirjasta on ilmentävä sopimustekniset vaatimukset ja toimenpiteet, jotta urakka voidaan luovuttaa vaaditulla tavalla. Vastaanottotarkastuspöytäkirjasta tulee ilmetä muiden tarkastusten mahdolliset puutteet. [20.]

3.11 Luovutuspiirustusten laadinta tarkekuvien pohjalta

Sähköurakoinnin tarkekuvat luovutetaan hyväksyttäväksi kohteen sähkövalvojalle, joka toimii tilaajan edunvalvojana koko projektin läpi. Sähkövalvojan hyväksytyä tarkekuvat tulee tarkekuvat toimittaa suunnittelijalle, joka piirtää tarkekuvat puhtaaksi. Näistä syntyy kohteen loppukuvat. Luovutuspiirustusten laatija laatii luovutuspiirustuksiin kaikki toteutuspiirustusten tekijän tekemät muutokset tilaajan vaatimalla tavalla. Kaikki luovutuspiirustukset merkitään urakoitsijan yhteystiedoilla, joka allekirjoituksellaan piirustusluetteloon vahvistaa vastuun asennustöistä. Urakoitsija toimittaa luovutuspiirustusten laatijalle sähköisessä dwg-muodossa seuraavat järjestelmät: paloilmoinjärjestelmän johdotuspiirustus osoitteilla ja positioilla, yleiskaapeloinnin tasopiirustukset kojekohtaisilla numeroineilla, turva- ja merkkivalaistuksen kaapelointikuva valaisinpositioilla ja osoitteilla. Tilaaja vaatii, että luovutuspiirustukset sisältävät seuraavat sähkötekniset asiat:

- sähköjakelun ja moottorien ylikuormitussuojien koestustaulukot keskuskohtaisesti

- järjestelmiin sisältyvien takuuajan huoltojen huoltosopimusjäljennökset.
- sähköselostus mahdollisine lisälehtineen.
- sähköselostuksen eri kohdissa erikseen mainitut muut piirustukset.
- alkuperäiset tarkastuspöytäkirjat.
- alkuperäiset mittauspöytäkirjat ja todistukset järjestelmäkohtien vaatimusten mukaisesti.
- asennustodistus palonkestävistä asennuksista.
- paloläpivientien tarkastustodistus. [12.]

4 Dokumentaation hallinta

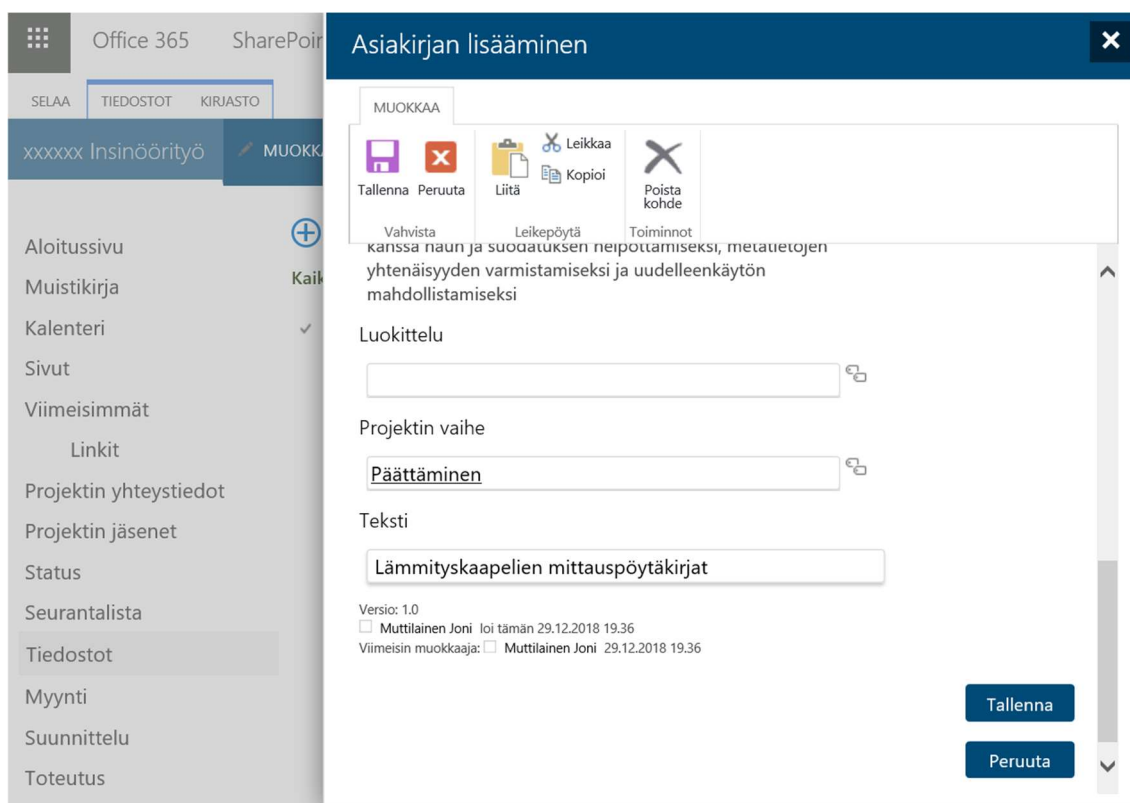
4.1 Dokumentaation hallinta

Dokumentaation hallinta tulee pitää ajantasaisena läpi urakan eri vaiheiden. Dokumentoitavaa materiaalia, joka luovutetaan tilaajalle työn laadullisen toteutumisen tai määräysten mukaisen toteutumisen suhteen, syntyy niin urakan alkupuolella kuin loppupuolellakin. Urakoitsija vastaa töidensä dokumentoinnista ja vaadittavien huolto- tai käyttöohjeiden hankkimisesta tai laatimisesta. Rakennuttaja on pääasiallisessa vastuussa urakoitsijoidensa asianmukaisesta dokumentoinnista.

Dokumentaation laatiminen asianmukaisille dokumentaatiopohjille kuuluu urakoitsijan tehtäviin. Asianmukaisia ja vaatimukset täyttäviä dokumentaatiopohjia niin sanotusti vähimmäisvaatimuksilla, jotka täyttävät standardit ja hyvän dokumentaation perustan, on saatavilla esimerkiksi ST-kortistosta aihepiirikohtaisesti. Suureksi luettavilla sähköalan urakointiyrityksillä kuten Aro Systemsillä on yleisesti ottaen yrityksen omat dokumentointipohjat tarkastus- ja mittauspöytäkirjoista, jotka on laadittu noudattaen kyseisen alan vähimmäisvaatimuksia ja standardeja. Sammalvuoren varikkourakan vaatimuksissa on vaadittu, että käyttöönottopöytäkirja täytetään ST-kortiston dokumentointipohjaan. Mittauspöytäkirjojen tulokset kirjataan Aro Systemsin dokumentointipohjiin tilaajan sähkövalvojan myönnytyksellä. [21.]

Dokumentoinnin hallinnassa yhtiökohtaisesti on eroja. Yrityksillä saattaa esimerkiksi olla käytössään verkkolevyjä, joihin yrityksen ohjeistuksen mukaan tallennetaan dokumentaatiota projektin aikana ja näin varmistetaan dokumentaation säilyminen ja hallinta. Urakan kannalta oleellisten asiakirjojen tallentaminen yrityksen käyttämään alustaan auttaa projektinjohdon organisaatiota dokumentaation hallinnassa. Tämä korostuu etenkin ongelmatilanteissa, jolloin dokumentaatio on yrityksen käytössä projektikohtaisesti yrityksen käyttämässä alustassa. Mikäli dokumentaatio on tallennettu jonkun yrityksen työntekijän päätelaitteella, voi kyseisen dokumentin löytäminen olla haasteellista tai jopa mahdotonta.

Aro Systems käyttää Sharepoint-alustaa sisäiseen tiedonkulkuun ja dokumentoinnin hallintaan yrityksen sisällä. Sharepoint-alustaan määritellään projektikohtaisesti dokumentaation hallinta. Dokumentaation hallinnassa dokumentit yksilöidään metatiedon perusteella, jolloin se tallentuu projektin vaiheen mukaisesti ja on näin selkeästi hallittavissa sekä löydettävissä. Kaikki luovutusaineistoon liittyvä dokumentaatio tallennetaan metatiedolle projektin päättäminen, jolloin tilaajalle kuuluva dokumentaatio on selkeästi löydettävissä [7; 23.]. Kuvassa 4 on esitetty metatiedon lisääminen dokumentaation ja nimeäminen yksilöidysti Sharepoint-alustassa.



Kuva.4 dokumentaation tallentaminen sharepointtiin.

4.2 Sähköinen dokumentointi tietoportaaliiin

Luovutusmateriaaliaineiston dokumentaatiota hallitaan koko urakan ajan keräämällä aineistoa projektinluonteesta riippuen. Luovutusmateriaalien laatu, sisältö ja laajuus vaihtelevat projektikohtaisesti, sillä projektien vaatimustaso ja laajuus määrittävät yksilöidysti luovutusmateriaaliaineisto kokonaisuuden. Pienissä hankkeissa syntyy kourallinen materiaaleja, joista tilaajalle lähinnä luovutetaan tasopiirustukset ja muutaman laitteen huolto-ohjeet. Pienet hankkeet ovat murto-osa suurista infrahankkeista, joissa luovutusmateriaali dokumentaatiota voi ilmaantua lähes päivittäin. Suurissa hankkeissa erilaiset järjestelmäkokonaisuudet ja laajat materiaalit tarpeet tekevät niiden dokumentaation hallinnasta vaativampaa ja tämän vuoksi projektinhallinnan tueksi on kehitetty projektipankkeja. Projektipankilla tarkoitetaan internetissä olevaa dokumentointiin tarkoitettua varastoa. Projektipankissa projektikohtaisia yksilöllisiä käyttäjätunnus- ja käyttöoikeuksia sekä käyttöön ja tallentamiseen liittyviä oikeuksia hallitsee yleisesti ottaen tilaaja-osapuolen edustaja, joka jakaa oikeuksia tarpeiden mukaan projektissa mukana oleville henkilöille. Pankin

käyttölaajuuden projektin mukaan määrää pankkia käyttävän yrityksen asema projektissa sekä pankin käyttötarkoitus projektin yrityksille. Tämä tarkoittaa sitä, että yksi yritys voi hallinnoida projektipankkia sekä jakaa oikeuksia tarpeen mukaan aliurakoitsijoille tai sitä, että kyseinen yritys ottaa käyttöön projektinhallintatyökalun pelkästään omiin tarpeisiinsa. Hallittavaa dokumentaatiota voi esimerkiksi olla suunnittelunohjaus, suunnittelu, suunnittelumuutokset, sopimusasiakirjat tai kokouspöytäkirjat. [24.]

Aro Systems otti käyttöönsä Sammalvuoren varikolla projektinjohtourakan hallintatyökaluksi Suomen johtavan projektipankin Sokopron. Sokoprolla hallitaan projektin dokumentaatiota. Aro Systemsin pääasiallinen tarkoitus Sokopron käyttöön on suunnittelunohjaus sekä suunnitelmien hallinta projektinjohtourakan aikana. Aro Systems hallinnoi Sammalvuoren varikkourakan projektinjohtourakan omaa osuuttaan ja tällöin koordinoi projektipankin välityksellä suunnittelunohjausta ja suunnittelua aliurakoitsijoilleen kaikilla talotekniikan aloilla. Projektipankin käyttäminen Sammalvuoren varikkourakassa on koettu projektin laajuuden vuoksi erittäin tarpeelliseksi tai jopa välttämättömäksi projektin onnistumisen kannalta. [1.]

Sammalvuoren varikkourakassa tilaajan tarkastettavaksi ja tilaajalle luovutettavaksi annettava materiaali siirretään tilaajan hallinnoiman sähköisen projektipankin välityksellä. Tilaajan projektipankkia kutsutaan nimellä tietoportaaali. Tietoportaalista tilaajan edustaja tarkastaa ja kommentoi aineistoa. Dokumentaatiota muokataan ja tallennetaan niin monta kertaa tietoportaaliiin, kunnes se on viimeistelty ja hyväksytty tilaajan edustajan toimesta. Sähköurakoitsija toimittaa tarvittavat sähkötekniset tiedot LVI-huoltokortistoon konekortteja varten.

Tarkastusasiakirja on tietoportaaliiin osa, johon tallennetaan dokumentaatiota suorite-
tuista tarkastuksista ja laatudokumenteista. Luovutusmateriaaliaineisto tallennetaan tietoportaaliiin kokonaisuudessaan urakan päätyttyä. Tilaaja on vaatinut, että urakoitsija ko-
koaa huoltokirjasta aineiston sisällysluettelolla varustettuna. [12, s.29; 21; 25.]

Tilaajan hyväksyttyä luovutuspiirustukset tulee urakoitsijan tallentaa aineisto tietoportaa-
liin pdf- ja dwg-muotoisina. Allekirjoitetut tarkastus- ja mittauspöytäkirjat luovutetaan ti-
laajalle tietoportaaliiin kautta. Tallentamisen lisäksi urakoitsija on velvollinen luovutta-
maan kolme paperista sarjaa A4-kokoisena rakennuttajalle. Sen lisäksi urakoitsija

toimittaa jokaiseen pääkeskushuoneeseen ja valvomoon yhden paperisen luovutuspiirustus sarjan. Luovutusdokumentaation yhteydessä urakoitsija on velvollinen toimittamaan tilaajalle laatimastaan huoltokirja-aineistosta kolme paperista kopiosarjaa. Urakoitsijan tulee tallentaa mittaus-, tarkastuspöytäkirjat ja takuutodistukset viimeistään kaksi viikko ennen vastaanottoa ja näiden dokumenttien tulee olla hyväksytyt tilaajan puolesta.

Luovutusdokumentaation yhteydessä luovutetaan kolme paperiversiota asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeita. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeiden tulee olla suomenkielisiä ja ne on laadittava jokaisesta asennetusta järjestelmästä. Urakoitsija toimittaa kaikkiin sähkökeskustiloihin kovakantisen ja kaksilokeroisen muovitaskun seinään kiinnitettynä. Muovitaskun tulee sisältää kyseisen keskuksen keskuspiirustukset, tasopiirustukset, joita keskus palvelee sekä keskuksen huolto-ohjeet. [12; 13.]

5 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä käsiteltiin projektinjohtourakan vastuita projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta. Projektinjohtourakka urakkamuotona on todella laaja ja työskentely projektinjohtourakoitsijan alaisuudessa osoitti kyseisen urakkamuodon haasteet. Projektinjohtourakassa tilaajalta urakoitsijalle siirtynyt suunnittelunohjaus- ja suunnittelun hankintavastuut osoittivat urakkamuodon laaja-alaisen vastuun. Projektinjohdolliset tehtävät vaativat urakoitsijalta perinteisiin urakkamuotoihin verrattuna huomattavasti vahvemman projektiorganisaation. Sammalvuoren varikkourakka tarjosi kokonaisuutena malliesimerkin projektinjohtourakasta. Työ keskittyi sähköurakan luovutusmateriaalien laadintaan mutta projektinjohtourakan prosessi luovutusmateriaalien rakentumisen puolesta soveltuu sovelletusti näiltä osin myös muille talotekniikan aloille.

Luovutusmateriaalien laatiminen alkoi käytännön tasolla projektinjohtourakoitsijan osalta huomattavasti aikaisemmin perinteisiin urakoihin nähden. Projektinjohtourakan vastuu suunnittelunohjauksesta toi urakoitsijan mukaan materiaalien ja käytettävien dokumenttien laadintaan hyvinkin aikaisessa vaiheessa hanketta. Luovutusmateriaaliaineiston laadinta etenee projektinjohtourakassa vaihe vaiheelta toteutusta kohti, jonka jälkeen aineisto laaditaan luovutuskuntoon tilaajalle ja loppukäyttäjälle.

Luovutusmateriaaliaineiston rakentuminen kulkee projektinjohtollisesti koko projektiorganisaation hierarkian läpi projektin aikana.

Projektinjohtourakka korostaa projektinjohtourakoitsijan vastuuta hankkeen onnistumisesta ja hankkeen läpi viemisestä. Suunnittelunohjauksen hallinta korostui yhdeksi keskeiseksi asiaksi projektinjohtourakan tehtävistä. Suunnittelijoiden pitäminen ajan tasalla tilaajan tai loppukäyttäjän antamien lähtö- tai muutostietojen osalta osoittautui tärkeäksi perustaksi onnistuneen toteutuksen saavuttamiseksi. Projektinjohtourakoitsijan on varmistettava saumaton tiedonkulku suunnittelijoiden välillä. Revisioiden luotettavan hallinnan tärkeyttä ei voi yli korostaa. Projektinjohtourakassa suunnittelunohjauksen hyvä puoli on toteutusta palvelevien tietojen suurempi kulkeutuminen suunnittelijan pöydälle, tällä tavoin pystytään teettämään parempia ja tarkempia suunnitelmakokonaisuuksia. Projektinjohtourakan laajuus tuo mukanaan epäselviä vastuualueiden rajapintoja jotka voivat pahimmassa tapauksessa jättää aukkoja suunnitteluun ja toteutukseen.

Tätä päivää olevat projektipankit ovat yleistyneet vahvaksi osaksi suurien hankkeiden projektinhallintaa. Projektipankit ovat ehdoton työkalu nykyajan luovutusmateriaalien laadintaa suurissa hankkeissa. Luovutusmateriaalien hallinta ja laajuus sähköisen dokumentoinnin tullessa osaksi projektien hallintaa on vienyt dokumentoinnin väistämättä palvelinalustoille.

Projektipankkeja on kehitetty yritysten tai organisaatioiden käyttöön viime vuosina räätälöidysti eri toimijoiden puolesta. Projektipankkien vaihtuvuus projektikohtaisesti oli syy, jonka vuoksi en avannut Sokopro:n tai tietoportaalin toimintaa kyseisten ohjelmien käytöstä käytännön tasolla.

Alkuperäinen suunnitelmani oli, että insinööryö sisältäisi projektinjohtourakan luovutusmateriaalien laadinnan lisäksi käyttöliittymäomaisen sähköisesti automatisoidun huoltokirjan. Kohdassa 5.2 on esitetty, että urakoitsijan tulee rakentaa sisällysluettelollinen pdf-kokonaisuus huoltokirjasta. Idea olisi varmasti ollut varsin toimiva mutta yhteensopivuus tietoportaalin toiminnan kanssa olisi tuskin onnistunut tässä tapauksessa tietoportaalin valmiin rakenteen vuoksi. Tietoportaaali ei ole ainoa laatuun sähköisissä projektinhoito-

ja huoltopankeissa ja tämän vuoksi oli kyseenalaista kannattaako rakentaa sähköisesti automatisoitua huoltoaineistoa, joka ei välttämättä olisi yhteensopiva erilaisten projektipankkien kanssa. Tilaaja itse määrittelee, miten se haluaa hallita luovutusdokumentaatiota ja huoltokirjan ylläpitoa nykyhetken projektipankkien kautta. Sähköisesti automatisoitu huoltokirja ei palvele tällä hetkellä suurhankkeita, joiden parissa työskentelen.

Projektinjohtourakan haasteiksi koen erityisesti sen laajuuden tuomat ongelmat. Revisioidin hallinnan onnistuminen ei välttämättä ole niin yksiselitteistä projektinjohtourakoitsijan hoitaessa laajemman käytännön mukaisia vastuita. Luovutusmateriaaliaineiston lopullinen rakentuminen korreloituu vahvasti näiden asioiden onnistumisesta. Onnistuneessa suunnittelunohjauksessa toteutusta palvelevien suunnitelmien teettämällä voidaan edesauttaa luovutusmateriaaliaineiston laadullista ja ajallista rakentumista.

Lähteet

- 1 Kitusuo, Jussi. 2018. Projektijohtaja, Talotekniikka projektit, Aro Systems Oy, Helsinki. Keskustelu 18.10.2018.
- 2 Yrityksemme, 2018, Aro Systems. Verkkodokumentti. <https://www.arosystems.fi/yrityksemme/>. Luettu 27.10.2018
- 3 Tietoa hankkeesta. 2018. Länsimetro. Verkkodokumentti. <https://www.lansimetro.fi/tietoa-hankkeesta/>
- 4 Huusela, Tommi. 2018. Projektipäällikkö, Projektit sähköurakointi, Aro Systems Oy, Helsinki. Keskustelu 8.11.2018.
- 5 Toiminnalliset ja tekniset lähtökohdat Sammalvuoren varikkourakka, Länsimetro, Julkaistu 4.12.2015
- 6 Projektinjohtourakan urakkaohjelma, Sammalvuoren varikkourakka, Länsimetro 19.1.2016.
- 7 Aro, Jani. 2018. Tuotantopäällikkö, sähköurakointi, Aro Systems Oy, Helsinki. Keskustelu 9.11.2018.
- 8 Pehdytysmateriaali, TYL Sammalvuori.
- 9 Laadunvalvonta tiedostojen nimeäminen, Sammalvuoren varikkourakka, Länsimetro.
- 10 Merkintä-, koestus-, käyttöönotto- ja varmennustarkastusohje, Sammalvuoren varikkourakka, Länsimetro 24.11.2017.
- 11 Sähkötieto, Verkkodokumentti. <http://www.sahkotieto.fi>
- 12 Sähköselostus, Sammalvuoren varikkourakka, Länsimetro 26.10.2018.
- 13 Sähköinfo Oy, ST kortisto, ST 13.30.
- 14 Sähköinfo Oy, ST kortisto, ST 13.32.
- 15 Sähköinfo Oy, ST kortisto, ST 13.28.
- 16 Sähköinfo Oy, ST kortisto, ST 14.

- 17 Suomen rakennuttamismääräys kokoelma a4 2000, Verkkodokumentti. 16.2.2000.
- 18 SFS online, sfs 6000-6, Verkkodokumentti.
- 19 Sähköinfo Oy, ST kortisto, ST 33.
- 20 Yse 1998, rakennusurakan yleiset sopimusehdot.
- 21 Kylmänen, Juha. 2018. Sähkövalvoja, Länsimetro, Helsinki. Keskustelu 19.12.2018.
- 22 Sähköala, sopimussuhteet, Verkkodokumentti. http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/Sopimussuhteet%20/.
- 23 Haegelberg, Pia. 2018. Assistentti, Aro Systems, Helsinki. Keskustelu 23.11.2018.
- 24 Rakennustieto, projektipankki rakennustyömaalla, verkkodokumentti. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040505>.
- 25 Hallikainen, Aapo. 2018. Projekti-insinööri, Aro Systems, Helsinki. Keskustelu 7.01.2019.

Projektinjohtourakan prosessikaavio

