



Hanna Julkunen

# Sähköurakan seuranta rakennus- projektissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

16.12.2022

## Tiivistelmä

Tekijä: Hanna Julkunen  
Otsikko: Sähköurakan seuranta rakennusprojektissa  
Sivumäärä: 36 sivua + 2 liitettä  
Aika: 16.12.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Kiinteistöjen sähkötekniikka  
Ohjaajat: Projektinjohtaja Vesa Noutia  
Lehtori Jarno Nurmio

---

GRK on suomalainen rakennusalan konserni, jonka keskeisintä toimialaa ovat vaativien infrarakennushankkeiden toteutus, suurten hankkeiden projektinjohto sekä laaja-alainen raiderakennusosaaminen. GRK toimii Suomen, Ruotsin ja Viron rakennusprojekteissa useimmiten päätoteuttajan roolissa. Urakkakokonaisuudet sisältävät yhä enemmän taloteknisiä töitä, joista yrityksen henkilöstöllä ei välttämättä ole kokemusta.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa GRK Suomi Oy:n työmaa- ja projektihenkilöstölle opas, jonka avulla sähköurakan edistymistä pystytään toteutusvaiheessa seuraamaan luotettavammin. Oppaan lisäksi tarkoituksena oli tuoda esiin tyypillisimmät kompastuskivet ja yhteensovitusongelmat rakennusteknisten töiden ja sähköurakan töiden välillä. Samalla selvitettiin keskeisimmät puutteet kohdeyrityksen projektihenkilöstön sähkötekniisten töiden tuntemuksessa sekä se, miten tietämystä tulee lisätä ja missä vaiheessa on syytä palkata erikseen sähköalan asiantuntija projektin käyttöön.

Työ toteutettiin haastattelemalla GRK Suomi Oy:n projektinjohtajia ja työnjohtajia, jotka ovat olleet mukana projekteissa, joihin on sisältynyt erillinen sähköurakka. Näkökulman laajentamiseksi haastateltiin myös sekä sähköurakoitsijan edustajaa että sähköurakan valvojan työssä toimineita henkilöitä. Haastatteluaineiston tukena käytettiin aiheesta aiemmin tehtyjä tutkimuksia. Työssä on hyödynnetty myös omaa työkokemusta ja tietoa aiemmasta korkeakoulututkinnosta (rakennusmestari, infrarakentaminen).

Työn lopputuloksena tuotettiin kohdeyritykselle opas sähköurakan seuranta varten. Opas sisältää myös toivottuja ratkaisuehdotuksia tyypillisten ongelmakohtien vähentämiseksi ja poistamiseksi, eli työ pääsi tavoitteeseensa. Työn pohjalta olisi yrityksen harkinnan ja tarpeen mukaan mahdollisuus lähteä kehittämään taloteknisten töiden laajempaa sisäistä selvitystä ja kehitystä.

Avainsanat: talotekniikkaurakka, sähköurakka, päätoteuttaja, yhteensovitus, aikatauluseuranta

## Abstract

Author: Hanna Julkunen  
Title: Controlling of Electrical Contract  
Number of Pages: 36 pages + 2 appendices  
Date: 16 December 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Electrical building services  
Supervisors: Vesa Noutia, Project Manager  
Jarno Nurmio, Senior Lecturer

---

GRK is a Finnish construction group, whose core competencies include the implementation of demanding infrastructure construction projects, project management of large projects and extensive railway track construction expertise. GRK is often operating as a main contractor in Finland, Sweden and Estonia. Today, contracts increasingly include also building services, in which the staff may not have experience.

The purpose of the thesis work was to produce a guide for use of the GRK Suomi Oy personnel. Guide should help personnel more reliably be able to monitor the progress of electrical contract. In addition to the guide, the purpose was to highlight the most typical compatibility problems between construction works and electrical works. Also, the main shortcomings in the project staff's knowledge of electro-technical works of the target company were clarified during the process. Based on this, when there is a reason to hire a professional of electrical industry for the project and how to increase personnel's knowledge of electrical work, were clarified.

The work was carried out by interviewing GRK Suomi Oy's project managers and foremen who have been involved in projects that included a separate electrical contract. To broaden the perspective, both the representative of the electrical contractor and the persons who worked as the supervisor of the electrical contract were also interviewed. Previous studies on the topic were used to support the interview material. The work also utilizes my own work experience and knowledge from a previous university degree (Bachelor of Construction Site Management, Infrastructure Site Management).

As a result of the work, a guide for the target company for monitoring the electrical contract was produced. The guide also contains desired solution proposals to reduce and eliminate typical problems. Thesis work reached its goal and based on it, the company can investigate and develop building services further as may be needed.

Keywords: building services contract, electrical contract, main contractor, compatibility, schedule monitoring

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköurakan erityispiirteet osana rakennusprojektia	3
2.1	Sähkötyöturvallisuus	4
2.2	Työkokonaisuudet ja työvaiheistus	5
3	Sähköurakan seurantamenetelmät	6
3.1	Tarkastukset ja katselmukset	7
3.2	Aikataulullinen seuranta	8
3.3	Dokumentointi ja raportointi	9
4	Haastatteluaineisto	12
4.1	Tavallisimmat ongelmat sähköurakan seurannassa	13
4.1.1	Asennustyön laatu ja asennustapatarkastukset	14
4.1.2	Dokumentaation vaatimuksenmukaisuus	15
4.1.3	Suunnitelmamuutokset ja työpiirustukset	16
4.1.4	Aikataulun seuranta	18
4.1.5	Havaittujen puutteiden korjaaminen	19
4.2	Rakennus- ja sähkötöiden tavallisimmat yhteensovitustarpeet	20
4.2.1	Ennen rakentamista	20
4.2.2	Rakentamisen aikana	23
4.2.3	Käyttöönotto- ja tarkastusvaiheessa	26
5	Oppaan tuottaminen	28
5.1	Sähköurakan tärkeimpien seurantamenetelmien käyttö	28
5.2	Tyypillisimpien yhteensovitusongelmien välttäminen	32
5.3	Oman työnjohdon sitouttaminen sähköurakan seurantaan	34
6	Lopputulos ja yhteenveto	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelukysymykset GRK Suomen henkilöstölle	

## Liite 2: Haastattelukysymykset sähköalan henkilöille

## 1 Johdanto

Työn tilaaja GRK on suomalainen rakennusalan konserni, jonka keskeisintä toimialaa ovat vaativien infrarakennushankkeiden toteutus, suurten hankkeiden projektinjohto sekä laaja-alainen raiderakennusosaaminen. GRK Suomi Oy toteuttaa Suomessa infrarakentamisen projekteja lukuisilla eri urakkamuodoilla niin väylä-, taito-, ympäristö- kuin teollisuusrakentamisen hankkeissa. Mukaan on tullut lisäksi infrarakentamisen osa-alueelle vieraampia talotekniikan osa-alueita, joiden merkitys projektin kokonaiskuvassa saattaa olla erittäin merkittävä niin taloudellisesti kuin aikataulullisestikin.

Infrarakentamiseen erikoistunut GRK Suomi Oy toimii rakennusprojekteissa usein päätoteuttajan roolissa, ja talotekniset urakat toteutetaan aliurakoina pois lukien raiderakentamiseen liittyvät projektit. GRK Suomen palveluksessa toimii sähköalan ammattilaisia raiderakentamisen ja ratasähköistyksen parissa niin suunnittelun kuin toteutuksenkin parissa. Tässä työssä ei käsitellä sähköura-koita ratarakentamiseen liittyen eikä työn lopputulosta voida soveltaa niihin.

Väylä- ja taitorakentamisen puolella sähköalan työt ovat aiemmin olleet pieniä kokonaisuuksia, joiden puolesta ei ole vaadittu yrityksen oman henkilöstön puolelta erikoisosaamista ja jatkuvaa seurantaa. Nykyisin hankekokonaisuudet ovat kuitenkin yhä laajempia ja projektinhallintaan vaaditaan useamman eri alan erikoisosaajia. Lisäksi GRK Suomi on tietoisesti laajentanut toimialaansa ja lähtenyt rohkeasti mukaan myös entuudestaan vieraampia työlajeja käsittävien urakkakokonaisuuksien tarjouskilpailuihin. Näin ollen yrityksessä yhä useampi väylä- ja taitorakenteiden osaaja saa vastattavakseen myös taloteknisiä urakoita, joiden sisältö tai seuranta eivät ole entuudestaan tuttuja. Aliurakoitsija vastaa oman työnsä tuloksesta suoraan pääurakoitsijalle, jonka tulee valvoa aliurakoitsijan työsuorituksen olevan sopimuksenmukainen ja täyttävän sille asetetut vaatimukset ja säädökset. Taloteknisiin järjestelmiin kuuluvat LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät ja sähkötekniiset tietojärjestelmät. Tässä työssä käsitellään asioita pääosin sähkötekniisten urakoiden kannalta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa GRK Suomi Oy:n työmaa- ja projektihenkilöstölle opas, jossa esitetään ne keskeisimmät asiat, joita sähköurakan osalta on kyettävä seuraamaan toteutusvaiheessa. Nämä ovat sellaisia asioita, joiden hallintaa GRK:n projektinjohdon tulee osata vaatia sähköurakan valvonnasta tai seurannasta vastaavalta henkilöltä, vaikka he itse eivät olisi sähköalan ammattihenkilöitä. Opasta voidaan hyödyntää myös siinä tapauksessa, että sähköurakan seurannasta vastaava henkilö ei ole GRK Suomen toimihenkilö vaan konsultti. Työn avulla halutaan löytää keinoja, joilla kohdeyrityksen oma rakennusteknisistä töistä vastaava työmaahenkilöstö voidaan ottaa paremmin mukaan myös taloteknisten töiden seurantaan.

Oppaan toinen tarkoitus on tuottaa lista sellaisista sähkötöiden ja rakennustöiden yhteensovitusongelmista, joihin tyypillisesti projektien aikana törmätään. Tarkoitus on esittää sellaiset ongelmat, jotka on mahdollista tunnistaa etukäteen, ja korjata ne, ennen kuin tilanne aiheuttaa viivästymistä tai lisäkuluja projektille. Tässä yhteydessä korostuu päätoteuttajaa sähköurakan yhteensovituksessa ja seurannassa edustavan henkilön ja hänen sähköalan tuntemuksensa merkitys. Opas on tarkoitettu sellaisten sähköurakoiden seurantaan, joiden merkitys ja riski koko projektin lopputuloksen ja onnistumisen kannalta voidaan määritellä aikataulullisesti tai taloudellisesti merkittäväksi ja joissa on ehdottoman tärkeää tarkastella sähköurakan seurantaedellytyksiä jo projektin varhaisessa vaiheessa. Oppaan avulla ei ole tarkoitus selvittää suurista hankkeista ilman, että pääurakoitsijan palveluksessa olisi sähköalan ammattihenkilöstöä, tai korvata heitä.

Työn aikana ja oppaan laatimiseksi haastateltiin GRK Suomen projektihenkilöstöä, joka on toiminut projekteissa, joissa on ollut erillinen sähköurakka. Lisäksi haastateltiin sähköurakan valvojana ja TATE-asiantuntijana työskenteleviä henkilöitä sekä sähköurakoitsijan edustajaa. Haastattelujen tukena käytettiin kirjallisia lähteitä aiheesta. Laajemmat tutkimukset talotekniikkaprojektien asemasta rakennushankkeissa sekä muissa yrityksissä auttoivat hahmottamaan haastatteluissa havaittujen haasteiden yleisyyttä myös muualla kuin kohdeyrityksessä.

Työssä on hyödynnetty lisäksi omaa työkokemusta ja tietoa aiemmasta tutkimuksesta (rakennusmestari 2017, AMK, infrarakentaminen).

## **2 Sähköurakan erityispiirteet osana rakennusprojektia**

Rakennusprojekteja on pitkään toteutettu rakennusteknisten töiden keskeisyyden näkökulmasta. Pää toteuttaja on useimmiten rakennusteknisten töiden asiantuntija, ja pääosa heidän henkilöstöstään on rakennusteknisten töiden ammattilaisia. [1, s. 21.] Talotekniset työt ovat olleet GRK:n toteuttamissa projekteissa mukana aikataulullisesti ja taloudellisesti pienellä osuudella ja yhtiö on keskittynyt väylä- ja taitorakenteiden ydinosoamiseen, jossa rakennustekniset työsuoritukset ovat olleet keskiössä. Nykyiset urakkamuodot ja monimutkaiset hankekokonaisuudet sisältävät kuitenkin yhä enemmän suuria taloteknisiä kokonaisuuksia rakennusteknisten töiden rinnalla. Rakennusmääräysten vaatimukset ovat kasvattaneet taloteknisten järjestelmien osuutta projektien kokonaiskustannuksista. Osuus voi olla jopa 40 % koko hankkeen kustannuksista riippuen sen vaativuudesta [1, s. 10]. Merkitys on siten suurempi myös projektin kokonaisvaltaiselle onnistumiselle pää toteuttajan näkökulmasta.

Kun sähkötekniset työt sisältyvät pää toteuttajan urakkasopimukseen ja sähköurakoitsija on suoraan sopimussuhteessa pää toteuttajaan, tarvitaan yhä enemmän sähkötekniikan asiantuntemusta myös pää toteuttajan edustajilta. Keskeisiä erityispiirteitä sähköurakointiin liittyen ovat sähkötyöturvallisuus ja siihen liittyvät lait, asetukset ja standardit. Sähköurakan sisäisen työvaiheistuksen peruseriaatteiden ymmärtäminen on keskeistä, jotta oikeita asioita osataan ottaa huomioon jo rakennusteknisiä töitä suunniteltaessa ja suoritettaessa. Sähköurakointiin liittyviä lain ja asetusten mukaisia vaatimuksia on paljon, ja niiden tunteminen vaatii hyvää sähköalan asiantuntemusta sekä koulutusta. Lisäksi sähköalalla käytettävien laadun ja turvallisuuden osoittamiseen liittyvien mittaus- ja seurantamenetelmien ymmärtäminen vaatii usein sähköalan koulutusta ja tuntemusta.

## 2.1 Sähkötyöturvallisuus

Sähköurakointi on säädeltyä ja valvottua toimintaa, sillä sähkö itsessään ja väärin tehdyt sähköasennukset ovat vaarallisia, ja sen takia myös sähkön käyttöä säädelään. Sähköturvallisuuden toimijat ovat

- Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM), joka laatii säädökset eli sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston sähköturvallisuusasetukset
- standardointijärjestöt, jotka tekevät ohjeita, joiden mukaan toimittuna säädökset täytetään
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), joka ylläpitää rekisteriä henkilöistä ja yrityksistä, joilla on oikeus tehdä sähkötöitä
- tarkastuslaitokset ja tarkastajat, jotka testaavat sekä tarkastavat vaatimustenmukaisuuden noudattamisen.

Periaate sähkötöiden suorittamiselle on se, että laissa ja asetuksissa osoitetut olennaiset vaatimukset täytetään, kun noudatetaan Tukesin vahvistamia standardeja. Vaatimuksenmukaisuuden noudattamista valvovat valtuutetut tarkastuslaitokset ja tarkastajat. [2.]

Sähkötöitä ei voi ryhtyä tekemään kuka tahansa, vaan pätevyudet ja edellytykset on määritelty sähköturvallisuuslaissa. Sähkötyöksi luokitellaan sähkölaitteistojen ja sähköasennusten rakentaminen, korjaaminen, huolto ja ylläpito. Tällaisen sähkötyön tekemiseksi toiminnanharjoittajan on täytettävä seuraavat edellytykset:

- Töitä johtamaan on nimetty henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (sähkötöiden johtaja).
- Itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito.
- Toiminnanharjoittajan käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset.
- Toiminnasta on tehty ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle ennen toiminnan aloittamista.

Samat vaatimukset koskevat niin pieniä yksittäisiä elinkeinonharjoittajia, jotka suorittavat lähinnä suoraan kuluttajille pienimuotoisia sähkötöitä, kuin isoja

organisaatioita, joilla on sähköalan erityisosaamiseen käytössään suuri henkilöorganisaatio. [2.] Sähkötöiden johtaja on vastuussa siitä, että hänen alaisuudessaan työskentelevillä henkilöillä on riittävä pätevyys suorittaa sähköasennustöitä. Lisäksi jokaisella sähkötyöntekijällä tulee olla voimassa oleva sähkötyöturvallisuuskortti, joka todistaa kortin haltijan suorittaneen standardin SFS 6002 -mukaisen sähkötyöturvallisuuskoulutuksen. Sähköturvallisuuden oma-arviointi on osa sähköyritysten omaa toimintajärjestelmää. Yrityksen toiminta- ja laatu järjestelmän taso on usein suoraan suhteessa urakkakokoon, josta urakoitsijan voi olettaa olevan kykenevä suoriutumaan vaatimusten mukaisesti.

## 2.2 Työkokonaisuudet ja työvaiheistus

Sähköurakan sisältö voi vaihdella erittäin paljon riippuen hankkeen sisällöstä, urakkarajoista ja käytettävästä hankemallista. Perusajatus ja järjestys töiden suoritukselle on kuitenkin aina melko tavalla sama. Ensin on asennettavana monesti maadoituskupari ja johtotiet. Johtoteitä ovat johtokanavat, kaapelihyllyt ja ripustuskiskot. Mikäli johtoteitä kulkee rakenteiden sisällä, puhutaan putkituksesta, jolloin seinärakenteen sisään asennetaan joko elementtitehtaalla tai työmaalla suojaputki sähkökaapelia varten. Johtoreittien jälkeen asennetaan sähkökeskukset paikalleen ja aloitetaan kaapelointi. Kaapeloinnin jälkeen asennetaan valaisimet ja kalusteet ja suoritetaan kytkennät. Lukuisia eri työvaiheita voi olla käynnissä päällekkäin eri alueilla ja eri järjestelmien kohdalla riippuen työmaan laajuudesta. Eri talotekniikkajärjestelmien työvaiheet tulee pystyä erottamaan omina kokonaisuuksinaan.

Kokonaisuuksien ja työmestojen määrittely aikatauluun on silti aina työmaakohdista. On eri asia suunnitella sähkötöitä vaikkapa pysäköintilaitokseen maan alle kuin uuteen asuinkerrostaloon. GRK Suomen toimialaa ei ole asuinrakentaminen, joten perusoletusta kohteen muodosta on vaikea tehdä. Mikäli hanketta suoritetaan rakennusluvan ehdoilla, liittyy siihen huomattavasti enemmän viranomaisvaatimuksia myös talotekniikkatöiden osalta. Tyypillisissä infrahankkeissa sähkötöitä ovat vain verkkoyhtiöiden sähkötyöt, jotka he suorittavat itse pääuraakoitsijan työmaa-alueella, tai katuvalaistukseen liittyvät työt.

Itse asennustyönlisäksi sähköurakoitsijan työsuorituksia ovat erilaiset tarkastukset ja mittaukset. Urakoitsijan on suoritettava työnaikaisia mittauksia, toiminnallisuustestaus ja käyttöönottomittaukset. Lopulta valmiin järjestelmän varmenustarkastukset tekee ulkopuolinen tarkastaja. Alla lueteltu lista sisältää koko työmaan elinkaaren sähköurakkaan liittyvät työnimikkeet (urakkasopimuksen solmimisen jälkeen) tyypillisessä aikajärjestyksessä. [3, s. 15–30.]

- laatu- ja työvaihekohtaiset suunnitelmat
- laitteiden ja materiaalien ennakkohyväksyntä
- laite- ja asennustapatarkastus
- itselle luovutus
- urakoitsijoiden keskinäiset toimintatarkastukset
- säädöt, mittaukset ja viritykset
- kiinteistöautomaation valvomotoimintojen tarkastus
- toimintakoe
- järjestelmien yhteiskoekäytöt
- viranomaistarkastukset: palotarkastus ja sähkölaitteistojen viranomaistarkastus
- käyttöönottokoulutus ja käytönopastus
- huoltokirja

### **3 Sähköurakan seurantamenetelmät**

Sähköurakkaa valvotaan ja seurataan, kuten muitakin rakennustyömaan työvaiheita. Seurattavat työsuoritukset ovat kuitenkin sähköurakan osalta sellaisia, ettei niiden todellisesta tilasta välttämättä päästä ajan tasalle, jollei seurantaa suorita sähköalan ammattihenkilö. Hankkeen tilaaja asettaa yleensä oman edustajansa sähköurakan töitä valvovaksi tahoksi eli sähkövalvojaksi. Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtävät on esitetty RT-kortissa 103172 [4, s. 1–2]. Tehtävät ovat rakennusten taloteknisten järjestelmien urakkasopimuksen mukaisen toteutuksen, laadun, työturvallisuuden sekä ajallisen ja taloudellisen toteutuksen valvonta [4, s. 1–2].

Rakennushankkeissa sähköurakoitsijat toimivat usein rakennusliikkeen eli pää-toteuttajan alaisuudessa aliurakoitsijana. Pää-toteuttaja vastaa siitä, että aliurakoitsijat suorittavat työt sopimusten mukaisesti niille varatussa aikataulussa. [5, s. 4–5.] Viimeistään tilaajan valvoja esittää sähköurakoitsijalle vaatimuksia lopputuloksen saavuttamiseksi. Vaatimusten täyttäminen etupainoisesti on koko projektin kannalta ensisijainen tavoite. Pääurakoitsijan tulee kyetä seuraamaan sähköurakoitsijan työsuoritusta projektin aikana ja vaatia tätä täyttämään kaikkien osa-alueiden kohdalla sopimuksenmukainen toiminta. GRK Suomella ei ole omaa taloteknistä osastoa tai vakiintunutta konsulttiyhteistyötä alan konsulttipalvelua tarjoavien tahojen kanssa. Työmaat, joilla tarvitaan alusta asti jatkuvaa taloteknisten töiden asiantuntemusta, hankkivat konsultointia projektikohtaisesti. Yrityksellä on lisäksi toistuvasti projekteja, joissa sähkötöitä suoritetaan aliurakana, mutta urakan osuus kokonaisuudesta on pieni.

### 3.1 Tarkastukset ja katselmukset

Kaikkien työmaalla tapahtuvien tarkastuksien ja katselmuksien tavoite on saavuttaa yhteisymmärrys tilaajan ja urakoitsijan välille siitä, mikä on haluttu lopputulos. Sähköurakan osalta työsuorituksissa on jatkuvasti otettava huomioon kaikki ajantasaiset sähkötuovallisuutta koskevat määräykset. Rakennuttaja suorittaa YSE1998:n mukaista sähköurakan valvontaa yleensä itse palkkaamansa sähkövalvojan johdolla. YSE1998:lla tarkoitetaan rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja, joita sovelletaan elinkeinonharjoittajien välisiin rakennusurakasopimuksiin. Tilaajan valvojan tehtäviin kuuluu osallistua kaikkiin sähköurakkaa koskeviin tarkastuksiin ja katselmiin sekä velvoittaa urakoitsijaa korjaamaan epäpätevät työsuoritukset tai epäkelvot materiaalit. [3, s. 17.]

On tärkeää, että sähköurakoitsijan lisäksi pää-toteuttajalla on riittävän pätevä edustaja mukana tarkastuksissa ja katselmuksissa. Näin voidaan seurata sähköurakoitsijan työn täyttävän yhteisesti sovitun lopputuloksen. Tarkistuksissa yleisimmät tarkastuskohteet ovat malliasennukset, joita kutsutaan myös asennustapatarkastuksiksi. Asennustapatarkastuksessa tarkastetaan, että asennetut laitteet ovat ennakkoon hyväksytyyn materiaalin mukaisia ja että ne on

asennettu valmistajan asennusohjeen sekä kaikkien voimassa olevien säädösten mukaisesti. Lisäksi tarkastuksessa tulisi huomioida laitteiden huollettavuus, toimintavarmuus ja rakenteiden sisään tai piiloon jäävät asennukset. [4, s. 5.] Asennustapatarkastus tehdään erikseen jokaisesta työlajista, joiden määrä riippuu urakan sisällöstä. Monimutkaisissa projekteissa voidaan pitää kymmeniä asennustapatarkastuksia, mutta pienemmissä kokonaisuuksissa muutamat työvaiheet saattavat käsittää koko urakan sisällön. Pää toteuttajan on pysyttävä alusta asti kartalla siitä, mistä kaikista sähköurakoitsijan töistä on pidettävä asennustapatarkastuksia. Tarkastusten oikea-aikaisuus ja tarkastuksessa oikeiden tahojen paikallaolo tulee aina varmistaa. Yleensä asennustapatarkastuksessa tulee olla läsnä urakoitsijoiden edustajien lisäksi myös tilaajan valvojat ja kyseisen tekniikkalajin suunnittelijat. Työvaihe voi käynnistyä täysimittaisesti vasta hyväksytyin asennustapatarkastuksen jälkeen.

Tarkastuksista ja katselmuksista tulee aina laatia pöytäkirja tai raportti, jonka osapuolet hyväksyvät allekirjoituksillaan. Pöytäkirjan perusteella voidaan myöhemmin osoittaa, ovatko tarkastuksen jälkeiset työsuoritukset sovitun mukaisia. Pöytäkirjan yksityiskohtainen laatiminen vie aikaa, mutta yksiselitteinen ja kiistan dokumentti on mahdollisissa erimielisyystilanteissa tärkeä työkalu.

### 3.2 Aikataulullinen seuranta

Töiden aikataulullisessa valvonnassa oleellisin asia on ymmärtää eri tehtävänimikkein todellinen sisältö. Sähköurakan kohdalla tämä ongelma on usein läsnä, jollei seurannassa ole mukana sähköalan asiantuntijaa. Jotta aikataulua todella pystytään seuraamaan, tulee tätä tehtävää suorittavan henkilön osata kertoa, milloin mikäkin tehtävänimike on tehty täysin valmiiksi asti ja mitä vaiheita nimikkeeseen sisältyy sitä ennen. Aikataulujen seuranta tulee olla säännöllistä ja tapahtua yhteisesti sovitussa palaverissa, joko erillisessä aikataulupalaverissa tai urakoitsija- tai työmaakokouksessa. Aikataulun tulee vastata todellista tilannetta työmaalla, jotta siitä on projektinhallintatyökaluna saatavissa tarkoituksenmukaista hyötyä. Aikataulun seurannan lisäksi pää toteuttajan tulee havaita siinä esiintyvät poikkeamat ja reagoida niihin. On tärkeää pystyä

havaitsemaan yhden esiintyvän poikkeaman vaikutus kyseistä tehtävänimikettä seuraaviin työvaiheisiin. Aikataulussa tulee olla huomioitu urakoitsijalle asetetut mahdolliset välitavoitteet sekä asennustapatarkastusten ajankohdat.

Varsinaisen töiden suoritusaikataulun lisäksi urakoitsijalla tulee esittää projektin vaativuudesta riippuen hankinta-aikataulu. Varsinkin poikkeuksellisten järjestelmien laitteiden ja varusteiden toimitusajat tulee olla kaikkien osapuolten tiedossa.

### 3.3 Dokumentointi ja raportointi

Rakennustöiden suorittamisen lisäksi yhä runsaammassa määrin sopimuksen mukainen lopputulos rakennusprojekteissa saavutetaan vasta silloin, kun se on myös dokumentoitu sopimuksen mukaisesti. Dokumentoinnin ja raportoinnin oikea-aikaisuus on yksi perusedellytys töiden edistymiselle. Rakentamisen laatu on keskiössä projekteissa, ja jokaisella isommalla rakennusliikkeellä on tänä päivänä käytössään yrityksen oma laatujärjestelmä. Laatujärjestelmien sertifiointi on useille suurille hankkeille jopa edellytys rakennuttajan määrittelemien kelpoisuusvaatimusten täyttämiseksi. Kun rakennusliike itse valitsee aliurakoitsijaa sähköurakan töitä suorittamaan, tulee arvioida, vastaako sähköurakoitustyöryhmän laatujärjestelmän taso projektin vaatimuksia.

Tyypillisintä rakennushankkeen aikana urakoitsijan tuottamaa dokumentointi- ja raportointiaineistoa ovat hyväksyttämismateriaali ja luovutusmateriaali. Muu dokumentointi koskee muun muassa työsuunnittelua. Hyväksyttämismateriaalilla tarkoitetaan esimerkiksi urakoitsijan hankkimien laitteiden kelpoisuuden osoittamista laitteen valmistajalta saatavilla dokumenteilla. Hyväksyttämismenettely on yleensä projektikohtaista, ja se on sovittava etukäteen kaikkien osapuolien kesken. Esimerkiksi vaadittavien dokumenttien sisältö ja tallennuspaikka määritetään tilaajan puolesta, sopimuksen mukaisesti. Tänä päivänä lähes kaikki raportointi tapahtuu sähköisessä muodossa.

Työsuunnitteluun liittyvää dokumentaatiota ovat esimerkiksi vaaditut työvaihekohtaiset suunnitelmat, joissa määritellään käytettävät laadunosoitusmenetelmät. Luovutusaineistoa ovat kaikki työsuorituksen todentavat dokumentit, jotka osoittavat työsuorituksen lopputuloksen olevan sopimuksenmukainen, mukaan lukien urakan itselle luovutus. Sähköurakan osalta laadunosoitukseen kuuluu valtava määrä sellaisia kokonaisuuksia, joita rakennusteknisiin töihin ei kuulu. Rakennustekniset työt ovat useimmin valmiita, kun työsuorite on fyysisesti rakennettu paikalla valmiiksi. Talotekniikkaan liittyy kuitenkin järjestelmien ja laitteiden toimintoja, joiden oikea toiminnallisuus voidaan säätää, mitata ja testata vasta itse asennustyön jälkeen. Kuvassa 1 on taulukko esimerkkisisällöstä, jota sähkötöiden valvoja voi käyttää apuna sähköurakan dokumentaation seurantaan.

Laadunvarmistus	Tarkastuspöytäkirjat
1. Urakoitsijan laadunvarmistussuunnitelma	1. Sähkölaitteistojen käyttöönottotarkastukset
2. Materiaali- laite- esittelyt ja hyväksynät	2. Sähkölaitteistojen mittausedokumentit
3. Aikataulu ja välitavoitteet	3. Potentialintasausjärjestelmä
4. Käytönopastus	4. Valaistuksenohjausjärjestelmä
5. Järjestelmämerkinnät ja mallitarkastukset	5. Saatto- ja sähkölämmitysjärjestelmä
6. Takuuajan huoltosopimukset ja materiaali-takuut	6. Turva- ja merkkivalaistusjärjestelmä
7. Takuuajan yhteystiedot	7. Antennijärjestelmä
8. Käyttöönottotarkastus pöytäkirja	8. Äänievakuointijärjestelmä
9. Viranomaistarkastus pöytäkirja	9. Yleiskaapelointi- WLAN-Puh
10. Vastaanottotarkastuksen pöytäkirja	10. AV-järjestelmät
11. Etäyhteyksien testauspöytäkirja	11. Varattuvalojärjestelmä ja avunpyyntöjärjestelmä
12. Toimintakoe- yhteiskäyttömuistiot ja koe-käytön puutteet	12. Paloilmoitinjärjestelmä
13. Huoltokirjamateriaali toimituspöytäkirja	13. Savunpoistojärjestelmä ja palo-ovet
14. Aikatauluun ja dokumentointiin liittyvät huomautukset	14. VAK-yhteydet (RAU)
15. Urakoitsijan itselleluovutusmateriaali	15. Sähköenergiamittaus
16. Valvojan ja suunnittelijan virhe- ja puute-luettelot sekä työmaakierrosmuistiot	16. LVIA-taajuusmuuttajat ja SFP-luvut
17. Käyttäjän ja tilaajan virhe- ja puute-luettelot	17. Porttikojeistot, UPS, Varavoima, Hissit

Kuva 1. Malli sähkövalvojan dokumentaatioseurannasta [3, s. 26].

Dokumentaation ja aikataulun osalta seuranta tehdään säännöllisesti erikseen sovitussa palaverissa. Isoissa ja monimutkaisissa projekteissa valtaosa sähköurakan seuranta suorittavan toimihenkilön ajasta saattaa kulua erilaisissa yhteensovitus- ja seurantapalaverissa. Tärkeä osa luovutusmateriaalia ovat urakoitsijan itselle luovutukset, joita voidaan käyttää seurannassa hyvänä työkaluna. Nämä voivat olla jopa ehtoina sähköurakoitsijan maksuerien hyväksymiselle. Näin aliurakoitsija kannustetaan hoitamaan jokainen kokonaisuus välittömästi kuntoon työn valmistumisen lisäksi myös sen dokumentoinnin osalta.

Yksi oleellinen osa sähköurakan seuranta on suunnitelmamuutosten hallinta. Toisinaan muutoksia tulee runsaasti vielä viime hetkellä tai asennustyön jo

alettua. On tärkeää tietää, millä suunnitelmarevisioilla työtä suoritetaan. Vastuu revisioinnista on aina suunnittelijalla, joka merkitsee suunnitelman kansilehdelle revisionumeron sekä muutoksen tiedot. Työmaalla on aina oltava käytössä uusimmat suunnitelmat. Tämä vaatii yhteistyötä niin tilaajan, suunnittelijoiden kuin urakoitsijoiden puolelta. Menettely uusien suunnitelmien toimittamisesta ja muutoksista tai muutostarpeesta ilmoittamisesta on oltava kaikille osapuolille selvä. Lisäksi on varmistettava tiedon kulku viimeiselle toimijalle eli asennustyötä tekeväälle sähköasentajalle asti. [6, s. 15–16.]

#### **4 Haastatteluaineisto**

Työn aikana pyrittiin selvittämään tyypillisimpiä ongelmakohtia, joita rakennusprojektin aikana kohdataan sähköurakan ja rakennusurakan töiden välillä. Ongelmat liittyvät kohdeyrityksen omaan kykyyn pystyä seuraamaan sähköurakan työsuorituksia luotettavasti sekä urakoiden ja tilaajan välisiin yhteensovitusarpeisiin. Lähtötietoina käytettiin saatavilla olevan tutkimusaineiston lisäksi kohdeyrityksen projektinjohtohenkilöstön haastatteluja, jotta yritys voi jatkossa käyttää vanhoista projekteista kertynyttä kokemusta edukseen tulevissa hankkeissa. Haastattelussa oli mukana myös GRK Suomen työmaalla sähkövalvojana ja talotekniikka-asiantuntijana toimineet henkilöt sekä sähköurakoitsijan edustaja.

Haastattelujen tuloksia verrataan löydettyihin aiempiin aiheesta tehtyihin tutkimuksiin, jotta voidaan selvittää, kuinka yleinen kyseinen ongelma on tai miten muut tahot ovat sen ratkaisseet. Haastatteluun osallistui kolme GRK Suomen projektipäällikköä, joille esitetyt kysymykset ovat tämän työn liitteenä (lite 1). Kysymykset muotoiltiin uudelleen, kun ne esitettiin konsulttina toimivalle tate-asiantuntijalle, sähkövalvojalle sekä sähköurakointiliikkeen projektipäällikölle, jotka ovat kaikki työskennelleet rakennusprojektissa, jossa GRK Suomi on ollut pää-toteuttajana. Heille esitetyt kysymykset ovat myös tämän työn liitteenä (lite 2). Haastattelut suoritettiin kirjallisena sähköpostilla, minkä jälkeen selvennystä vaatineita vastauksia käytiin läpi puhelinkeskustelussa.

Tutkimusten mukaan kaikkia taloteknisiä järjestelmiä koskee sama ongelma rakennushankkeissa: päätökset talotekniikkaan liittyvässä suunnittelussa ja suunnittelun ohjauksessa tehdään liian myöhään tai niitä ei tehdä ollenkaan [1, s. 11]. Nämä ongelmakohdat eivät ole päätoteuttajan ja sähköurakoitsijan välillä ratkaistavissa, vaan vaativat hanketasolla muutoksia toimintatapoihin sekä urakkamuotoihin. Saman aikaviiveen kanssa toiminta jatkuu kuitenkin työmaalla rakennusvaiheessa. Talotekniset urakoitsijat sitoutetaan yleensä projektiin, kun rakennustekniset työt saattavat olla jo lähes valmiita [1, s. 11]. Kun päätoteuttaja on laatinut rakennusprojektille yleisaikataulun, ei sähköurakoitsijaa ole vielä yleensä valittu tai urakoitsijan näkemystä voitu riittävästi huomioida. Haastatte- luissa tuotiin ilmi ongelman esiintyminen työmaalla useissa muodoissa.

Monet urakkamuodot, kuten projektinjohtourakointi tai allianssi, pyrkivät siihen, että suunnittelu ja toteutus tapahtuvat limittäin. Menettelyllä mahdollistetaan urakoitsijoiden osallistaminen aikaisemmassa vaiheessa suunnitteluun. Malli ei kuitenkaan ole tarpeeksi aktiivisesti toiminnassa, koska kuvatus kaltaiset han- kemallit ovat Suomessa vielä melko vähäisessä käytössä, eikä niistä ole riittä- västi kokemusta. YSE1998-pohjaisten sopimusten taivuttaminen uusiin hanke- malleihin ei aina ole myöskään yksinkertaista, sillä sopimus tuntee vain sanktio- mallin muttei palkkiojärjestelmää, jollaista menettelyn laajempi tuloksellinen käyttöönnotto vaatisi. [1, s. 11–12.]

#### 4.1 Tavallisimmat ongelmat sähköurakan seurannassa

Merkittävimmiksi ja yleisimmiksi haasteiksi kaikki haastateltavat nimesivät jos- sakin muodossa seuraavat kokonaisuudet: laatupuutteet työsuorituksissa ja nii- den dokumentoinnissa, sähköurakan töiden aikataulullisen seurannan sekä suunnitelmamuutokset ja niiden hallinnan. Päätoteuttajan asemassa olevien haastateltujen yleisimmät haasteet liittyivät lisäksi kykyyn seurata sähköurakan työsuoritteiden vaatimustenmukaisuutta ja aikataulussa pysymistä, kun pätevää resurssia ei aina ole saatavilla. Yksittäisiä, mutta paljon lisätyötä ja kustannuk- sia aiheuttaneita ongelmia oli kohdattu asennustapatarkastuksiin liittyen. Erityi- sen aikaa vieväksi ja haastavaksi kokonaisuudeksi osoittautui valvojien ja

sähköalan ammattihenkilöiden näkökulmasta vaatimuksenmukaisen laatudokumentation oikea-aikainen tuottaminen sekä työ- ja loppupiiirustusten järjestelmällinen hallinta.

#### 4.1.1 Asennustyön laatu ja asennustapatarkastukset

Laatutaso alittuu työsuorituksessa silloin, jos asennusjälki ei vastaa hyvää asennustapaa ja noudata kaikkia määräyksiä sekä asetuksia. Tällaisten yksityiskohtien havaitseminen ilman sähköalan koulutusta on haastattelujen perusteella lähes mahdotonta. On ensiarvoisen tärkeää, että kaikki mahdolliset yksityiskohdat otetaan huomioon jo asennustapatarkastuksessa. Voi olla mahdollista, ettei sähköurakoitsija itse tuo tarkastuksessa esiin sellaisia epäkohtia, jotka kokee työsuoritetta hidastavaksi tai vaikeuttavaksi, mutta jotka eivät esimerkiksi vastaa kyseisen tuotteen valmistajan asennusohjetta. Erityisesti sähkövalvojan näkökulmasta tuotiin esiin vanhat tottumukset, joilla on totuttu tekemään tietyllä tavalla, eikä välttämättä tiedosteta eroavaisuuksia omassa työsuoritteessa vaadittuun lopputulokseen. Sähköasentajien, kuten kaikkien muidenkin hankkeilla työskentelevien työntekijöiden, ammattitaidossa, ammattiympärydessä tai asennustavoissa voi olla suuriakin eroja. Malliasennuksessa tai asennustapatarkastuksessa piilotellun seikan esiin tulo myöhemmässä vaiheessa voi aiheuttaa lisää työtä jälkikäteen sekä kaikkien osapuolien työaikaa ja resursseja kuluttavaa keskustelua siitä, kuka lisätyön kustantaa ja kenen vastuulla virheen huomaaminen tai huomaamattomuus on ollut.

Asennustapatarkastukseen kutsuttavien henkilöiden lista tulee valmistella huolellisesti. Monialaisissa projekteissa ei haastateltujen mukaan välttämättä aina tiedetty, ketkä kaikki tilaajan valvojat vastaavat mistäkin osa-alueesta ja kenellä on lopullinen päätösvalta. Sähköasennusten kohdalla on lisäksi huomioitava, että vaikka katselmuksessa läsnä olevat henkilöt ja osapuolet olisivat hyväksyneet työsuorituksen tason riittäväksi, eivät he voi ohittaa viranomaismääräyksiä ja -tarkastuksia.

Pitkäkestoisista projekteista haastateltavilla oli kokemuksia, joissa ei alkuvaiheessa edes tilaajan puolelta ole osattu ottaa kaikkia vaatimuksia huomioon ja virheitä on jouduttu korjaamaan jälkikäteen isotöisille jo valmiille asennuksille. Haastattelussa tulivat esiin sähköurakan osalta palonkestävien järjestelmien vaatimukset. Ongelman välttämiseksi lopullisen tarkastuksen tekevä taho olisi tullut saada paikalle jo ensimmäiseen asennustapatarkastukseen. Tämä tulee kyseeseen erityisesti suurissa kohteissa. Sähköurakoitsijan näkökulmasta taas monet ongelmat tulevat esiin vasta ensimmäisiä asennuksia aloitettaessa.

Eräs esimerkkitapaus asennustapatarkastuksen jälkeen aiheutuneesta ongelmasta osattiin myös nimetä yhdessä haastattelussa. Katselmuksessa oli tehty kaikkien osapuolten yhteinen päätös erään kaapelin asennusohjeen mukaisen kannakoinnin minimietäisyyden ylittämisestä. Tilanne oli kyllä kirjattu katselmusmuistioon ja todettu, ettei asennusten suorittaminen vaadituilla etäisyyksillä ole kohtuudella mahdollista kyseisissä tiloissa. Muutoksella ei ollut kustannus- tai aikatauluvaikutuksia, joten asiaa ei viety mallikatselmusta pidemmälle käsitteilyyn. Myöhemmin kolmannen osapuolen tarkastuksessa etäisyyksiin puututtiin ja asennuksia jouduttiin korjaamaan jälkikäteen erittäin hankalissa olosuhteissa. Haastattelussa tuotiin ilmi, että tällaisten mallikatselmuksessa sovittujen muutosten hallintaan tulisi olla käytössä jokin kohdeyrityksen oma menettely, jotta asia kirjattaisiin myös työmaakokoukseen ja saataisiin riittävälle taholle käsitteilyyn ajoissa.

#### 4.1.2 Dokumentaation vaatimuksenmukaisuus

Laatupuutteet dokumentoinnissa ovat osoittautunut haastateltujen henkilöiden projekteissa paljon työaikaa vieväksi ongelmaksi. Kohdeyrityksen henkilöstö koki suurimmaksi haasteeksi sen, ettei oma osaaminen tai työaika riitä siihen, että pystyisi itse varmistamaan riittävän dokumentaation. Laatudokumentaatio sisältää sähköurakan kohdalla erittäin paljon sähkötekniikkaan liittyviä mittauksia ja tarkastuksia. Tällaisen materiaalin tulkitseminen ilman sähköalan koulutusta ei onnistu. Myös sähköalan valvojan ja konsultin mielestä määrällisesti eniten yksittäisiä puutteita on yleensä nimenomaan dokumentoinnissa: joko

siinä, ettei tiedetä, mitä kaikkia dokumentteja tulisi tuottaa, tai itse dokumentin sisällössä. Keskeistä olisi pääurakoitsijan roolissa selvittää jo alkuvaiheessa, onko sähköurakoitsija itse tunnistanut kaikki urakkaansa kuuluvat järjestelmät ja mitä dokumentaatiota niiden osalta tulee tuottaa. Tämän jälkeen vaatimukset on käytävä läpi myös tilaajan valvojan kanssa, jotta osapuolet ovat selvillä siitä, miten lopputuotteen vaatimustenmukaisuus osoitetaan. Nämä sovitut vaatimukset on ehdottomasti laadittava kirjalliseen muotoon, jotta projektihenkilöstön tai tilaajan edustajien vaihtuessa voidaan osoittaa, mitä on sovittu.

Laatudokumentoinnin osalta haasteita voi aiheuttaa myös urakoitsijan varaa-man resurssin riittämättömyys. Mikäli aiemmin on tehty pienempiä työkokonaisuuksia, joissa raportointi ja dokumentointi on pienempi osa kokonaisuutta, ei osata varata siihen riittävästi aikaa tai henkilöstöä. Haastattelun perusteella tärkeä kysymys aliurakoitsijalle on, että kuka hoitaa heidän dokumentointinsa. Mikäli urakoitsija ei osaa vastata kysymykseen, on seuranta ja vaatimusten läpikäynti aloitettava päätoteuttajan johdolla välittömästi. Eikä voi korostaa liikaa, että läpi käydyt asiat tulee esittää aina kirjallisesti. Haastattelussa myös sähköurakoitsijan näkökulmasta suurin ongelma on se, että vikoja ja puutteita ei esitetä ajoissa. Koskivat ne sitten itse työsuoritetta tai sen dokumentointia, olisi kaikkien kannalta hyödyllisintä käydä vaatimukset läpi heti alussa, jolloin jo ensimmäinen raportti voidaan tuottaa halutussa muodossa, eikä korjata valtavaa määrää jälkikäteen.

#### 4.1.3 Suunnitelmamuutokset ja työpiirustukset

Haastatteluissa ilmeni ongelmakohtana suunnitelmamuutosten hallinta. Etenkin sellaisissa kohteissa, joissa suunnitelmien määrä oli suuri, ilmeni toistuvasti tilanne, jossa työmaalla ei ollut käytössä uusin suunnitelmarevisio. Nykyään suunnitelmat toimitetaan hyvin usealla projektilla sähköisessä muodossa, jolloin ongelma ei tänä päivänä liity suunnitelman toimitusaikaan. Se, miten uuden suunnitelmarevision ilmestyminen saatetaan urakoitsijan tietoon, voi kuitenkin olla haasteellista. Ei ole tehokasta eikä edes järkevää, että tuhansista

suunnitelmista tulisi päivittäin tarkastaa työn suorittajan toimesta, onko suunnitelma päivittynyt.

Pienemmässä kokonaisuudessa muutokset on yleensä luonnollisesti helpompi hallita. Vaikka suunnitelmat ovat saatavilla heti sähköisenä, tehdään asennustyötä työmaalla edelleen pitkälti paperikuvien varassa. Mikäli tieto uudesta suunnitelmasta ei tavoita työtä tekevää asentajaa, on hänen käytössään vielä edellinen paperiversio, jolla työsuoritusta lähdetään tekemään. Haastattelun perusteella tilaajan puolella ei vastavuoroisesti aina tunnuta hahmottavan viimehetken muutosten vaikutusta työsuoritukseen. Toisinaan edes tilaajan tiedossa olevasta tulevasta muutoksesta ei ilmoiteta välittömästi urakoitsijalle, vaan odotetaan suunnitelman virallisen version julkaisua. Tämän jälkeen tilaaja saattaa olettaa, että uusi suunnitelmamuutos siirtyy välittömästi toteutukseen. Todellisuudessa muutos saattaa kuitenkin aiheuttaa merkittävästi lisätyötä, eikä tarvittavia materiaalejakaan saada aina välittömästi työmaalle.

Sähköurakoitsijan näkökulmasta haastattelussa tuotiin esiin myös se, ettei urakoitsijan ajoissa esiin tuomia suunnitelmissa havaittuja ongelmia oteta käsitteilyyn riittävän ajoissa. Kokenut urakoitsija voi havaita nopeasti suunnitelmissa sellaisia asioita, jotka ovat työmaalla toteutuksen kannalta hankalia tai jopa mahdottomia. Kokemusten mukaan näitä epäkohtia ei aina kuitenkaan oteta selvitykseen tilaajan puolella, ennen kuin ongelma on jo läsnä työmaalla ja on pakko tarttua toimeen. Tällainen luonnollisesti viivästyttää koko hanketta, kun pahimmillaan joudutaan purkamaan jo tehtyjä asennuksia.

Muutosten seuranta koskee sähköurakan osalta myös sähköurakoitsijalle kuuluvien työpiirustusten muutosten hallintaa. Tällaisia urakoitsijalle kuuluvia työpiirustuksia ei tavanomaisesti sisälly useimpiin rakennustöihin yhtä laajassa mittakaavassa. Työpiirustuksilla tarkoitetaan toteutusta varten laadittuja yksityiskohdaisia piirustuksia, joissa esitetään laitteiden sijoitukset ja liittyminen muihin laitteisiin. Yleensä sähköurakoitsija täydentää tilaajan sähkösuunnittelijan tekemät suunnitelmapiirustukset työpiirustuksiksi. Kaikki työn aikana tapahtuvat lisäykset ja muutokset on merkittävä työmaalla työpiirustuksiin. Tällöin puhutaan yleensä

tarkepiirustuksista tai punakynistä. Tyypillisiä esimerkkejä työpiirustuksista ovat esimerkiksi piirikaaviot eri järjestelmien ohjauksesta.

Tilaaaja ei välttämättä vaadi työpiirustusten toimittamista kesken urakan, vaan ne kuuluvat urakan luovutusaineistoon loppupiirustuksina. Haastatteluissa kävi ilmi, että mikäli työpiirustusten tekeminen ei ole ollut työsuoritusten alusta asti järjestelmällistä, on vaarana lopussa odottava kaaos, kun kukaan ei tiedä, minkä mukaisesti asennus on tehty tai mihin muutos on kirjattu. On tärkeää, että pääurakoitsija vaatii urakoitsijalta alusta asti selvityksen, kuinka ja kenen toimesta punakyniä ylläpidetään ja miten varmistetaan tietojen siirtyminen loppupiirustuksiin. Luonnollisesti tilannetta tulee myös pystyä seuraamaan säännöllisesti.

#### 4.1.4 Aikataulun seuranta

Aikataulun seurannassa suurimmaksi puutteeksi kaikki haastatellut osapuolet kokivat sen, ettei yleisaikataulua ollut laadittu riittävän huolellisesti ja yksityiskohtaisesti talotekniikkatöiden osalta, jotta sillä pystyttäisi seuraamaan todellista edistymää. Aikataulussa esitettävien työnimikkeiden on vastattava sähköurakan työsuorituksen todellisia työsuorituksen sisältöjä ja jaottelua. Aikataulun seuraminen ja päivittäminen ilman, että sen perusteella saadaan tarvittavia tietoja, ei ole kenenkään hyödyksi. Kohdeyrityksen aikatauluseurannan haasteeksi on osoittautunut lisäksi se, ettei tunnisteta, mikä aikataulussa esitettyyn työnimikkeen todellinen sisältö on työmaalla. Ei siis osata sanoa, milloin kyseinen työvaihe on todellisuudessa valmis ja mitä työvaiheita siihen kuuluu. Pääurakoitsijalla on aina oltava käytössään henkilö, joka kykenee tunnistamaan nämä asiat. Useimmiten se tarkoittaa sähköalan asiantuntijan palkkaamista, mikäli kyseessä on iso kokonaisuus. Ja mikäli aikataulu on sellainen, ettei se mahdollista todellista seurantaa, tulee se tuoda ilmi. Silloin on muokattava seurantavälinettä eli aikataulua yhteistyössä sähköurakoitsijan kanssa.

Haastattelussa tuotiin esiin kohdeyrityksen projektinjohdon tarve pystyä osallistamaan yrityksen oma työmaatoimihenkilöstö aikataulun seurantaan pienemmissä urakkakokonaisuuksissa. Työnjohto liikkuu työmaalla päivittäin ja

toistuvasti, mutta ei haastateltujen mukaan osaa kiinnittää taloteknisten töiden suorittamiseen mitään huomiota. Vaikka heillä ei olisi edellytyksiä tarkastella asennusten oikeellisuutta, on helppo todeta, onko jossakin huonetilassa tai työkohteessa aloitettu jokin työvaihe tai onko se edennyt viime kerrasta. Etenkin laajoissa kohteissa työnjohtajien vastuualueet on usein pilkottu pienempiin osiin, joita he seuraavat rakennustöiden osalta aktiivisesti. Näihin seurantoihin pitäisi saada mukaan taloteknisten töiden seuranta ihan alkeellisella tasolla. Etenkin silloin, kun urakoitsija ei ole suorittanut töitä aikataulussa eikä ilmoittanut siitä itse, voitaisiin tilanteeseen päästä kiinni jo nopeasti.

Haastatteluissa tuotiin esiin tarve käydä taloteknisten töiden perusasiat läpi päätoteuttajan työmaatoimihenkilöstön kanssa. Näin jokaisella olisi perustiedot siitä, mitä ja milloin tulisi tapahtua missäkin. Tämä voi olla täysin perustyövaiheisiin jaoteltujen asioiden huomiointia, eli onko esimerkiksi sähkökaapelointeja aloitettu silloin kuin niiden olisi aikataulun mukaan pitänyt alkaa. Tiedon välittäminen eteenpäin asiasta enemmän tietävälle henkilölle tai projektinjohdolle on riittävä askel, jonka merkitystä kohdeyrityksen omalle työmaatoimihenkilöstölle tulee korostaa. Taloteknisten perusasioiden läpikäynti hankkeen alkuvaiheessa päätoteuttajan työmaatoimihenkilöiden kesken voisi helpottaa sähköurakoitsijan näkökulmastakin asioita, sillä haastattelussa tuotiin ilmi, että joskus sähköurakoitsijan aika kuluu perusasioiden selittämiseen, kun osapuolilla ei ole selvyyttä toistensa työvaiheiden teknisestä sisällöstä. Myös aiemmissa taloteknisten töiden seurannan tutkimuksissa [18, s.34] on tuotu esiin, että päätoteuttajan työmaatoimihenkilöstölle olisi hyvä antaa lisätietoja taloteknisten töiden työvaiheiden sisällöstä ja esimerkiksi perusnimikkeistöä, jotta TATE-töiden valvontaan tai seurantaan osallistuminen olisi mahdollista.

#### 4.1.5 Havaittujen puutteiden korjaaminen

Asennuksissa ilmenee aina joitakin vikoja ja puutteita, vaikka urakoitsija hoitaisi työnsä kaikin puolin järjestelmällisesti. Asennuksia suorittavat ihmiset, ja inhimillisiä virheitä ja puutteita sattuu jokaiselle joskus. Haastatteluissa yksi merkittävä ongelma oli kuitenkin näiden virheiden järjestelmällinen korjaaminen. Mikäli

nämä työt alkoivat kasautua eikä seurattu reaaliajassa sitä, mitkä olivat jo korjattu, aiheutettiin suoranainen kaaos loppumetreille. Toinen ongelma varsinkin sähköurakoitsijan kannalta on se, jos ongelmia ei tuoda riittävän ajoissa esiin eli valvota ajoissa. Töitä on saatettu tehdä jo pitkään ja on annettu olettaa, että kaikki sujuu hyvin, mutta vasta projektin loppuvaiheessa valvojat todella alkavat listata vikoja ja puutteita ylös. Tällöin yleensä puutteiden toistuvuus on huomattavasti yleisempää, kuin jos ne olisi kirjattu ylös ja vaadittu korjaamaan jo alkumetreillä.

Tilaaajan valvojalla on velvollisuus puuttua havaitsemiinsa epäkohtiin asennuksissa. Pääurakoitsijan tulee kyetä seuraamaan näitä nimettyjä puutteita ja estämään omalla toiminnallaan niiden jatkuminen. Tarvittaessa päätoteuttaja voi edesauttaa tilaaajan valvojan työtä etupainotteisemmaksi sopimalla ajankohdat yhteisille asennustapatarkastelukierroksille ja työmaakäynneille, joilla pyritään tuomaan riittävän ajoissa esiin asioita eikä tarkastella kaikkea jälkikäteen. Jälkimmäisessä tapauksessa vikojen ja puutteiden korjaaminen saattaa pahimmassa tapauksessa olla valtava työ, johon ei ole varattu urakoitsijalta minkäänlaista resurssia enää viime hetkellä.

## 4.2 Rakennus- ja sähkötöiden tavallisimmat yhteensovitustarpeet

Haastattelujen perusteella haasteita löytyi niin rakennustöiden ja sähkötöiden kuin muidenkin talotekniikkatöiden yhteensovittamisessa. Haasteita on kohdattu kaikissa projektin vaiheissa ja niitä tuotiin esiin kaikkien haastateltujen toimesta, niin päätoteuttajan, sähköurakoitsijan kuin sähköurakan valvojan roolissa toimineiltakin. Useimmat haasteet ja niiden syyt kyllä tunnistetaan jälkikäteen, mutta merkittävintä olisi löytää keinot niiden välttämiseen jo etukäteen.

### 4.2.1 Ennen rakentamista

Haastattelujen aikana nousi esiin suunnitelmien valmiuden ja toteutuskelpoisuuden puutteet. Työtä joudutaan liian usein suunnittelemaan puutteellisilla suunnitelmissa. Myöhemmin suunnitelmien päivittyessä aiheutuu lisäkuluja, joita ei ole

voitu urakan kilpailutus- ja tarjousvaiheessa huomioida. Suunnittelun laatu on tuotu esiin myös muissa aiheita käsittelevissä tutkimuksissa [7, s.33; 1, s.17-19]. Haastateltujen mukaan lähes joka projektilla koituu ongelmia eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovituksen puutteellisuudesta. Tämä koskee yksittäisten laitteiden sekä laajemmin monien eri teknisten järjestelmien keskinäistä yhteensopivuutta. Lisäksi projekteilla, joissa on monia toimijoita ja esimerkiksi useita sivu-urakoita, on kunkin urakan toimituslaajuus ja urakkarajan selvitys jokaisen toimijan kanssa aikaa vievä ja toistuva selvitystarve.

Vaikka töitä tehdään monesti tilaajan suunnitelmilla ja vastuu yhteensovituksesta on tilaajalla sekä tilaajan nimeämällä pääsuunnittelijalla, siirtyvät ongelmat hyvin usein työmaalle asti, ennen kuin niitä huomataan. Parhaimmassa tapauksessa ongelmat on mahdollista tuoda esiin jo ennen, kuin ne ovat työmaalla työtä suorittavan asentajan ongelma. Haastatteluissa tuotiin ilmi, että mikäli ongelmaan päästään käsiksi vasta tilaajan valvojan toimesta tai silloin, kun työvaihe on alkamassa, ollaan jo myöhässä.

Haastateltavien mukaan päätoteuttajan tai sähköurakoitsijan puolelta on harvoin varattu laajoja resursseja suunnitelmien oikeellisuuden tarkastamiseen. Suunnitelmien ristiriitaisuuden tai toteutuskelpoisuuden tarkastelu edes jollain erikseen määriteltävällä tarkkuudella auttaa usein merkittävästi urakoitsijoiden omaa työtä. On vain ja ainoastaan urakoitsijan sekä päätoteuttajan etu, mikäli mahdollisimman monia ristiriitoja kyetään tunnistamaan riittävän ajoissa. Kokemusteni sekä haastattelujen mukaan tämän jälkeen haasteet liittyvät siihen, miten nopeasti tilaajan edustajat ja valvojat reagoivat saamaansa tietoon tai tekevät päätöksiä ongelman korjaamiseksi.

Apu suunnitelmaristiriitojen hallintaan on saatu, kun suurin osa talotekniikka-suunnittelusta tapahtuu nykyään tietomallintamisena. Tietomallin suurin etu on kaikkien suunnittelu- ja toteutustietojen kokoaminen samaan paikkaan. On havaittu, että talotekniikka-, arkkitehti- ja rakennesuunnitelmien ristiriidat ovat helpommin tunnistettavissa tietomallin avulla, mutta talotekniikkaurakoitsijat ovat vielä melko passiivisia tietomallipohjaisen suunnittelun ohjauksessa ja

kehittämässä. Yhteistyön lisäämiselle suunnitteluvaiheessa on nähty tarve sekä suunnittelun että urakoitsijan näkökulmasta ja osapuolet kokevat, että suunnittelu ja toteutus elävät liian omissa maailmoissaan. [1, s. 25.]

Haastattelujen perusteella ongelma tunnistetaan, mutta sen ratkaisemiseksi ja yhteistyön parantamiseksi vaaditaan vielä paljon työtä. Oman kokemukseni perusteella rakennus- tai talotekniikkaurakoitsijoiden edustajilla ei välttämättä ole kokemusta suunnittelun ohjaukseen osallistumisesta tai siihen ei ole varauduttu riittävällä resursoinnilla. Uudet hankemuodot asettavat jatkuvasti uusia haasteita projektihenkilöstön osaamiselle, eikä uusien tehtäväkuvien suorittamiseen ole välttämättä erikseen varattu resursseja. Hankemuodolla on iso vaikutus siihen, millaista osaamista päätoteuttajan tai sähköurakoitsijan edustajilta vaaditaan. Kohdeyrityksen organisaatiossa monia uusia tehtäviä suoritetaan usein muiden tavanomaisempien ja tutumpien urakkamuotojen vakiinnuttamien roolien ohella. Uudet hankemuodot vaativat tulevaisuudessa kohdeyrityksen työmaahenkilöstöltä yhä enemmän uusien toimintamallien ja toimenkuvien omaksumista.

Haastattelujen perusteella kohdeyrityksen edustajien yhdeksi ongelmaksi nimettiin sähkötekniikan urakan kilpailutus- ja hankintavaihe. Haastateltavat kohdeyrityksen projektijohtajat kokivat, ettei heillä itsellään aina ole ollut riittävä tietoa kilpailutuksen ja urakoitsijavalinnan tekemisestä eikä käytössään riittävän asiantuntemuksen omaavaa henkilöstöä. Sähkövalvojan työtä tekevien haastateltavien mukaan esimerkiksi urakoitsijavalinnoista, suunnitelmiin vaikuttamisesta, materiaalivalinnoista, maksuerätaulukon laatimisesta ja sopimuksen lisätyöhinnittelusta voi saada tuntuvaan taloudellista hyötyä, kun sähköalan ammattilainen on alusta asti mukana.

Sähköurakoitsijan haastattelun perusteella sähköalan asiantuntemuksen puute näkyy monesti kohteen yleisaikataulussa, jos työvaiheiden oikeita sisältöjä tai todellisia kestoja ei ole osattu ottaa huomioon, vaan pyydetään urakoitsijaan lisäämään resursseja aikataulun vaatimusten mukaisiksi. Tämä ei kuitenkaan

aina ole käytännössä mahdollista, vaan esimerkiksi kaapelin vetäminen yhdeltä keskukselta ei onnistu monelta työryhmältä samanaikaisesti.

Yksi keskeisimmistä tarpeista kohdeyrityksen henkilöstössä on haastateltavien mukaan saada riittävä osaaminen mukaan projektiin riittävän varhaisessa vaiheessa koskien taloteknisiä töitä. Myös haastatellut sähköalan asiantuntijat sekä sähköurakoitsija kokevat, ettei yleisestikään rakennusliikkeillä ole riittävää osaamista ja valmiutta sähköurakkaan liittyviin erityispiirteisiin. He kokevat, että projektinjohtohenkilöstö on usein hyvin ammattitaitoista omassa työssään, kuitenkin taloudellisissa ja sopimusteknisissä asioissa, mutta heidän työaikansa ei yksin riitä taloteknisten urakoiden riittävään seurantaan.

Haastateltavat kohdeyrityksen projektijohtajat toivat esiin tarpeen käyttää luotettavaa ja tuttua konsulttia, mikäli osaamista ei löydy oman organisaation sisältä. Kohdeyrityksessä on tunnistettu tarve lisätä konsulttiyhteistyötä tai hankkia yrityksen palvelukseen talotekniikan asiantuntijoita. Tarve on toistaiseksi ollut projektikohtaista ja vaihtelevaa, joten laajempiin toimiin ei ole vielä ryhdytty. Tulevat hankkeet osoittavat enemmän, millaista osaamista ja missä muodossa tullaan jatkossa tarvitsemaan.

#### 4.2.2 Rakentamisen aikana

Tutkimusten mukaan tyypillisimpiä ristiriitoja rakennushankkeissa ovat samassa tilassa tehtävät eri järjestelmien samanaikaiset asennustyöt. Tämän urakoitsijat kokevat yleensä kuormittavimmaksi yhteensovituspuutteeksi. [1, s. 12.] Haastateluissa ilmeni sama ongelma, joka korostuu sitä mukaa, mitä pienempiin urakkokokonaisuuksiin työt on pilkottu ja mitä useampia toimijoita on hankkeessa mukana. Aikataulu on lähtökohtaisesti laadittu siten, että eri järjestelmien asennustöitä ei aikatauluteta samanaikaisesti samoihin tiloihin tai alueille. Ongelmat liittyvät haastateltavien ja oman kokemukseni mukaan liian kireäksi laadittuun aikatauluun. Tähän suurin vaikutusmahdollisuus on lähtökohtaisesti tilaajalla, joka määrittelee koko hankkeen aikataulun.

Mikäli rakennusvaiheessa jokin työvaihe viivästyy, ja se siirtää ensimmäisen taloteknisen työn aloitusta, kertautuu ongelma jatkuvasti eteenpäin työjärjestyksen mukaisesti. Lisäksi ongelmia aiheuttaa haastattelujen perusteella se, ettei kaikille osapuolille ole selvillä seuraavan työvaiheen aloitusedellytykset. Rakennustöiden viivästyminen aiheuttaa välittömästi sen, ettei talotekniikkaurakoiden töitä päästä aloittaman aikataulun mukaisesti. Tämän jälkeen eri talotekniikkalajien töitä joudutaan aikataulun viivästyksen vuoksi aloittamaan päällekkäin, vielä rakennustöiden viimeistelyn ollessa keskeneräistä. Luonnollisesti tässä tilanteessa jokaisella urakoitsijalla on päällimmäinen tarve saada omat urakkansa työsuoritteet mahdollisimman nopeasti valmiiksi, eikä haluta ymmärtää, mikä olisi koko projektin kannalta järkevintä.

Tämän lisäksi päätoteuttajan kommunikointi eri aliurakoitsijoiden välillä on tärkeää, jotta viivästykset ovat kaikkien tiedossa. Sähköurakoitsijan näkökulmasta yksi tyypillisin esimerkki ovat liian aikaisin peittyvät rakenteet, jolloin esimerkiksi seinän tai alakaton sisään ei ole ehditty tehdä kaikkia tarvittavia asennuksia. Vaikka osa töistä on viivästynyt, yritetään tehdä jokin toinen työvaihe aikataulun mukaisesti eikä tiedosteta yksittäisen työvaiheen kaikkia mahdollisia aloitusedellytyksiä. Varsinkin sähköurakan kohdalla töiden aloittamiselle ei riitä osittainen valmius. Töiden aloittaminen sieltä täältä paikoista, joissa aloitusedellytys on saavutettu, rasittaa kaikkia osapuolia eikä mahdollista laadukasta lopputulosta ja tehokasta työajan käyttöä.

Haastatelluilla henkilöillä oli esittää useita esimerkkejä yksittäisistä työvaiheista ja tapauksista, joissa tiedonkulun puutteen vuoksi on aiheutettu toiselle urakoitsijalle esteitä omalla työsuorituksella, vaikka tilanne olisi voitu välttää. Sellaiset asiat, jotka tuntuvat runkorakenteita tehdessä pieniltä muuttujilta, saattavat vaikeuttaa ja hidastaa taloteknisten töiden suorittamista merkittävästi. Esimerkkinä tällaisesta voidaan mainita erilaisten varausreikien tekeminen betonirakenteisiin tai aiemmin mainittu liian varhainen rakenteiden peittäminen.

Vaikka alkuperäinen ongelma johtuisi suunnitelmaristiriidasta, ei malteta katsoa ratkaisua juuri sen hetkistä tilannetta pidemmälle. Kaikista reikävarauksista ei

tarkasteta, onko talotekniikkaurakoiden aloitusedellytys niiden osalta täyttynyt, vaan jokainen urakoitsija tuijottaa tunnollisesti omia suunnitelmiaan. Mikäli puuttuva reikä havaitaan, saatetaan sen ongelma ratkaista pikaisestikin tekemällä reikä valmiiseen rakenteeseen. Tämän jälkeen ei kuitenkaan katsota vielä pidemmälle, mikä on seuraavan työvaiheen tilanne ja vaikutus siihen. Haastattelujen mukaan varsinkin sähkö- ja LVI-urakan välillä kannakointien, läpivientien ja asennuskorkojen keskinäinen suunnitelmaristiriitaisuus on hyvin yleistä. Yleensä tämän jälkeen vaikeuksia aiheutuu viimeistään palokatko-urakoitsijan työsuoritukselle, joka on omalta osaltaan myöskin hyvin säädeltyä ja soveltamisvaraa ei enää siinä vaiheessa ole. Varsinkin silloin, jos kohteessa ei käytetä tietomallipohjaista suunnittelua, kasvavat nämä riskit entisestään.

Haastattelujen yhteydessä tuotiin esiin myös aliorakoitsijan halu yrittää peitellä omasta toiminnasta aiheutuneita viiveitä, jolloin tietoa viiveestä ei saada ajoissa seuraavan työvaiheen suorittajalle. Projektin kokonaiskuvan kannalta kaikkien viiveiden esiin tuominen on ensiarvoisen tärkeää riippumatta viiveen aiheuttajasta.

Haastateltujen mukaan aliorakoitsijan kanssa on pidettävä säännöllisesti seurantalopalavereja, joissa urakoitsijoiden on ilmoitettava kaikki tiedossaan olevat viiveet ja raportoitava työsuoritusten edistymä. Haastateltujen sekä oman kokemuksen perusteella monet urakoitsijat aliarvioivat palaverien merkitystä ja palaverihin eivät osallistu sellaiset henkilöt, jotka todellisuudessa tietävät, mitä työmaalla tapahtuu, tai aliorakoitsijalla ei ole edustajaa palaverissa ollenkaan. Varsinkin isommissa projekteissa on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, että on säännöllinen yhteinen palaveri, jossa eri osapuolten asiat käydään yhdessä läpi. Tällöin kaikilla on mahdollisuus tuoda esiin mahdolliset ongelmakohdat välittömästi ne havaittuaan ja muiden osapuolten varautua niiden vaikutuksiin.

Asennustapataarkastusten ja malliasennusten osalta merkittävä puute haastateltujen perusteella on eri talotekniikkalajien keskinäisen mallikatselmoinnin puute. Jokaisen urakan ja urakoitsijan suoritusta ja sen oikeellisuutta tarkastellaan yksittäin eikä muita seuraavan työvaiheen tekijöitä kutsuta paikalle. Esimerkiksi

LVI-työt suoritetaan ja tarkastetaan usein ennen sähköurakan töitä. Mutta kun LVI-asennuksen malliasennus hyväksytään, ei oteta huomioon perässä seuraavaa sähköasennusta. Haastateltujen kokemuksissa korostuivat asennustilojen ahtauden aiheuttamat ongelmat.

Samoja ongelmia on koettu myös mallikatselmuksissa toisinpäin: kun valmiisiin asennuksiin lisätään uusia laitteita, ei välttämättä oteta huomioon jo kohteessa olevan laitteiston vaatimuksia esimerkiksi minimietäisyyksistä. Tällaiset seikat tulivat pahimmassa tapauksessa esiin vasta testausvaiheessa, kun jokin laite tai komponentti ei toiminut suunnitelmien mukaisesti. Ongelmat korostuvat työmaalla, jossa on paljon erillisiä jaettuja urakoita tai sivu-urakoita. Näin ollen kaikki urakat eivät toimi suoraan päätoteuttajan alaisuudessa ja valvonnassa, jolloin eri urakoiden omat malliasennukset on saatettu tarkastella vain omina kokonaisuuksinaan juuri kyseisen työvaiheeseen liittyvien osapuolien paikalla ollessa.

Myös palotekniset asiat ovat haastateltavien kokemuksen mukaan aiheuttaneet ongelmia jo tehtyihin asennuksiin. Merkittävin puute oli se, etteivät palokatkojen aiheuttamat vaatimukset olleet tiedossa riittävän ajoissa. Palokatkojen suunnittelu olisi tullut monella projektilla aloittaa aiemmin, vaikka se on työvaiheena aivan viimeisimpiä. Haastatteluissa tuli ilmi tilanteita, joissa esimerkiksi ilmastointikanavien kannakointi täytti sille asetetut vaatimukset, mutta läpiviennin kohdalla ei ollut asennusvaiheessa käytössä palokatkon detaljisuunnitelmaa. Näin ollen palokatkotyyppin mukaista kannakoinnin minimietäisyyttä ei ollut täytetty ja näitä jouduttiin korjaamaan jälkikäteen. Kun kyseessä on iso työmaa, aiheutuu siitä iso työvaihe.

#### 4.2.3 Käyttöönotto- ja tarkastusvaiheessa

Rakennusteknisten töiden osalta käyttöönotto- ja tarkastusvaihe on ajallisesti lyhyt ja vaatimaton verrattuna taloteknisten töiden käyttöönottovaiheeseen. Yleis-aikataulun laatijoilla ei välttämättä ole käytettävissään riittävästi lähtötietoja riittävän aikaisessa vaiheessa, jotta käyttöönotto- ja tarkastusvaiheen aikataulussa

huomioitaisiin sähkötekniisten töiden erityisvaatimukset. Kohdeyrityksen henkilöstön epätietoisuus käyttöönottovaiheen aikataulusta liittyi siihen, ettei käyttöönottovaiheen tehtävänimikkeiden varsinainen sisältö ole tuttu. Vaikka tehtävä näkyisi aikataulussa, ei pystytä omalla tietämyksellä luotettavasti arvioimaan, mikä on tehtävän todellinen edistymä.

Mikäli omalla käytössä olevalla sähköurakan asiantuntijalla ei ole riittävästi aikaa seurata kaikkia työvaiheita, joudutaan luottamaan suoraan sähköurakoitsijan omaan ilmoitukseen. Luottamuksen haastateltavat kokevat yhteistyön perustana kaikkien hankkeen osapuolten välillä, mutta enemmistö merkittävänä riskinäkin, mikäli oma tietotaso ei mahdollista toisen urakoitsijan näkemysten kyseenalaistamista. Etenkin taloteknisiin järjestelmiin liittyvät automaatio- ja valvontajärjestelmät tulevat päätoteuttajalle esiin juuri käyttöönotto- ja testausvaiheessa. Mikäli päätoteuttajan puolella ei ole riittävästi tietämystä rakennusautomaatiosta, on mahdotonta pysyä johtavana tahona palavereissa ja testausten seurannassa.

Haastattelun perusteella pätevän sähköalan asiantuntijan saaminen mukaan projektiin varhaisessa vaiheessa vaikuttaa koko projektin onnistumiseen, sillä alkuvaiheessa määritellään myös loppuvaiheen aikatauluja. Alkuvaiheen viivästykset siirtyvät ilman korjaavia toimenpiteitä loppuvaiheen töihin, joita yleensä juuri käyttöönotto- ja tarkastustehtävät ovat. On tärkeää myös tietää sähköalan asiantuntijan tausta, sillä rooli ja tarve voi vaihdella hyvin paljon urakan tyypistä riippuen. Varsinkin projekti, joka sisältää monia erillisiä taloteknisiä järjestelmiä, vaatii huomattavaa osaamista automaatiosta pelkän sähköurakan asennustyön seurantavalmiuden lisäksi. Moni haastatelluista koki oman tietämyksen lisäämistä huomattavasti tärkeämmäksi saada käyttöönsä luotettavia talotekniikan asiantuntijoita. Samaan tulokseen on päädytty aiheen aiemmassa tutkimuksessa [7, s. 35–36].

## 5 Oppaan tuottaminen

Haastatteluissa esiin tulleet haasteet ja ongelmakohdat sähköurakan seurannassa olivat suhteellisen suppeasta määrästä huolimatta yhteneväisiä aiheesta tehtyjen laajempien selvitysten kanssa. Aalto-yliopistossa on tehty tutkimushanke aiheena Taloteknisten järjestelmien rooli rakennushankkeen prosessissa [1], jonka loppuraportin tulokset rakennusvaiheesta antoivat tukea oman haastattelun tuloksille. Peab Oy:lle puolestaan on tehty diplomityö [7] tarkoituksenaan parantaa yrityksen talotekniikan johtamista, ohjausta ja valvontaa. GRK Suomen tarve selvittää sähköurakan onnistuneen seurannan edellytykset ei siis ole rakennusalalla ollenkaan poikkeuksellinen, vaan talotekniikka koetaan ja on koettu aiemminkin haastavaksi osaksi nykyaikaisia teknisiä hankkeita myös muiden toimijoiden näkökulmasta.

Tämän työn puitteissa tarkoituksena oli keskittyä projektinjohtohenkilöstön mahdollisuuksiin varmistua siitä, että sähköurakan seuranta tapahtuu luotettavasti. Tämä toteutettiin oppaalla, johon valittiin keskeisimmät kriteerit sähköurakan valvojan työtehtävien tarkasteluun sen perusteella, mitkä kohdat ovat aiemmin aiheuttaneet haasteita. Oppaan avulla projektinjohto voi arvioida sähköurakan seurannan luotettavuutta jo alkuvaiheessa, kun tulee arvioida, millaisen henkilön projekti tarvitsee käyttöönsä taloteknisiä urakoita valvomaan. Opasta ei julkaista lopullisessa muodossaan tässä työssä, vaan se on tarkoitettu kohdeyrityksen sisäiseen käyttöön.

### 5.1 Sähköurakan tärkeimpien seurantamenetelmien käyttö

Opasta varten nimettiin tyypillisimmät ongelmakohdat sähköurakan rakentamisvaiheen aikaisessa seurannassa, jotka ilmenivät haastatteluissa. Tarkoituksena on kyetä välttämään nämä ongelmat, joten oppaaseen valittiin projektinjohtoon käyttöön kysymyksiä, joihin heillä tulee olla vastaus joko itsellään tai palveluksessaan olevalta talotekniikka-asiantuntijalta. Mikäli kysymykseen ei osata vastata, on syytä ryhtyä pyytämään lisäapua. Kysymyksillä pitäisi ratkaista seuraavat yleisimmät tässä työssä esitetyt ongelmakohdat.

- Asennustapatarkastuksessa eivät ole kaikki tarvittavat osapuolet mukana.
- Asennustapatarkastuksessa tehdään asennusohjeesta tai standardista poikkeava hyväksyntä, joka aiheuttaa myöhemmin ongelmia.
- Urakan töitä ei toteuteta asennustapatarkastuksen, malliasennuksen tai hyvän asennustavan mukaisesti.
- Urakoitsija ei tunnista, mistä kaikista järjestelmistä ja mitä laatuaineistoa tulee tuottaa.
- Urakoitsija ei ole varannut laatudokumentaation tuottamiseen riittäviä resursseja.
- Suunnitelmamuutokset ja -päivitykset eivät ehdi työmaalle, vaan työtä tehdään vanhoilla revisioilla.
- Punakynien vienti tarkepiirustuksiin tai loppupiirustuksiin on puutteellista.
- Aikataulun seuranta ei onnistu, koska aikataulu on puutteellinen tai tehtävänimikkeet eivät vastaa todellisuutta.
- Aikataulun seuranta ei onnistu, koska ei tunnisteta, mitä työvaiheita tehtävänimike sisältää ja milloin se on valmis.
- Vika- ja puutelistojen korjaaminen ja seuranta ei ole hallinnassa.

Kysymykset muotoiltiin esitettäväksi tietynä ajankohtana ikään kuin projektinjohtohenkilöstön omana tarkastuslistana. Alapuolella on esitetty vaadittu toimienpide asian hoitamiseksi, mitä sähköurakkaa valvovalta toimihenkilöltä tai konsultilta tulee pyytää.

#### Sähkötöiden aloitusvaiheessa

- Ovatko kaikki vaaditut asennustapatarkastukset tiedossa ja onko jokaiseen katselmukseen kutsuttu tarvittavat kunkin osapuolen edustajat, jotka ovat riittävän päätösvaltaisia?
  - (a) Hyväksytä tilaajan valvojalla lista vaadittavista asennustapatarkastuksista ja mallikatselmuksista. Listassa tulee olla esitettynä kaikki tahot ja henkilöt, jotka kutsutaan kuhunkin katselmukseen. Vähintään urakoitsijan edustajan, valvojan ja suunnittelijan tulee olla päätoteuttajan edustajan lisäksi paikalla. Huomioi myös mahdollinen kolmannen osapuolen tarkastaja sekä muut urakoitsijat, joiden järjestelmiin asennus liittyy (esim. palokatkojen aiheuttamat vaatimukset ja seuraavat tai edeltävät työvaiheet/järjestelmät)

- (b) Vaadi asennustapatarkastuksille oma aikataulu, jos niitä ei ole esitetty urakan yleisaikataulussa.
- (c) Vaadi, että laadittu pöytäkirja hyväksytään allekirjoituksin tilaajan valvojan sekä urakoitsijan toimesta.
- Mitä suunnitelmista, asennusohjeesta tai määräyksistä poikkeavia menetelmiä on hyväksytty malliasennuksissa, ja tuleeko ne viedä jatkokäsittelyyn? (Vaikka niillä ei olisi aikataulullisia tai taloudellisia seuraamuksia, onko esim. viranomaisilla tai muilla tarkastuksia tekevillä tahoilla vaikutusta myöhemmin.)
  - (a) Vaadi jo etukäteen, että pöytäkirjaan tulee aina kirjata kaikki asennustapatarkastuksissa tai mallikatselmuksissa tehdyt päätökset, joilla sovitaan työn toteuttamisesta tuotteiden asennusohjeiden tai vallitsevien määräysten vastaisesti tai niistä poiketen. Vie tällaiset kirjaukset aina käsittelyyn mallikatselmuksipöytäkirjan yläpuolelle esimerkiksi työmaakokoukseen.
- Onko urakoitsijalle selvää, mitä järjestelmiä urakan toimituslaajuuteen kuuluu ja millaista laatuaineistoa niistä tulee tuottaa? Onko tilaajan valvojan näkemys yhteneväinen? Kuka tuottaa vaaditun laatuaineiston ja milloin?
  - (a) Huolehdi, että kunkin järjestelmätoimittajan tai urakkakokonaisuutta suorittavan urakoitsijan edustajan ja tilaajan valvojan kanssa on pidetty ennen töiden aloittamista palaveri, jossa käydään läpi urakan vaatimuksenmukaisuuden osoittamiseen ja luovutukseen vaadittava aineisto. Kokouksesta on ehdottomasti laadittava pöytäkirja, josta tulee ilmetä sovittu materiaalien hyväksyttämismenetelmä sekä vaadittavien dokumenttien tallennuspaikka ja -muoto.
  - (b) Huolehdi, että laatudokumentaatiota laaditaan sovittujen vaatimusten mukaisesti. Vaadi, että dokumentaatiota seurataan palavereissa tilaajan valvojan kanssa. Palaverista on ehdottomasti laadittava pöytäkirja, josta ilmenee dokumentaation sisällössä havaitut yksilöidyt puutteet.
  - (c) Kiinnitä erityistä huomiota sellaisissa tilanteissa, jolloin vaatimuksia myöhemmin muutetaan tai jonkin osapuolen aktiivinen tai päätösvaltainen henkilö, kuten tilaajan valvoja, vaihtuu. On tärkeää, että aiemmin sovitut asiat on kirjattu ylös ja niillä voidaan osoittaa toimitun sovitulla tavalla.
  - (d) Urakoitsijaa voi kannustaa dokumentaation ajantasaiseen laamiseen maksuerätaulukon avulla. Hyväksyttäviin eriin voi sisällyttää myös dokumentaation vaatimuksia. Mikäli maksuerän ehtona on esimerkiksi jonkin tilan asennusten täysi valmius, voidaan tähän sisällyttää esimerkiksi itselleluovutusdokumentin tallennus.

Sähkötöiden ollessa käynnissä

- Kuka seuraa sähköurakoitsijan työn jälkeä ja laatua työmaalla? Onko hänellä siihen riittävät edellytykset tiedollisesti sekä ajallisesti? Onko tilaajan valvoja suorittanut aktiivista valvontaa vai painottuvatko vika- ja puutelistat aivan urakan loppuun? Voidaanko vaikuttaa havaintojen määrään vika- ja puutelistoilla omalla toiminnalla?
  - (a) Hanki projektin käyttöön henkilöresurssi, jonka kokemus ja koulutus vastaavat projektin talotekniikan sisältöä. Mikäli projekti sisältää laajemmin rakennusautomaatiota, tulee tähän varata erityistä osaamista.
  - (b) Vaadi tilaajan valvojan ja suunnittelijan kanssa suoritettavia yhteisiä tarkastuskierroksia suoritettavan riittävän usein. Aikaväli asennustapataarkastuksen tai mallikatselmuksen ja töiden valmistumisen välillä voi kasvaa projektissa suureksi. Tässä välissä suoritettavien tarkastuskierrosten havainnot tulee ehdottomasti kirjata järjestelmällisesti ylös ja huolehtia niiden korjaamisesta sekä jo suoritettujen että tulevien asennusten osalta.
- Kuka urakoitsijalla vastaa siitä, että työntekijät tekevät töitä uusimilla suunnitelmarevisioilla? Miten suunnitelmapäivityksistä tiedotetaan suunnittelijan toimesta sähköurakoitsijan toimihenkilöitä ja miten he tiedottavat asentajia?
  - (a) Huolehdi, että urakan aloituspalaverissa kirjataan ylös suunnitelmamuutosten ilmoitustapa.
  - (b) Anna säännöllisesti omalle työnjohdolle yksittäisiksi työtehtäviksi tarkastaa, millä suunnitelmarevisiolla asentajat tekevät työkohteessa työtä ja mikä on suunnitelman viimeisin revisio.
- Kuka urakoitsijalla vastaa siitä, että työmaalla tapahtuvat työnaikaiset muutokset eli punakynät viedään loppupiirustuksiin? Kenen toimesta punakynät kootaan työmaalla, missä tietoja säilytetään ja miten ne toimitetaan suunnittelijalle?
  - (a) Vaadi, että urakan aloituspalaverissa sovitaan yksityiskohtainen menettely työnaikaisten suunnitelmien tallentamiselle. Viimeistään, kun muutostarpeita ilmenee, tulee huolehtia niiden dokumentoinnista.
  - (b) Huolehdi, että dokumentaation seurantalaverissa seurataan myös punakynien ja työsuunnittelun tilannetta.
  - (c) Anna säännöllisesti omalle työnjohdolle yksittäisiksi työtehtäviksi tarkastaa, sijaitsevatko talotekniset laitteet tai vaikka putket ja kanavat sellaisissa paikoissa, joihin ne on suunnitelmassa osoitettu. Yksilöi tarkasti, mitä kohteita voidaan helposti tarkastella sekä suunnitelmasta että työmaalla. Esimerkiksi suurten laitteiden sijainti osoitetulla seinällä tai kanavan sijainti osoitetulla puolella oviaukkoa ovat sellaisia konkreettisia asioita, joiden havaitsemiseksi ei vaadita suurempaa taloteknistä tietämystä.

- Vastaako aikataulun nimikkeistö sähköurakoitsijan työsuoritteita? Tiedetäänkö, mitä työvaiheita kuhunkin nimikkeeseen kuuluu eli milloin se on valmis?
  - (a) Käy sähköurakoitsijan ja oman sähkötöistä vastaavan henkilön kanssa läpi aikataulunimikkeistön sisältö erillisessä aikataulupalaverissa tarvittaessa läpi. Mikäli urakoitsija ilmoittaa tai itse havaitset, etteivät aikataulussa seurattavat kokonaisuudet vastaa heidän työsuoritekokonaisuuksiaan, on aikataulua syytä korjata.
  - (b) Mikäli kyse on testaukseen ja käyttöönottoon liittyvistä nimikkeistä, on kokonaisuuden hahmottaminen usein hankalaa. Älä yritä sisäistää kaikkea itse, vaan varmista, että oma sähköasiantuntija hallitsee automaatioon ja testaukseen liittyvän sisällön ja hänellä on yhteneväinen näkemys tilaajan edustajan kanssa. Osallistu mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi dokumentaation seurantapalaveriin joskus myös itse, jotta saat käsityksen tilanteesta.
- Kuka urakoitsijalla vastaa vika- ja puutelistojen seurannasta? Miten määritellään, kuka ottaa minkäkin havainnon työn alle ja kuka raportoi havainnon korjaamisen?
  - (a) Huolehdi, että havaittavien puutteiden osalta on sovittu kaikkien tiedossa oleva menettely, jolla puutteet dokumentoidaan, saatetaan urakoitsijan tietoon, korjaaminen raportoidaan ja jolla suoritettu korjaus hyväksytään. Puutteiden määrää, tilaa ja sisältöä tulee ehdottomasti käsitellä seurantapalaverissa.

## 5.2 Tyypillisimpien yhteensovitusongelmien välttäminen

Haastattelussa saatiin seurantamenetelmien käytön lisäksi selville yleisimpiä urakoiden väliseen ja muuhun työmaatoimintaan liittyviä ongelmia, joiden välttäminen ennakkoon olisi kallisarvoista projektille. Ongelmien syyt ovat olleet tunnistettavissa jälkikäteen, mutta oppaan listauksen avulla niitä voidaan kyetä havaitsemaan etukäteen ennen rakentamisvaihetta, sen aikana sekä käyttöönotto- ja tarkastusvaiheessa.

- Suunnitelmien toteutuskelpoisuus ja yhteensovitus eri suunnittelu-alojen välillä ei ole riittävällä tasolla. -> Ongelmat huomataan liian myöhään.
  - Harkittava etukäteen, kuinka suuri resurssi on varattava suunnitelmien toteutuskelpoisuuden arviointiin ja suunnittelun ohjaukseen.

- Sähköurakan kilpailutus- ja hankintavaiheessa ei ole riittävästi työkaluja ja osaamista esimerkiksi urakoitsijavalinnoista, suunnitelmiin vaikuttamisesta, materiaalivalinnoista, aikataulun ja maksuerätaulukon laatimisesta sekä sopimuksen lisätyöhinnittelusta.
  - Jo projektin aloitusvaiheessa on tunnistettava, onko syytä etsiä taloteknisten töiden tuntemusta välittömästi käyttöön.
- Rakennustöiden valmistuminen viivästyy. -> Talotekniikkatöiden aloitus viivästyy.
  - Talotekniikkatöiden aloitusedellytykset tulee olla selvillä rakennustöistä vastaaville työnjohtajille.
  - Pienetkin rakennusvaiheen viiveet tulee tunnistaa ja selvittää mahdollisuus aikataulun kirkaiselle ENNEN talotekniikkatöiden aloitusta.
- Talotekniikkaurakoitsijat eivät pääse aloittamaan töitä järjestelmällisesti ja suunnitellusti. -> Vaikutus kertautuu useaan toista seuraavaan työvaiheeseen ja urakkaan.
  - Tarvittaessa kiirehtiminen ja valmiiksi saattaminen rakennustöissä tulee painottaa niin, että talotekniikkatöille valmistuu kokonainen mesta eikä monta osittaista.
- Urakoitsijalta ei saada ajoissa tietoa ongelmista tai viiveistä.
  - (a) Säännölliset seurantalaverit, joihin urakoitsijoiden on osallistuttava sopimuksen mukaisesti. Asialistalla on oltava selkeä paikka tuoda ongelmakohtat esiin ja on huolehdittava tiedon saavuttavan kaikki osapuolet.
- Malliasennuksissa tarkastellaan jokainen järjestelmä ja urakkasäilytö yksittäisenä eikä pidetä yhteiskatselmuksia. -> Havaittavissa olevat ongelmat eivät tule ilmi jo työvaiheen alussa, vaan vasta aiheuttaessaan ongelmia joko seuraavalle tai edelliselle työvaiheelle.
  - (a) Pidettävä yhteismallikatselmuksat tai vaadittava eri tekniikkalajien edustajat osallistumaan toistensa mallikatselmuksiin.
- Palo-osastoinnin aiheuttamat vaatimukset taloteknisille järjestelmille eivät ole tiedossa ajoissa. -> Asennuksia joudutaan korjaamaan jälkikäteen tai palokatkoja uusimaan.
  - (a) Palokatkosuunnittelun tulee ole mukana hankkeessa jo varhaisessa vaiheessa: kun aloitetaan talotekniikkatyöt, tulee olla käytössä tyypillisimmät palokatkojen detaljisuunnitelmat.
- Käyttöönottovaiheen aikataulun nimikkeiden sisältö ei ole selvillä ja seuranta on puutteellista. Testausten aikataulullinen johtaminen ei onnistu, koska talotekniikkaurakoitsijoiden ongelmiin tai toimituslaajuuksiin ei osata puuttua.

- (a) Sähköalan asiantuntijan on vastattava projektin tarpeita. On tunnistettava, liittykö hankkeeseen enemmän sähköasennusta vai myös automaatiota ja järjestelmiä, joiden tuntemusta vaaditaan.
- Käytössä ei ole yrityksen omaa henkilöstöä talotekniikkatöistä vastaamaan projektin alusta asti, vaan konsultin etsintä vie aikaa.
  - (a) Yrityksen on harkittava laajemmassa kuvassa, onko syytä etsiä vakiintuneita yhteistyökumppaneita laajempien talotekniikkahankkeiden toteuttamista varten.

### 5.3 Oman työnjohdon sitouttaminen sähköurakan seurantaan

Haastattelujen sekä aiempien tutkimusten [7, s. 49] perusteella pääurakoitsijan oman henkilöstön tietämys ja tuntemus talotekniikasta vaihtelee erittäin paljon. Suurin osa haastatelluista koki, että tarvitsisi lisätietoja niin sanotuista perusasioista tai yleistietämyksestä. Useinkaan ei koeta, että päätoteuttajan roolissa tulisi hallita minkään erityisalan pieniä yksityiskohtia tai määräyksiä, vaan pitäisi päästä esimerkiksi aikataulun perusnimikkeistön osalta sille tasolle, että minäänlaista seurantaa olisi mahdollista suorittaa. Seurantamenetelmiä valittaessa pystyttiin osoittamaan kaksi esimerkkiä tehtävistä, joita kohdeyrityksen omalle työnjohdolle voidaan osoittaa. On tärkeää yksilöidä, mitä halutaan tarkastaa, jotta kynnyks on suorittamiselle on mahdollisimman pieni ja sen voi todellisesti suorittaa muiden työtehtävien ohessa työmaalla liikuttaessa.

Haastattelujen perusteella yhdeksi vaihtoehdoksi kohdeyrityksessä nähtiin projektitasolla talotekniikka-asioista järjestettävä sisäinen aloituspalaveri. Varsinkin silloin, kun projektille palkataan ulkopuolinen konsultti, olisi hyvä istua alas ja vaihtaa näkemyksiä puolin ja toisin laajemmalla kokoonpanolla. Talotekniikka ja rakennustekniikka ovat samankin projektin sisällä toisinaan edelleen liian irrallisina toisistaan, vaikka työtä tehtäisiin jatkuvasti esimerkiksi samalla työmaatoimistolla. Usein esimerkiksi rakennustöihin ja talotekniikkatöihin liittyvät urakoitsijapalaverit pidetään erillisinä ja niihin osallistuvat eri henkilöt. Näin ollen tietoa ei vaihdu osapuolten välillä riittävästi, kun kukin vastaa vain oman aihepiirinsä asioista, jotka ovat esillä juuri sillä hetkellä. Olisi tärkeää, että edes päätoteuttajalla olisi toimihenkilöitä, jotka osallistuvat sekä talotekniikan että rakennustöiden

palavereihin ja kykenevät poimimaan sieltä ne asiat, jotka tulisi tarkastella muidenkin kuin oman tekniikkalajin näkökulmasta.

Jokainen päätoteuttajan työnjohtaja saa usein vastattavakseen oman vastualueen ja työvaiheet, joista huolehtiminen on työntekijän sekä projektin ykkösprioriteetti. Haastattelujen perusteella kohdeyrityksessä sähkötekniset työt jäävät yleensä ulkopuolelle tästä tehtävienjaosta. Ne ovat isommilla projekteilla useimmiten kokonaan ulkopuolisen konsultin vastuulla, ja projektinjohton mukaan oma työnjohto ei koe oman tietämyksensä, työtehtäviensä tai vastuunsa liittyvän sähkötekniisiin töihin. Tämän työn puitteissa ei haastateltu kohdeyrityksen työnjohtajia tai selvitetty syitä passiivisuuteen tarkemmin.

Aiemmassa tutkimuksessa [7, s. 49–51] passiivisuus ja osallistumattomuus talotekniikkatöiden työmaaseurantaan johtui siitä, etteivät työnjohtajat koe omavansa riittävästi tietoa aiheesta. Saman tutkimuksen puitteissa ehdotettiin jatko-toimenpiteenä oman työmaahenkilöstön kouluttamista talotekniikkatöihin liittyen. Mikäli GRK tekee jatkossa enemmän talotekniikka sisältäviä projekteja, tulisi yrityksen harkita samaa mutta erityisesti projektikohtaisesti yrityksen sisäisesti. Koulutuksella tulee olla selkeä päämäärä, jotta työnjohto ymmärtää sen merkityksen omassa työssään koko projektin kannalta. Tietämystä tulisi saada projektikohtaiseen perusasioiden ymmärtämiseen, työvaiheistukseen ja työvaiheiden sisältöön sekä avattua näkökulma tässä työssä esitettyjen ongelmakohtien havaitsemiseksi.

## **6 Lopputulos ja yhteenveto**

Työn laajuus oli haastattelujen osalta suhteellisen suppea, sillä kohdeyrityksellä ei ole erityisen paljon kokemusta talotekniikkaa sisältävistä hankkeista. Työn tarkoituksena oli kartoittaa suurimmat ongelmakohtat, joita näissä hankkeissa on kohdattu ja selvittää niiden ratkaisemiseksi vaadittavia toimenpiteitä. Työn lopputuloksena saatiin luvussa 5 esitetty opas, jonka avulla projektinjohtohenkilöstö voi arvioida projektin ja sen henkilöstön kykyä selviytyä sähköteknisistä urakoista tavoitteiden mukaisesti. Opas ei kuitenkaan ratkaise kaikkia työssä

esiintyneitä ongelmia vaan antaa lähinnä mahdollisuuden havaita ongelma ajoissa. Ongelmat ovat melko laajoja, ja niitä kohdataan jatkuvasti alalla.

Varsinaisten suurempien työkalujen aikaansaamiseksi vaadittaisiin kuitenkin laajempi tutkimus ja selvitys sekä tiedot yrityksen todellisesta tarpeesta. Haastatteluissa tuotiin esille yrityksen laatujärjestelmän osalta puute taloteknisten töiden lomakepohjista. GRK Suomen laatujärjestelmä käsittää kattavasti asfaltointiin, kiertotalouteen, kunnallistekniikkaan, louhintaan, pohjarakentamiseen, päällysrakentamiseen, sähköratoihin, taitorakenteisiin, turvalaitteisiin, vahvavirtaan ja väylärakentamiseen liittyvät työt ja laadunosoitusmenetelmät. Talotekniikka, saati rakennusautomaatio on kuitenkin vielä poikkeuksellinen osa yhtiön projekteja. Näihin joudutaan lähtemään helposti niin sanotusti tyhjin käsin ja toteuttamaan projektikohtaisia lomakepohjia. Vakioitujen mallien tai lomakepohjien toteuttaminen voisi olla yksi tulevaisuuden kehityskohde, jos taloteknistä toimintaa halutaan määrätietoisesti lisätä. Tarve olisi esimerkiksi taloteknisten urakoiden seurantapalaverien asialistan luomiselle. Esimerkiksi tietolähteenä toimineen diplomityön [7] lopputuloksena eräälle rakennusliikkeelle oli työkaluja kertynyt noin kymmenkunta, kuten talotekniikan aikataulusohje, tarkastusasiakirja, talotekniikan itselleluovutuslista, mallipohja yleisaikataulun tekemiseen sekä asialista talotekniikan yhteensovituspalaveriin. Aiheen parissa olisi siis mahdollista tehdä huomattavasti lisää työtä kohdeyrityksessä.

## Lähteet

- 1 Peltokorpi, Antti; Varteva, Katarina & Seppänen, Olli. 2021. Taloteknisten järjestelmien rooli rakennushankkeen prosessissa. Tutkimushankkeen loppuraportti. Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos.
- 2 Sähköturvallisuuslaki. 2016. 135/2016.
- 3 Heimonen, Viktoria. 2017. Valvontatyö rakennushankkeessa sähkövalvojan näkökulmasta. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 4 Talotekniikkatöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo. 2019. RT 103172. Rakennustieto Oy.
- 5 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, YSE 1998. RT 16-10660. Rakennustieto Oy.
- 6 Muttilainen, Joni. 2019. Sähköurakan luovutusmateriaaliaineiston laatiminen projektinjohtourakassa. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 7 Tirkkonen, Joel. 2016. Talotekniikkatyöt rakennusurakoitsijan näkökulmasta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Trepo-tietokanta.

## Haastattelukysymykset GRK Suomen henkilöstölle

1. Mitkä asiat ovat omasta näkökulmastasi olleet haastavimpia sähköurakan osalta rakennusprojektin aikana?
2. Missä vaiheessa ongelmakohdat/haasteet ovat tulleet tietoon ja miten tai ke-  
nen kautta?
3. Kuinka paljon itse tunnet sähköturvallisuuden ja sähköurakointiin liittyviä asi-  
oita (lait, asetukset, standardit, urakoitsijan pätevyudet) ja mistä tai keneltä saat  
tietoa/neuvoja tarvittaessa? Koetko, että on riittävä, että sähköurakoitsija itse  
hallitsee mainitut asiat ja voit luottaa heidän toimintansa oikeellisuuteen?
4. Onko käytettävissäsi tarvittaessa ollut sähkötoista vastaava työnjohtaja tai  
valvoja (oman yrityksen edustaja tai konsultti), jolla on alan koulutus ja koke-  
mus?
5. Onko työtehtävissäsi merkitystä tai hyötyä tuntea paremmin sähköalan käsit-  
teitä, työvaiheiden sisältöä, tyypillistä työjärjestystä tai sähköjärjestelmien toi-  
mintaa? Millaisiin asioihin liittyy eniten epätietoisuutta? Millaista tietoa ja miten  
haluaisit saada lisää?
6. Onko yksittäisiä esimerkkitapauksia, joista on muodostunut rakennusprojektin  
aikana ongelmia sähköurakan osalta? Onko jälkikäteen löytynyt vastaus, miten  
kyseinen ongelma olisi voitu välttää?

## Haastattelukysymykset sähköalan henkilöille

(Kysymyksiä 5. ja 6. ei esitetty sähköurakoitsijan edustajalle)

1. Mitkä ovat yleisimpiä asioita, joita joudut selittämään, perustelemaan ja yhteensovittamaan rakennusurakoitsijan (pää toteuttajan roolissa) ja sähköurakoitsijan välisessä työmaatoiminnassa, suuntaan tai toiseen?
2. Koetko, että päätoteuttajalla on tavallisesti riittävä tieto sähköurakan töihin liittyvistä sähköalan erityisvaatimuksista? Onko päätoteuttajalla yleensä riittävät valmiudet sähköurakan seurantaan ja ohjantaan projektitasolla ja miten tätä tulisi parantaa?
3. Millaiset asiat aiheuttavat eniten ongelmia töiden yhteensovittamisen kannalta sähköurakan töiden ja rakennustöiden (tai mahdollisten muiden liittyvien työvaiheiden) välillä? Missä vaiheessa ongelmat yleensä tulevat esiin ja miten sähköurakoitsija voi omalta osaltaan yrittää välttää näitä etukäteen?
4. Onko yksittäisiä esimerkkitapauksia, joista on muodostunut rakennusprojektin aikana ongelmia sähköurakan osalta? Onko jälkikäteen löytynyt vastaus, miten kyseinen ongelma olisi voitu välttää?
5. Mitä sellaisia sähköurakan töitä ja työvaiheita tulee mieleen, joiden osalta myös rakennusliikkeen työnjohto voisi olla kykenevä tekemään seurantaa / valvontaa työmaalla?
6. Mitkä ovat yleisimpiä virheitä tai puutteita sähköurakoitsijan omassa työsuorituksessa projektitasolla? Miten päätoteuttajan tulee kyetä näihin reagoimaan ja millaisia vaatimuksia esittämään tilanteen korjaamiseksi?