



Laatutarkastusten dokumentoinnin kehittäminen sähköurakoinnissa

Petra Kangasluoma

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2019

Talotekniikka,
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikka
Sähköinen talotekniikka

KANGASLUOMA, PETRA

Laatutarkastusten dokumentoinnin kehittäminen sähköurakoinnissa

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Huhtikuu 2019

Opinnäytetyön keskeisinä aiheina ovat laatu ja laadunvarmistus sähköurakoinnissa. Olennaista on ymmärtää laadun merkitys ja siihen ohjaavien määräysten ja säädösten tarkoitus. Laadunvarmistus ajoittuu koko rakennusprojektin ajalle, mutta tässä opinnäytetyössä keskityttiin tarkastelemaan asennusvaiheen toimenpiteitä. Merkittävänä teemana ovat asennustapatarkastukset eli itselleluovutukset.

Tavoitteena oli selkeyttää ja yhdenmukaistaa Consti Talotekniikka Oy:n sähköurakoinnin toiminnanohjaamista ja laadunvarmennusta tukevia asiakirjoja ja dokumentointia. Konkreettisenä tarkoituksena oli laatia tarkastusasiakirjapohjia sähköurakointiin ja pohtia mahdollisia kehitysratkaisuja dokumentointitapojen tulevaisuuteen.

Opinnäytetyö aloitettiin tutkimalla laatua, laadun merkitystä ja laadunvarmistusta. Alkuvaiheessa syvennyttiin myös sähköalaa ohjaaviin ja sääteleviin lakeihin, määräyksiin ja säädöksiin. Aiempien hankkeiden tarkastusasiakirjat toimivat kehitystyön lähtökohtana. Kehitystyön kanssa yhtäaikaaisesti työskentely työmaalla edesauttoi käytännön asioiden huomioimista osana kokonaisuutta.

Kehitystyön tuloksena kehitettiin asiakirjapohjia sähköjärjestelmien toiminnanohjaamisen ja laadunvalvonnan dokumentoinnin tueksi selkeyttämään toimintaprosessia. Työssä tuotiin esille myös näkökulma mobiilisovellusten käytöstä itselleluovutusten työkaluna. Laatutarkastusten dokumentoinnin kehitystyön todetaan olevan vasta alkutekijöissään. Esimerkiksi tarkastusasiakirjojen toimivuus selviää vasta niiden käytössä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering

KANGASLUOMA, PETRA
Developing Quality Assurance Documentation in Electrical Contracting

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 3 pages
April 2019

The main themes in this thesis are quality and quality assurance in electrical contracting. The main purpose is to understand what quality means and why electrical contracting is so regulated. This thesis studies self-inspection, which is one of the tools of quality assurance. The thesis was made for Consti Talotekniikka. The main goal was to improve quality assurance documentation, especially documentation of self-inspections.

The meaning of quality and quality assurance and also laws concerning electrical contracting were studied to gather information for this thesis. Previous inspection documents were also studied and analyzed.

As a result of this study, new, improved inspection documents were created. The new documents are simpler and user-friendlier than the old ones. However, there are still a number of matters in documentation of self-inspection that need improving. It is important to continue improving documentation of inspections. In the future, it would be wise to implement digitalization into the inspection process by using digital applications.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Consti Talotekniikka Oy	6
1.2	Tausta ja tavoite	6
2	LAATU JA LAADUNVARMISTUS	8
2.1	Laatu käsitteenä	8
2.2	Laadun merkitys	9
2.3	Laadun määritelmät sähköurakoinnissa	12
3	TYÖSUORITUSTEN JOHTAMINEN JA VALVONTA	16
3.1	Rakennushankkeen osapuolten roolit laadunvarmistuksessa	16
3.2	Fyysinen asennusvalmius	18
3.2.1	Työmaakokous ja urakoitsijapalaveri	20
3.2.2	Itselleluovutus	20
3.3	Tarkastukset ja mittaukset	23
3.3.1	Tarkastussuunnitelma	24
3.3.2	Mittausten ja tarkastusten tekijä	24
3.3.3	Aistinvarainen tarkastus	25
3.3.4	Käyttöönottotarkastuksen mittaukset ja testaukset	27
3.3.5	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	28
3.3.6	Muut tarkastukset ja mittaukset	30
3.4	Toimintakokeet	30
4	ITSELLELUOVUTUSTEN DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMINEN	31
4.1	Toimivan dokumentin piirteet	31
4.2	Tarkastusasiakirjojen kehittäminen	31
4.3	Omia havaintoja tarkastuksista	32
4.4	Dokumentoinnin haasteet	33
4.5	Kehitystyön jatkaminen	34
5	POHDINTA	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	38
	Liite 1. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	38
	Liite 2. Asennustapatarkastus, asennusreitit -lomake	39
	Liite 3. Asennustapatarkastus, huonekalustus -lomake	40

ERITYISSANASTO

sähkölaitteisto	kiinteä asennus tai muu vastaava sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuva toiminnallinen kokonaisuus
projektipäällikkö	projektinhallinnasta ja tavoitteiden saavuttamisesta vastaava vastuuhenkilö, jonka tehtäviä ovat muun muassa projektin ajan, kustannusten ja laadun valvonta
kärkimies	asentajaryhmän johtaja työmaalla, joka huolehtii työmaalla työn edistymisestä ja toimii linkkinä työmaan ja työnjohdon välillä
TUKES	Turvallisuus ja kemikaalivirasto
SETI Oy	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKESin nimeämä puolueeton ja riippumaton sähköturvallisuuslakien mukaisten sähköpätevyystodistusten arvioija
SESKO ry	sähköteknisen alan kansallinen standardointijärjestö

1 JOHDANTO

1.1 Consti Talotekniikka Oy

Tämän opinnäytetyön tilaajana on Consti Yhtiöihin kuuluva Consti Talotekniikka Oy:n Talotekniikkaurakointi yksikkö. Consti Yhtiöt on yksi Suomen johtavista korjausrakentamiseen ja taloteknisiin palveluihin keskittyneistä yrityksistä. Consti Yhtiöt on emoyhtiö, jonka alaisuudessa toimivat organisaatiomuutosten jälkeen Consti Korjausrakentaminen Oy ja Consti Talotekniikka Oy. Consti Yhtiöiden taustalla on useita yritysostoja, joista merkittävimpänä Koja Tekniikan osto Consti Yhtiöiden perustamisvuonna 2008.

Consti Talotekniikka toteuttaa täyden palvelun talotekniikkaurakointia uudis- ja saneerauskohteissa. Consti Talotekniikan Talotekninen urakointi -yksikkö koostuu LV-urakoinnista, IV-urakoinnista, sähköurakoinnista ja sprinklerurakoinnista. Kohteita ovat asuintalot ja toimitilakohteet, kuten toimistot, hotellit, julkiset tilat ja logistiikka- ja tuotantotilat. Consti Talotekniikka operoi pääkaupunkiseudulla, Uudellamaalla ja Pirkanmaalla. Consti Yhtiöt työllistää yli 1000 korjausrakentamisen ja talotekniikan ammattilaista.

1.2 Tausta ja tavoite

Rakentamisen laatuun kiinnitetään nykyään yhä enemmän huomiota. Rakentamisteollisuuden tavoitteena on luoda kohteiden käyttäjille käyttötarkoituksen mukaiset turvalliset ja terveelliset tilat kerralla kuntoon. Jatkuva toiminnanohjaus ja laadunvalvonta ovat keskeisiä asioita, jotta tämä toteutuu. Toimintaprosessin tavoitteena on ennakoida virheet ja ristiriidat jo toteutusvaiheen varhaisessa vaiheessa ja näin mahdollistaa virheetön luovutus ja kustannustehokkuus.

Sähköurakoinnissa laatu ilmenee moninaisena. Sähkön laatu on niin säännösten ja määräysten mukaisia asennuksia kuin kohteen loppukäyttäjälle sopivia asennusratkaisuja. Sähköurakointi on erittäin valvottu ja säännöstelty ala.

Tämän opinnäytetyön taustalla ovat Consti Talotekniikan sähköurakointi yksikön tarve ja tahtotila kehittää ja yhdenmukaistaa dokumentointikäytäntöjä. Tässä opinnäytetyössä laadunvalvontaa tarkastellaan erilaisten asennustapatarkastusten ja mittausten avulla. Tähän mennessä asiakirjojen kirjo on esiintynyt eri taustaisten henkilöiden moninaisina tapoina. Tästä syntyi ajatus ja tarve erilaisten asiakirjapohjien luomiselle ja kehittämiselle.

Laatu ja laadunhallinta ajoittuvat käytännössä sähköurakoinnin koko projektin ajalle. Tässä opinnäytetyössä kuitenkin keskitytään lähinnä asennusvaiheen tarkastuksiin ja luovutukseen tähtääviin toimiin. Työssä perehdytään laadun käsitteeseen yleisellä tasolla sekä paneudutaan sähköurakoinnin laatuun määräysten ja säännösten näkökulmasta. Työn loppu puolella pohditaan asennustapatarkastusten ja itselleluovutusten suorittamis- ja dokumentointitapoja.

2 LAATU JA LAADUNVARMISTUS

2.1 Laatu käsitteenä

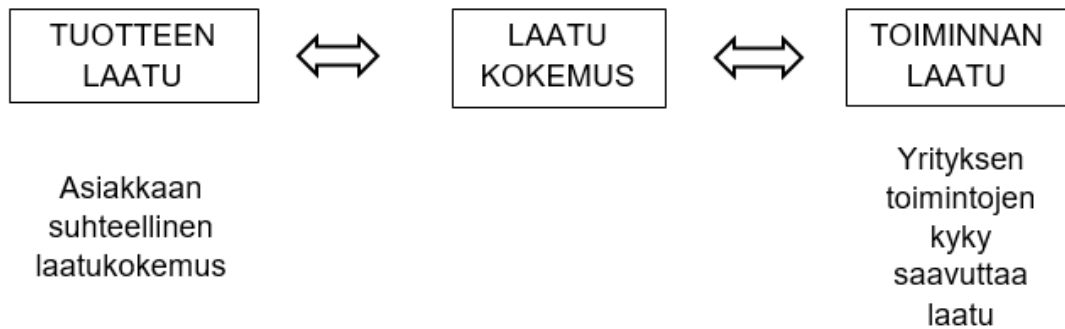
Laatu on ikivanha käsite. Laatu ei ole kuitenkaan yksiselitteinen käsite, sillä se tarkoittaa entistä abstraktimpia ja vaikeammin määriteltäviä asioita. Laadulla on monta merkitystä. Eri asiayhteyksissä ja eri ihmisille laatu tarkoittaa erilaisia asioita. Laadun voi liittää odotuksiin, kokemuksiin, tuotteisiin, palveluihin, toimintaan tai abstraktiin kokemukseen. Laatuun yhdistetään usein käsite virheettömyys, johon liittyy ajatus asioiden tekemisestä oikein yhdellä kerralla. Laadulla on siis tarkastelunäkökulmista riippuen monta erilaista tulkintaa. (Lecklin 2006, 18; Lecklin & Laine 2009, 15.)

SFS-EN ISO 9000 -standardin mukaan laatu tarkoittaa kykyä täyttää asiakkaiden tai eri sidosryhmien tarpeet, odotukset ja vaatimukset. Yleisesti laatu tarkoittaaakin

- sopivuutta käyttötarkoitukseen
- asiakkaan tarpeiden täyttämistä
- vastaavuutta vaatimukseen.

Perinteisesti laatu on liitetty tuotteiden ominaisuuksiin esimerkiksi kestävyuden, toimintavarmuuden ja tehokkuuden kautta. Laatu liitetään kuitenkin nykyään erityäin vahvasti yritysten kokonaisvaltaiseen toimintaan, tuotteen tai palvelun laadusta yrityksen asiakasyhteyksien hoitoon.

Laatu jakautuu vahvasti asiakkaan kokemukseen yrityksen toiminnasta ja tuotteesta yrityksen tavoitteeseen saavuttaa tavoiteltu laatutaso (kuvaaja 1). Kiteytettynä laatu on yrityksen laaja-alaista kehittämistä ja johtamista, joilla pyritään asiakastyytyvyyteen ja kannattavuuteen. (Silén 2001, 15-17.)



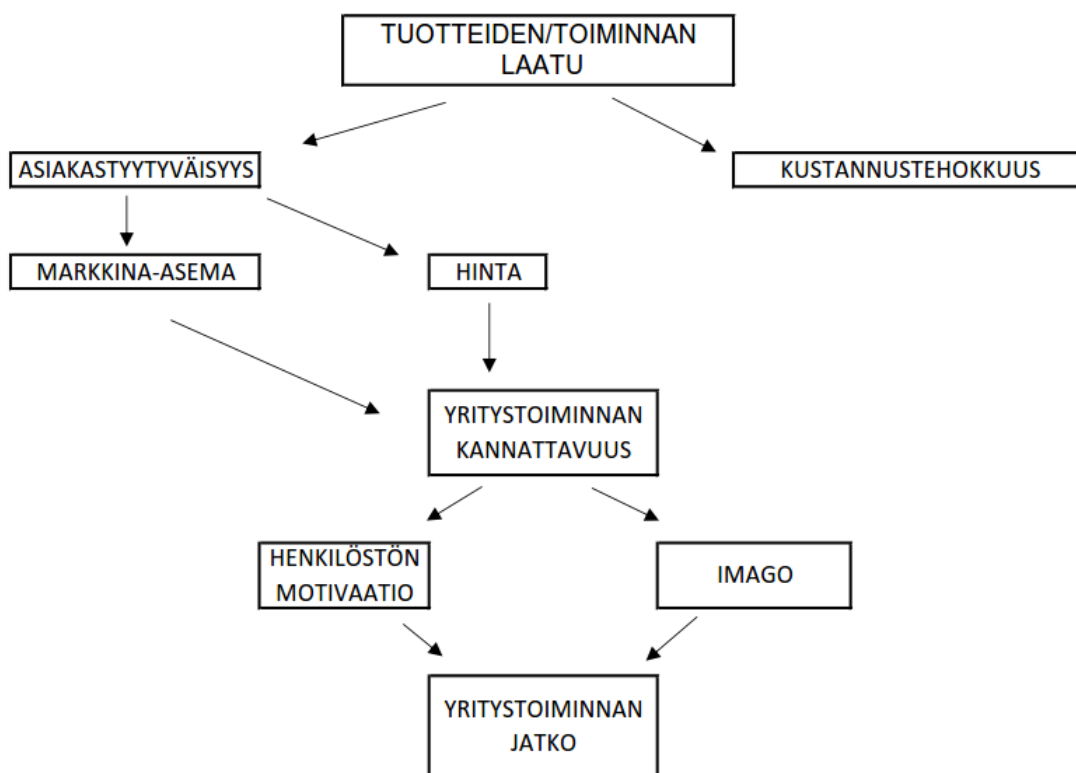
KUVAAJA 1. Laatukokemus (mukaillen Silén 2001, 16-17.)

Rakentamisen laatu noudattaa edellä mainittuja määritelmiä. Se muodostuu rakentamisprosessin laadusta, valmiin kohteen laadusta ja asiakaskohtaamisen laadusta. Rakentamisen selkeä toiminnanohjaus varmistaa kohteen käyttötarkoituksen ja odotuksien täyttymisen sekä rakentamisen virheettömyyden. Rakennushankkeen aikainen eri osapuolien tarpeiden ymmärtäminen ja asiallinen kohdelu on keskeinen osa rakentamisen laatua. (Rakennusteollisuus n.d.)

2.2 Laadun merkitys

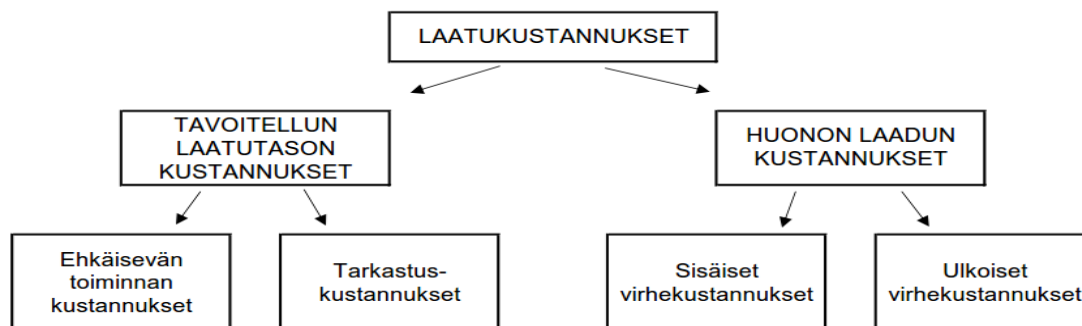
ISO 9000 -standardi listaa laadun ja laatujärjestelmien tärkeimmiksi hyödyiksi asiakassuhteisiin liittyvät seikat. Laatu parantaa asiakastyytyvyyttä ja -uskollisuutta, jotka johtavat asiakassuhteiden jatkuvuuteen myös tulevaisuudessa. Yrityksen tuottama laatu toimii mainoksena ja kasvattaa parhaimmillaan yrityksen mainetta markkinoilla ja edesauttaa suurempiin asiakaskuntiin. Tätä kautta laatu on yhteydessä yrityksen tuottoihin ja markkinaosuuteen. Hyvä laatu virheettömällä lopputuotteella ja oikea-aikaisella toiminnalla vaikuttaa kustannustehokkuuteen.

Asiakastyytyväisyys korreloituu yrityksen markkina-aseman ja hinnan kautta suoraan yrityksen kannattavuuteen. Yrityksen kannattavuus ja menestys heijastuu henkilöstön motivaatioon ja maineeseen markkinoilla. Laatu on merkittävä tekijä yrityksen kamppailussa markkinaosuudesta sekä eloonjäämisessä. (Kuvaaja 2.) (Lecklin 2006, 25.)



KUVAAJA 2. Laadun merkitys (mukaillen Lecklin 2006, 25)

Laadun kustannukset voidaan jakaa kahteen ryhmään, tavoitellun laatutason saavuttamiseen käytettäviin kustannuksiin ja huonon laadun aiheuttamiin kustannuksiin (kuvaaja 3).



KUVAAJA 3. Laatukustannukset (mukaillen Kankainen & Junnonen 2001, 23.)

Tavoitellun laatutason kustannukset koostuvat ehkäisevän toiminnan kustannuksista ja tarkastuskustannuksista. Ehkäisevää toimintaa ovat ne toimenpiteet ja investoinnit, joilla varmistetaan tavoitellun laatutason tavoittaminen ja myös sen ylläpitäminen. Kyseisiä toimia ovat esimerkiksi laatujärjestelmän kehittäminen, tuotannon valmistelu ja suunnittelu sekä työntekijöiden valmennus. Ehkäisevät toimenpiteet ovat keinoja, joilla varmistetaan asioiden tekeminen kerralla oikein. Tarkastuskustannuksilla puolestaan valvotaan sovittujen asioiden toteutumista. Tarkastuskustannukset koostuvat toiminnan ja tuotteiden vaatimustenmukaisuuden tarkastamisesta ja varmistamisesta. Tarkastustoimenpiteitä ovat esimerkiksi mallityöt, katselmukset, tarkastukset ja laadunvalvontakokeet.

Huonon laadun kustannukset voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin virhekustannuksiin. Sisäiset virhekustannukset aiheutuvat korjauskustannuksista, uusintatarkastuksista ja virheiden analysoinnista sekä käsittelystä. Nämä seikat aiheutuvat virheistä, jotka huomataan ennen kuin valmis ko. tuote luovutetaan loppuasiakkaalle. Ulkoiset virhekustannukset ovat päinvastoin luovutuksen jälkeen havaituista virheistä aiheutuvia kustannuksia, kuten takuukorjauksia, reklamaatioita ja alennuksia. (Kankainen & Junnonen 2001, 23.)

2.3 Laadun määritelmät sähköurakoinnissa

Sähköala on hyvin säännösteltyä ja sähköurakoinnin käytännöt, menettelyt, asennustavat ja -ratkaisut ovat säännöstelyn ja viranomaisvalvonnan avulla hioutuneet yhdenmukaisiksi. Sähköasennusala koskevien määräysten ensisijainen tarkoitus on sähköturvallisuuden varmistaminen. Turvallisuutta säädetään aina asentajan työympäristön turvallisuudesta asiakkaalle lopputuotteena valmistuvan asennuksen turvallisuuteen.

Sähköurakoinnin laatu on kuitenkin muutakin, kuin turvallisuus. Turvallisuuden lisäksi määräykset ja standardit perustuvat sähkönkäytön häiriöttömyyteen eli sähkön laatuun. Oikein suunnitellut ja toteutetut sähköasennukset vaikuttavat sähkön laatuun kulutuspaikoissa. Sähköasennuksia koskevat lait, määräykset ja ohjeet velvoittavat tekemään laatua ja laadunhallintaa. Sähköasennuksissa tulee kuitenkin myös huomioida aiemmin todettu laadun määritelmän monimuotoisuus. Asennus voi olla määräysten mukainen ja näin ollen turvallinen, mutta se ei välttämättä ole kohteeseen ja loppukäyttäjälle sopiva. Tällöin laadun määritelmän kriteeri asiakastyytyväisyydestä ja käyttötarkoitukseen sopivuudesta ei täyty. Sähköjärjestelmien yhteisten laatuvaatimusten mukaisesti sähköjärjestelmät tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että ne täyttävät rakennuttajan ja asiakkaan hankekohtaiset täsmentävät tavoitteet ja laatuvaatimukset. Asennustyöt toteutetaan sopimusasiakirjojen mukaisesti hyviä työmenetelmiä sekä valmistajan ja työt vastaanottavan tai hyväksyvän tahon määräyksiä ja ohjeita noudattaen. (Talotekniikka RYL 2002, 92, 97; ST 52.51.01 2016; Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 34 §; Tiainen 2013, 7.)

Sähköurakointi on pitkälle säänneltyä monenlaisilla laeilla, määräyksillä ja ohjeilla (kuvaaja 4). Suomen lainsäädäntö ja asetukset pohjautuvat EU-direktiiveihin, joiden pohjalta on laadittu sähköurakointia ohjaavat Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 sekä sitä täydentävät Valtioneuvoston asetukset ja entisen Kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset. Näiden säännösten pohjalta on sähkö- ja elektroniikka-alan standardointijärjestö SESKO ry laatinut SFS 600 -käsikirjasarjan, joka sisältää pienjännitesähköasennuksia ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardisarjat SFS 6000 ja SFS 6001. Sähköturvallisuuslain 1135/2016 33§ velvoittamana sähköturvallisuusviranomaisen Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES ylläpitää ajantasaista luetteloa niistä voimassaolevista standardeista, joita noudattamalla sähköasennusten olennaiset sähköturvallisuutta koskevat vaatimukset täyttyvät. Kattavin standardeja täydentävä ohjeisto on Sähkötieto ry:n julkaisema ST-kortisto, joka sisältää ohjeita sähkö- ja telejärjestelmien suunnittelijoille, urakoitsijoille ja kunnossapitäjille. (SFS-käsikirja 600-1 2017, 3; Tiainen 2017, 8.)



KUVAAJA 4. Sähköalan määräyshierarkia (mukaillen Tiainen 2013, 7; Tiainen 2017, 8; Ahokas 2018, 4-6.)

Sähköalaa koskevat lukuisat viranomaissäädökset ja ohjeet on koottu vuosittain julkaistavaan Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy:n teokseen Sähköalan säännökset. SETI Oy toimii sähköpätevyyksien arvioijana ja myöntäjänä. TUKES puolestaan ylläpitää rekisteriä sähköpätevyyksistä. (Tiainen 2017, 9.)

Sitovissa teknisissä viranomaismääräyksissä, kuten Sähköturvallisuuslaissa, esitetään ainoastaan olennaiset turvallisuusvaatimukset, joista ei saa poiketa vaan niiden tulee aina toteutua. Vaatimusten toteuttaminen onnistuu noudattamalla vahvistettuja sähköasennuksia koskevia standardeja. Standardien noudattaminen ei ole Sähköturvallisuuslain 1135/2016 pykälän 34 mukaisesti pakollista, mutta niistä poikettaessa tulee pystyä osoittamaan standardista poikkeavan ratkaisun täyttävän olennaiset viranomaismääräyksissä mainitut turvallisuusvaatimukset. (Tiainen 2013, 7, 20.)

Jokaisen sähköurakan lähtökohtana on tuottaa loppukäyttäjälle toimiva ja turvallinen sähkölaitteisto. Sähköturvallisuuslaissa säädetään, että sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava siten, etteivät ne aiheuta vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Lisäksi niistä ei saa aiheutua kohtuutonta häiriötä tai niiden toiminta ei häiriinny sähköisesti tai sähkömagneettisesti 1135/2016 6§. Sähköturvallisuuslain 1135/2016 55§ mukaan sähkötöitä saa tehdä seuraavilla edellytyksillä:

- sähkötöille on nimetty sähkötöiden johtaja
- itsenäisesti työtä tekevällä ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai ammattitaito
- käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset työvälineet ja sähköturvallisuutta koskevat säännökset
- toiminnasta on tehty ennen töiden aloittamista ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle.

Sähköturvallisuuslain 1135/2016 mukaan yritykseen on nimitettävä sähkötöiden johtaja sähkötöitä varten. Sähkötöiden johtajalla tulee olla riittävät mahdollisuudet johtaa ja valvoa sähköurakkaa. Sähkötöiden johtajan tehtävänä on huolehtia, että sähköurakoinnissa noudatetaan Sähköturvallisuuslakia 1135/2016 ja sen nojalla asetettuja määräyksiä ja säännöksiä. Lisäksi sähkötöiden johtajan on huolehdittava, että sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastettuja tehtäviinsä.

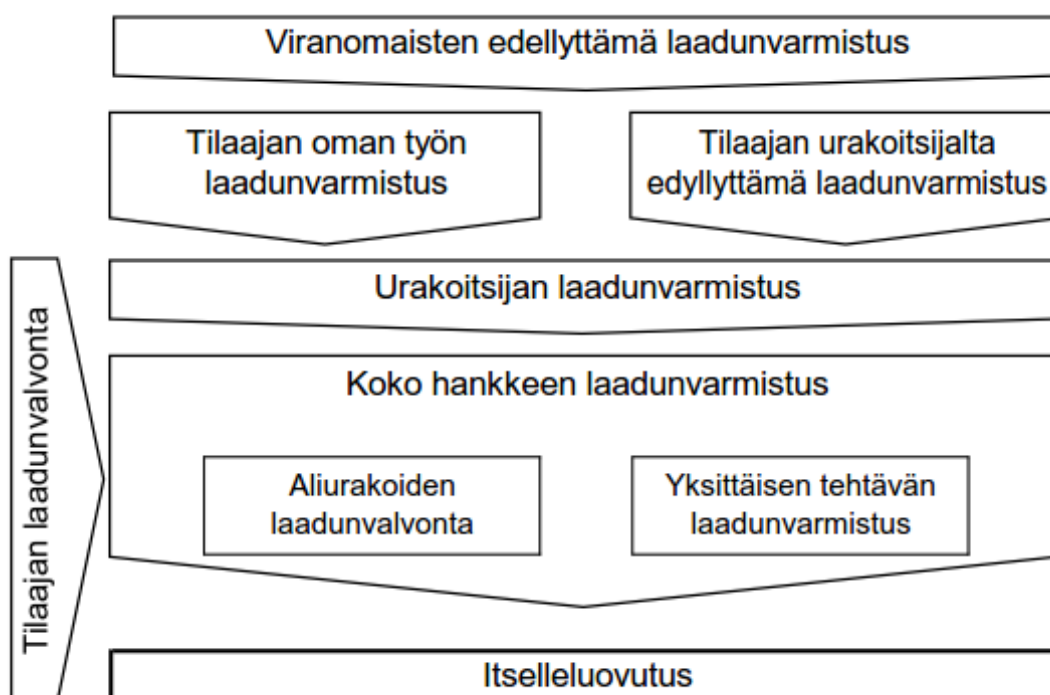
Sähköturvallisuuslailla 1135/2016 ja Valtioneuvoston asetuksella sähkölaitteista 1434/2016 säädetään sähköasennuksille tehtävistä käyttöönottoa edeltävistä käyttöönotto- ja varmennustarkastuksista. Sähköturvallisuuslain 1135/2016 mukaan käyttöönottotarkastuksella selvitetään riittävässä laajuudessa sähkölaitteiston turvallisuus ja, ettei siitä aiheudu vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastuksesta tulee lain ja asetuksen mukaisesti laatia tarkastuspöytäkirja, josta käy ilmi kohteen yksilöintiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, yleiskuvaus tarkastusmenetelmistä sekä tarkastuksen tulokset. Tarkastuspöytäkirja tulee olla tarkastuksen tekijän allekirjoittama. Sähkölaitteistolle tulee tehdä myös Sähköturvallisuuslain 1135/2016 ja Valtioneuvoston asetuksen 1434/2016 mukaisin ehdoin varmennustarkastus, mikäli kyseessä on luokan 1-3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastuksessa varmistetaan riittävässä laajuudessa tehtävillä pistokokeilla tai muulla soveltuvalla tavalla sähkölaitteiston täyttävän sille asetetun sähköturvallisuustason täytyminen ja käyttöönottotarkastuksen asianmukaisuus.

Jotta sähköurakoinnissa saavutetaan määräysten ja säännösten mukainen sähköturvallisuus ja laadukas asennustyö, tulee toimintaa johtaa systemaattisesti. Laadun johtamisessa ja hallinnassa on kyse siitä, että selkeillä ja yhdenmukaisilla toimintatavoilla ja työmenetelmillä yhdessä materiaali ja järjestelmävalintojen kanssa varmistetaan tavoiteltu laatutaso. Yrityksen työkaluna laadun hallintaan on yhtenäinen toimintamalli, joka on määritetty laatujärjestelmässä. (Kankainen & Junnonen 2001, 6; Hieta-Wilkman 2002, 3.)

3 TYÖSUORITUSTEN JOHTAMINEN JA VALVONTA

3.1 Rakennushankkeen osapuolten roolit laadunvarmistuksessa

Rakennusprojektissa laadusta vastaavia tahoja (kuvaaja 5) on useita ja heillä kaikilla on omat roolinsa luovutettavan lopputuloksen laadunhallinnassa ja -varmistamisessa. Kohteen koko ja vaativuus vaikuttavat osapuolten määrään projektissa. Tavoitteena on, että rakennushankkeen toteutukseen ja laatuvaatimuksiin liittyvä informaatio välittyy kaikille hankkeen osapuolille. Kukaan osapuoli vastaa omalta osaltaan laatuun liittyvistä toimenpiteistä. Oikein toimiva laadunvarmistus takaa selkeät osapuolten vastuut ja velvollisuudet.



KUVAAJA 5. Laadunhallinnan osapuolet (mukaillen Junnonen n.d, 1)

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen ensisijaisena tehtävänä on valvoa, että rakennushankkeessa noudatetaan lakeja ja niiden nojalla määrättyjä säädöksiä. Viranomaisen varmistaa rakennushankkeessa olevien asiantuntemuksen ja ammattitaidon. Viranomaisvalvonnan tehtävien laajuus ja laatu määräytyy kohteen vaativuuden, luvan hakijan ja hankkeen suunnittelusta ja toteutuksesta vastaavien henkilöiden asiantuntemuksesta ja ammattitaidosta.

Viranomaisvalvonnalla pyritään ennen kaikkea ennalta ehkäisemään rakennusvirheitä ja tukea hyvän rakennustavan edistämistä. Viranomaisvalvonta ei varmistaa, että rakennustyö tehdään kaikilta osin oikein, vaan se kohdistuu rakentamisen hyvän lopputuloksen kannalta olennaisiin seikkoihin. Lopullinen vastuu rakentamisen laadusta ja virheettömyydestä on aina rakennushankkeeseen ryhtyvällä.

Viranomaisvalvonta alkaa rakennustyön aloittamisesta ja päättyy loppukatselmukseen. Viranomaisten näkökulmasta tärkeimmät laadunvarmistuksen toimenpiteet ovat aloituskokous, rakennustyön tarkastusasiakirja ja laadunvarmistusselvitys. (Junnonen n.d, 2; YM5/601/2015, 5-6.)

Rakennuttajan eli rakennushankkeeseen ryhtyvän on varmistettava, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaan. Rakennuttajan tehtävänä on osoittaa valvontaviranomaiselle, mitä laadunvarmistustoimenpiteitä hankkeessa on käytetty. Rakennuttaja hyväksyy hankkeeseen toimittajat ja urakoitsijat sekä hyväksyy käytettävät materiaalit. Laatuun liittyvissä poikkeamatilanteissa rakennuttaja päättää yhdessä valvojan kanssa jatkotoimenpiteistä.

Käytännössä rakennuttajan laadunvarmistus työmaalla koostuu työmaavalvonnasta ja myötävaikutusvelvollisuudesta. Rakennuttajan myötävaikutusvelvollisuus on toimintaa, joka on urakoitsijan suorituksen edellytyksiä luovaa tai ylläpitävää. Myötävaikutusvelvollisuuden tärkein seikka on suunnitelma-asiakirjojen toimittaminen suunnitelma-aikataulun mukaisesti urakoitsijan käyttöön tarkastettuna ja verrattuna yhteensopivuuksien ja ristiriitojen suhteen.

Työmaavalvonnassa suorittaa rakennuttajan valitsema työmaavalvoja ja erityisalojen valvojat. Työmaavalvonnassa tavoitteena on työn sopimusten mukaisuuden varmistaminen ja virheiden sekä ongelmien ennalta ehkäisy suunnitelmia täydentävillä ja täsmentävillä ohjeilla. Valvojan on ilmoitettava havaitsemastaan virheestä urakoitsijalle ja se on korjattava viipymättä. (Junnonen n.d, 3.)

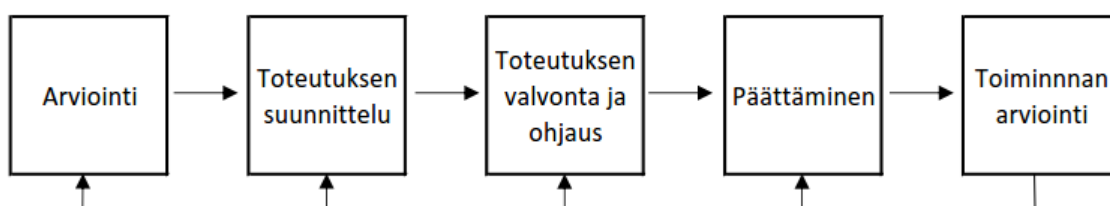
Suunnittelijoiden tulee puolestaan laatia kohteeseen toimeksiantonsa mukaisessa laajuudessa suunnitelmat. Rakentamisen suunnitteluun on nimettävä suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta vastaava pääsuunnittelija. Pääsuunnittelijan keskeisiin tehtäviin kuuluu valvoa, että suunnitelmat ovat rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaisia. Suunnitelmien pitää olla yhteensopivia ja niissä ei saa ilmetä ristiriitaisuuksia. Suunnittelijoiden rooli laadunvarmistuksessa vaihtelee hankkeiden vaativuuden mukaan. (YM5/601/2015, 9-10.)

Kukin urakoitsija huolehtii oman vastuu alansa laadunvarmistustoimista. Urakoitsijoiden erilaisia laadunvarmistus keinoja ovat mittaukset, tarkastukset ja katselmukset (Junnonen n.d, 4). Sähköasennusprojekti ei edisty suunnitellusti ilman valvovia ja ohjaavia toimenpiteitä. Projektin aikana ilmenee aina muuttuvia tekijöitä ulkopuolelta tai itse aiheutettuja, jotka vaativat muutoksen hallintaa ja ohjaavia toimenpiteitä. Onnistunut asennusprojekti vaatii hyvää yhteistyötä niin työryhmän sisällä että muiden urakoitsijoiden kanssa. Kärkimiehen ja projektipäällikön saumaton yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää. Työryhmän jäsenten on tunnettava omat vastualueensa ja työtehtävänsä projektin kulussa. (Ukkonen 2012, 48; Rousku 2014, 45, 75.)

3.2 Fyysinen asennusvalmius

Sähköasennusprojekti voidaan ajatella prosessina, joka on osavaiheiden muodostama toimintoketju (kuvaaja 6). Prosessin päämääränä on saavuttaa projektin lopputulos sellaisena kuin se on suunniteltu laadullisesti ja taloudellisesti. Yhdenkin prosessin osavaiheen epäonnistuminen aiheuttaa koko prosessin epäonnistumisen tai vähintään aiheuttaa merkittäviä haasteita muihin osavaiheisiin. Projekti alkaa arvioinnilla, jossa tarjouslaskennan ja urakkaneuvottelujen tuottama aineisto muutetaan suunnitteluvaiheessa tarvittaviksi toteutuksen suunnittelun perustiedoiksi. Toteutuksen suunnittelussa laaditaan varsinainen toteutussuunnitelma, jonka mukaisesti projektin kulkua valvotaan ja ohjataan.

Projektin valvonnalla ja ohjauksella varmistetaan, että toteutus etenee aikataulussa ja ohjeiden mukaisesti. Valvonnan ja ohjauksen avulla on myös mahdollisuus tunnistaa mahdolliset ongelmakohdat ja tarpeet suunnitelmien muuttamiselle. Valvonnan ja ohjauksen oikeaoppisella ja kattavalla dokumentoinnilla helpotetaan kohteen päättämistä. Asennusprosessi päättyy jälleen arviointiin, jonka avulla kerätään tietoa kehityskohteista ja opitaan virheistä. (Ukkonen 2012, 11-12; Rousku 2014, 32.)



KUVAAJA 6. Sähköasennusprojekti kokonaisprosessina (mukaillen Rousku 2014, 32.)

Sähköasennusprojektin valvonta ja ohjaus tähtää koko työmaan ajan siihen, että kohde luovutetaan sovituksessa ajassa ja saavuttaen sovitut kustannus- ja laatuvaatimukset. Projektin päättämisen valmistelu on tavallaan käynnissä koko projektin ajan. (Ukkonen 2012, 48; Rousku 2014, 45, 75.)

Sähköurakointiin kuuluu laaduntarkastus toimenpiteitä, joista laaditaan urakan aikana erilaisia dokumentteja. Sähköurakoinnin laadunvarmistus toimenpiteitä ovat muun muassa

- palaverit ja kokoukset
- asennustapatarkastukset, itselleluovutukset
- käyttöönottotarkastukset
- toimintakokeet. (Ukkonen 2012.)

3.2.1 Työmaakokous ja urakoitsijapalaveri

Rakennusprojektin aikana käytävillä työmaakokouksilla ja urakoitsijapalavereilla varmistetaan projektin toteutumisen eteneminen, aikataulu ja lopputulos. Kokouksilla ja palavereilla luodaan edellytykset rakennusprojektin osapuolten väliselle yhteistyölle.

Työmaakokouksiin osallistuvat kaikki projektin sopijaosapuolet, urakoitsijapalaverit puolestaan ovat pääurakoitsijan yleensä koolle kutsumia viikoittaisia projektin urakoitsijoiden välisiä palavereita. Urakoitsijapalaverin tärkeimpiä asioita ovat mahdollisten työvaiheita häiritsevien tekijöiden tunnistaminen ja ennaltaehkäisy. Sähköurakoinnista kokouksiin ja palavereihin osallistumisesta vastaa usein projektipäällikkö tai projektinhoitaja, joilla on selkeä käsitys työmaan tilanteesta. Yleisten kokouskäytänteiden mukaisesti työmaakokouksista ja urakoitsijapalavereista laaditaan pöytäkirjat. Lisäksi urakoitsijat ovat velvoitettuja toimittamaan ennen kokouksia työvaiheilmoituksensa, jossa muun muassa ilmoitetaan työntekijävahvuus, työtilanne, mahdolliset lisä- ja muutostyöaiheet ja suunnitelmatarpeet. (Rousku 2014, 45-46.)

3.2.2 Itselleluovutus

Sähköasennusten oman työn tai alihankinnan työn valvonnan ja ohjauksen merkittävänä työkaluna koko rakentamisen ajan toimivat asennustapatarkastukset, joista käytetään yleisesti termiä itselleluovutukset. Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa YSE 1998 pykälässä 11 velvoitetaan urakoitsija tarkistamaan itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun. Mahdolliset virheet ja puutteet tulee korjata ennen tilaajalle tapahtuvaa luovutusta. Vakavista virheistä ja niiden korjaustoimenpiteistä on urakoitsijan ilmoitettava tilaajan edustajalle.

Itselleluovutuksen ensisijaisena tarkoituksena ei ole vikojen ja puutteiden etsiminen, vaan tarkastuksella varmistetaan tuotteiden, materiaalien ja asennustapojen sopimusasiakirjojen, suunnitelmien ja määräysten mukaisuus. Tavoitteena on laatu ja laadunvarmistus. (Sallinen 2004, 80).

Tavoitteena on päästä korjaamaan virheet ja puutteet mahdollisimman ajoissa ennen luovutusta tilaajalle ja näin tähdätä ns. nolla virhe luovutukseen. Asennustapatarkastuksilla on myös laadun seurannan lisäksi kustannusvaikutuksia. Kerralla oikein tehty työ vähentää mahdollisia takuuajan korjauksia. Lisäksi rakennusprojektin maksueriä on monesti sidottu suurimpien työvaiheiden valmistumiseen.

Tarkastuksissa asetetaan kohteen loppukäyttäjän asemaan. Asennustarkastukset tarkastetaan periaatteella hyväksyisikö tarkastaja itse kyseisen työn jäljen loppukäyttäjän roolissa. Itselleluovutus tarkastuksia tehdessä on erittäin tärkeää, että tarkastajalla on käytössään uusimmat suunnitelmat ja asennusohjeet. Asennusten tarkastajan tulisi olla eri henkilö, kuin asennustyön tekijä. Näin vältetään omalle asennustyölle ja mahdollisille virheille sokeutuminen, ja varmistetaan puolueeton kohteen tarkastaminen.

Monesti tarkastajana toimii kohteen sähköurakoinnista vastaava projektipäällikkö tai projektinhoitaja. Erittäin tärkeitä tarkastuksen kohteita ovat ns. peittyvät työsuoritukset eli asennukset, jotka jäävät esimerkiksi seinä- ja kattorakenteiden taakse. (Talotekniikka RYL 2002, 100-101.)

Itselleluovutus on tietyssä järjestyksessä tapahtuva prosessi, kuten sähköurakoinnin muutkin työvaiheet. Kuten itselleluovutuksen vaiheista (kuvaaja 7) nähdään, alkaa tarkastusprosessi jo asennusvaiheen alussa. Suuren kohteen tarkastusten aikatauluttaminen ja luovutusalueisiin jako pohjautuu usein koko kohteen tilaajalle luovutuksen ajankohtaan. Asennustyön etenemisen seuranta ja ohjaus toimii tarkastussuunnitelman ja aikataulun laatimisessa.

Tarkastuksen oikea aikainen suorittaminen on ensiarvoisen tärkeää, sillä liian aikaisin suoritettu tarkastus aiheuttaa turhien töiden keskeneräisyydestä johtuvien virheiden- ja puutteiden kirjaamiseen, kun puolestaan liian myöhään suoritettu tarkastus voi jättää virheiden korjaamiselle liian vähän aikaa.



KUVAAJA 7. Itselleluovutus prosessin vaiheet (mukaillen Koski 2004, 1.)

Itselleluovutus prosessin tärkeänä vaiheena toimii virheiden ja puutteiden dokumentointi. Sähköurakoitsijan pitää tehdä kaikista tekemistään asennustapatar- kastuksista kirjallinen dokumentti, jossa kuvataan yksityiskohtaisesti tarkastetut asiat. (RT 10-11302 2018, 5.) Virheiden ja puutteiden tarkka yksilöinti on tärkeää. Mahdollisesti työläälle tuntuva tarkka virheiden ja puutteiden dokumentointi edes- auttaa virheiden ja puutteiden korjaamista kerralla oikein ja se on mahdollista tehdä ilman tarkastajan ja asentajan yhteistä kierrosta, jolloin säästetään aikaa.

Dokumentoinnin sisältö ja sen ryhmittely määräytyy jokaisen kohteen erityispiirteiden, suunnitelmien ja asennustapojen mukaisesti. Asennustapatarkastukset ja niiden dokumentointi on tehtävä kohteen sisällä säännönmukaisesti samalla tavalla jokaisessa tarkastettavassa tilassa.

Tarkastuksissa havaittavia huomautuksia on kolmea tyyppiä:

- puutteet
- virheellisen työsuorituksen aiheuttamat virheet
- vahingoittumiset. (Valtonen 2013, 18.)

Itselleluovutusten virheiden ja puutteiden dokumentointiin ei ole olemassa yksiselitteistä toimintatapaa. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi tarkastusdokumenttien kirjajaan tyyliin vaikuttavat dokumentoinnin useat eri työkalut. Tyypillisiä dokumentointi työkaluja ovat Word-asiakirja muotoiset luettelomaiset pöytäkirjat ja taulukkomaiset Excel-asiakirjat. Näiden perinteisten työkalujen lisäksi rakennusalalle on kehitetty tarkastuksia ja työn ohjausta helpottavia sähköisiä sovelluksia, kuten Congrid ja Tarketti. Lisäksi virheiden ja puutteiden, mutta erityisesti valmiiden korjattujen asennusten dokumentoinnissa on hyvä hyödyntää valokuvia. Näiden avulla esimerkiksi peittyvien asennusten asianmukaisuus on helppoa tarkistaa myös jälkikäteen.

3.3 Tarkastukset ja mittaukset

Sähköurakoitsijan on tarkastettava tekemiensä sähköasennusten määräysten mukaisuus ja sitä kautta sen turvallisuus ennen niiden käyttöönottoa. Sähkölaitteiston saa ottaa käyttöön vasta, kun on riittävässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu Sähköturvallisuuslain (1135/2016) pykälässä 6 tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Käytännössä tämä tarkoittaa sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksen tekemistä, jonka sisältö on määritetty standardissa SFS 6000-6. (Rousku 2014, 56; SFS-käsikirja 600-1 2017, 485.)

3.3.1 Tarkastussuunnitelma

Varsinkin suurissa urakointikohteissa on tarkastussuunnitelman laatiminen välttämätöntä. Suunnitelmaan sisällytetään kaikki kohteessa tehtävät tarkastustoimet, niiden suoritus ajankohta ja mahdolliset esivalmistelua vaativat dokumentit. Tarkastussuunnitelmaa laadittaessa on syytä selvittää muun muassa

- miten ja milloin kohteen tarkastukset tehdään
- tarkastusten ja mittausten suorittaja
- mittausten dokumentoinnin hoitaminen. (Tiainen 2017, 342.)

3.3.2 Mittausten ja tarkastusten tekijä

Standardin SFS 6000-6 mukaan tarkastusten ja mittausten tekijän tulee olla kyseiseen tehtävään riittävän ammattitaitoinen sähköalan ammattihenkilö ja pätevä tekemään tarkastuksia. Mittausten ja tarkastusten tekijän on tärkeää osata tulkita mittaustuloksia oikein ja hänen tulee tuntea tarvittavassa laajuudessa määräykset ja ohjeet. Näin varmistetaan mittausten aikainen sähkötyöturvallisuuden toteutuminen ja mittaustulosten luotettavuus. Mittaukset tulee suorittaa niin, etteivät ne aiheuta vaaraa mittausten tekijälle tai muille henkilöille eikä vahingoita omaisuutta tai laitteita.

Mittauksia ja tarkastuksia suorittavalla henkilöllä tulee olla riittävät tiedot tarkastettavasta sähkölaitteistosta eli hänellä tulee olla käytettävissään sellaiset suunnitelmadokumentit, joista tarvittavat kohteen tiedot löytyvät riittävässä laajuudessa. Käytettävien mittalaitteiden on oltava myös määräysten mukaiset, turvalliset ja tarkoitukseen soveltuvat. (Rousku 2014, 56; SFS-käsikirja 600-1 2017, 485.)

3.3.3 Aistinvarainen tarkastus

Ennen käyttöönottoa sähkölaitteistolle tehtävä käyttöönottotarkastus koostuu sekä aistinvaraisista että mittaamalla ja testaamalla todettavista asioista. Aistinvaraista tarkastusta tehdään käytännössä koko asennuksen ajan, kun taas mitaukset ja testaamiset ajoittuvat pääasiassa asennusprojektin loppuvaiheeseen. Poikkeuksena on lämmityskaapeleiden eristysresistanssinmittaus, joka tulee tehdä ennen ja jälkeen kaapeleiden peittämisen niiden kunnan varmistamiseksi. Tarkastuksia suoritettaessa on ensisijaisen tärkeää muistaa sähköturvallisuus. (Rousku 2014, 56, 59.)

Aistinvarainen tarkastus tehdään ennen sähkölaitteiston mittauksia ja yleensä jännitteettömänä. Aistinvarainen tarkastus ajoittuu käytännössä koko sähkölaitteiston rakentamisen ja asentamisen ajalle. Asennuksia katselmoidaan ja korjataan työn etenemisen mukaan. (Rousku 2014, 57-58; Tiainen 2017, 343.)

Tarkastuksen voidaan pääosin sanoa tarkoittavan merkintöjen, dokumentaation, mekaanisen ja vettä vastaan tehdyn suojauksen sekä kosketus- ja palosuojauksen toteutusten tarkastamista. Aistinvarainen tarkastus (kuvaaja 8) on määritelty tarkemmin standardissa SFS 6000-6. Aistinvaraisessa tarkastuksessa huomioidaan tapauskohtaisesti tarkasteltavat seikat, muun muassa erikoistilojen ja niiden asennusten vaatimukset tulee huomioida aistinvaraista tarkastusta tehtäessä. (Kauppila 2018, 11.)

Käytettyjen tarvikkeiden vaatimustenmukaisuus	CE-merkintä, asennusohjeet, näkyvät vauriot
Suojaus sähköiskulta	Kotelointiluokkien ja suojausten toteutuminen, vikavirtasuojakytkimet
Palosuojaus	Kaapeliluokat, läpiviennit, sähkölaitteiden sijainti
Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenalenneman kannalta	Johdinpoikkipintojen, materiaalien ja asennustavan suunnitelmienmukaisuus
Ulkoisten tekijöiden vaikutus	Sähkölaitteiden sopivuus kyseessäolevaan tilaan
Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu	Suunnitelmien mukaiset laitteet ja asennukset
Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta	Tarvittavien käyttö- ja ohjauslaitteiden sijainti, huollon aikainen poiskytkentä
Nolla- ja suojaohjimien tunnuksat	Johdinvärien standardienmukaisuus, tarvittavat merkinnät
Piirusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassa olo	Ajantasaiset asennusdokumentit
Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien tunnistettavuus	Tarvittavat merkinnät turvalliseen ja virheettömään käyttöön
Johtimien liitosten sopivuus	Oikeanlaiset liittimet, käsiksi pääsy liitoksiin
Suoja- ja potentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus	Poikkipintojen vaatimustenmukaisuus
Sähkölaitteiston käytön ja huollon vaatimattila	Sähkölaitteen sijoittelu turvallisen käyttö- ja huoltotoimenpiteen kannalta
EMC-vaatimusten toteutuminen	TN-S järjestelmän käyttö, kaapeleiden sijoittelu ja asennus
Johtojärjestelmien valinta ja asennus	Suunnitelmien ja määräystenmukaisuus

KUVAAJA 8. Aistinvaraiset tarkastukset (mukaillen SFS-käsikirja 600-1 2017, 486; Tiainen 2017, 344-349.)

3.3.4 Käyttöönottotarkastuksen mittaukset ja testaukset

Aistinvaraisia tarkastuksia täydennetään mittauksilla ja toiminnallisilla testauksilla, joilla varmistetaan muun muassa suojausjärjestelmien toimivuus ja, ettei jännitettä ole sellaisissa osissa, joissa sitä ei saa olla. Mittaukset ja testaukset voidaan tehdä sähkölaitteistolle, kun asennusten myöhemmät vaiheet eivät vaikuta tuloksiin. Testattavan asennusosan tulee olla täysin valmis ennen käyttöönottotarkastuksen mittauksia. (Tiainen 2017, 349.)

Käyttöönottotarkastuksen mittauksissa käytettävien mittalaitteiden tulee olla standardin EN 61557 mukaiset. Standardi määrittelee muun muassa mittauksissa käytettävän virran ja jännitteen. Mittaukset tulisi aina suorittaa tähän tarkoitukseen suunnitelluilla mittalaitteilla, jolloin voidaan varmistua standardinmukaisuudesta. (Rousku 2014, 58.)

Käyttöönottomittaukset jaetaan kahteen ryhmään: jännitteettömiin ja jännitteellisiin mittauksiin. Ennen kuin sähkölaitteisto kytketään jännitteiseksi, varmistetaan sen turvallisuus aistinvaraisin tarkastuksin ja jännitteettömin mittauksin. Mikäli mittauksissa havaitaan virheitä, tulee ne korjata välittömästi. Käyttöönoton mittaukset tulee uusida niiltä osin, kuin korjattava sähkölaitteiston virhe on voinut vaikuttaa mittaustuloksiin. Mittauksissa olisi suositeltavaa noudattaa alla lueteltua järjestystä.

Jännitteettömänä suoritettavat mittaukset ovat suojajohtimen jatkuvuuden mittaustulos

- suojajohtimen eheyden varmistus laitekohtaisesti
- suojalaitteiden toiminnan varmistaminen vikatilanteessa
- mittaustulos on aina luokkaa $< 1 \Omega$

ja eristysresistanssin mittaustulos.

- sähkölaitteen tai kytkennän eristystason selvitys
- mittaustulos 500 V mittaustuloksella jännitteisten johtimien ja maan väliltä.
- mittaustulos oltava $> 1 M\Omega$

Jännitteisinä suoritettavat mittaukset ovat syötön automaattisen poiskytkennän varmistaminen eli silmukkaimpedanssimittaus

- mitataan vikatilanteessa syntyvä oikosulkuvirta ja verrataan sitä suojalaitteiden taulukkoarvoihin
- vaadittu mittaustulos riippuu siis käytetystä suojalaitteesta eli sulakkeesta tai johdonsuojakatkaisijasta

ja vikavirtasuojien toiminnan tarkistaminen.

- vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus testipainikkeella
- mittaamalla tarkistetaan vikavirtasuojakytkimen toiminta sen nimellistointavirrallaan sekä sen toiminta-aika

(Rousku 2014, 59.)

Edellä mainittujen mittausten lisäksi sähkölaitteistolle tehdään seuraavat toimenpiteet:

- varmistetaan napaisuustarkastuksella, ettei yksinapaista kytkinlaitetta ole asennettu nolajohtimeen
- selvitetään verkon kiertosuunta eli vaihejärjestys monivaihejärjestelmissä
- toiminnallisilla testeillä selvitetään esimerkiksi lukituslaitteiden, releiden ja suojalaitteiden oikea asennus ja säätö. (Rousku 2014, 59.)

3.3.5 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

Sähköurakoitsijan on laadittava jokaisesta uudesta asennuksesta tai olemassa olevan asennuksen laajennuksesta tai muutoksesta käyttöönottotarkastuspöytäkirja muutostyölaajuuden ylittäessä pöytäkirjan laatimisvelvoitteen. Pöytäkirja toimitetaan sähkölaitteiston haltijan käyttöön. Tarkastuksissa havaitut virheet ja viat tulee olla korjattuina ennen kuin käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan voidaan kirjata kohteen täyttävän standardin SFS 6000 mukaiset vaatimukset. (Kauppila 2018, 37.)

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjalle ei ole asetettu muotovaatimuksia, mutta Sähköturvallisuuslain (1135/2016) pykälässä 43 on määritetty tiedot, jotka tulee käydä ilmi pöytäkirjasta. Käyttöönottopöytäkirjaan tulee lain mukaan kirjata seuraavat tiedot:

- kohteen yksilöintiedot
- sähkölaitteiston rakentajan nimi ja yhteystiedot
- sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot
- selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta
- maininta sovelletuista standardeista
- mahdollisten standardista poikkeamien osalta sähköturvallisuuslain (1135/2016) 34 §:n mukainen selvitys
- yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä
- tarkastusten ja mittausten tulokset.

Tarkastuksista ja mittauksista tarkastuspöytäkirjaan tulee merkitä ainakin seuraavat tiedot:

- eristysresistanssimittauksista kaikki mittaustulokset
- suojajohtimen jatkuvuusmittauksista vaatimusten toteutuminen keskuskohtaisesti
- oikosulkuvirtamittaukset keskusalueittain epäedullisimmissa pisteissä
- vikavirtasuojien mittaustulokset toiminta-aikoineen
- kiertosuunta keskuskohtaisesti. (Tiainen 2017, 359.)

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta tulisi ilmetä tieto huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarpeesta ja tieto seuraavasta lakisääteisestä määräaikaistarkastuksesta. Lisäksi pöytäkirjasta tulee löytyä maininta EMC-suojauksen vaatimusten toteutamisesta. Käyttöönottopöytäkirjan laadinnassa tulee huomioida kohde, erilaajuiset kohteet edellyttävät erityyppisiä tarkastuspöytäkirjoja. Sähköturvallisuuslain (1135/2016) mukaisesti pöytäkirjan allekirjoittaa tai muulla vastaavalla luotettavalla tavalla varmentaa tarkastuksen tekijä. Tämän opinnäytetyön liitteenä on esimerkki käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta. (Kauppila 2018, 38.)

3.3.6 Muut tarkastukset ja mittaukset

Käyttöönottotarkastusten jälkeen suoritetaan luokan 1-3 sähkölaitteistoille varmennustarkastus. Lisäksi kohteesta riippuen tehdään sähköjärjestelmille muitakin tarkastuksia. Tällaisia tarkastuksia ovat muun muassa seuraavat:

- antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmien testaukset ja tarkastukset
- paloilmoitinjärjestelmän käyttöönottotarkastus
- poistumisvalaistusjärjestelmän tarkastus. (Rousku 2014, 62-65.)

3.4 Toimintakokeet

Toimintakokeilla on tarkoituksena selvittää laitteen tai laitteiston toiminnan ja ominaisuuksien sopimusten ja suunnitelmien mukaisuus. Toimintakokeita tehdään niin sähköurakoitsijan yksin toimittamille järjestelmille että useiden toimittajien yhteisesti kokoamille laitteistoille. Yhteistoimintakokeet pidetään urakoitsijoiden omien toimintatarkastusten jälkeen.

Toimintakokeen suorittamiselle tärkeimpänä edellytyksenä on, että järjestelmän kaikki laitteet ja komponentit on asennettu paikoilleen ja ne ovat toimintakunnossa. Myös testaus olosuhteiden tulee olla mahdollisimman lähellä normaalin käytön olosuhteita kuin mahdollista. Jokainen toimintakokeeseen osallistuva osapuoli huolehtii omalta osaltaan toimintakokeen edellytysten täyttymisen. Sähköurakoitsijan tulee tarkastaa ennen toimintakokeen aloitusta, että

- jännite on kytketty tarvittaviin paikkoihin
- tarvittavat johdot, käynnistimet ja varolaitteet on asennettu ja testattu
- moottoreiden ylikuormitussuojat on säädetty
- moottoreiden kytkennät ja pyörimissuunnat on tarkistettu
- ohjauskytkentöjen toimivuus on tarkastettu
- yksittäisten laitteiden toimivuus on tarkastettu
- varolaitteiden toimivuus on tarkastettu
- laitteiden suojamaadoitukset ovat kunnossa
- toimintakokeessa tarvittavat mittalaitteet ja henkilöstö on käytettävissä.

Toimintakokeista laaditaan asianmukaiset dokumentit. (Rousku 2014, 75-77).

4 ITSELLELUOVUTUSTEN DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMINEN

Kehittämistyö pohjautuu pääosin omaan kokemukseen itselleluovutuksen käytänteistä sekä käytettyjen dokumentointitapojen tutkimiseen ja analysointiin. Aiempien hankkeiden tarkastusasiakirjat toimivat kehitystyön lähtökohtana. Kehitystyön tavoitteena on kehittää systemaattinen ja toimiva dokumentointikäytäntö.

4.1 Toimivan dokumentin piirteet

Itselleluovutusten ja erilaisten järjestelmien tarkastusasiakirjojen ja -dokumenttien tulee olla selkeitä ja helppokäyttöisiä. Dokumentointitavan tulee olla tarkastuksia tukeva työkalu, ei niinkään ohjaava. Ammattitaitoinen tarkastusten suorittaja ei tukeudu muistilistoihin, joita seuraamalla saattaa jokin seikka jäädä huomioimatta tarkastuksia tehdessä. Toimiva dokumentointitapa on aikaa säästävä.

Toimiva itselleluovutus dokumentti on helposti muokattavissa vastaamaan kohteen järjestelmiä ja tilaratkaisuja. Virheiden ja puutteiden kirjaamiselle tulee olla riittävä tila ja mahdollisuus niiden tarkkaan erittelyyn. Sillä onhan ensisijaisen tärkeää muistaa, että tarkastusasiakirja toimii myös työkaluna virheiden ja puutteiden korjaamisesta vastaavalle asentajalle.

4.2 Tarkastusasiakirjojen kehittäminen

Tavoitteena on kehittää itselleluovutusten dokumentointia yksikön sisällä yhteisemmäksi. Kehitystyössä lähdettiin liikkeelle tarkastusasiakirjojen uudistamisella. Asiakirjojen luonnissa keskityttiin asennustapatarkastuksiin. Tarkastusasiakirjoja on tehty eri järjestelmille ja esimerkiksi tilan huonekalustuksen tarkastukselle (kuva 1).

Projektin alku vaiheessa olisi hyvä käydä läpi kohteessa olevat järjestelmät ja muokata asiakirjoja tarpeen mukaan. Asiakirjoista on pyritty tekemään mahdollisimman selkeitä ja yksinkertaisia. Lomakkeet on täytettävissä sekä paperiversiona että tietokoneella. Opinnäytetyön liitteenä on joitakin laadittuja tarkastusasiakirjoja.

ASENNUSTAPATARKASTUS
Asennusreitit 1

CONSTI
TALOTEKNIikka

KOHDE _____
OSOITE _____
TARKASTAJA _____
PVM. _____

+ Kunnossa - Huomautettavaa 0 Ei kuulu tarkastukseen

Tarkastettava tila _____

Kaapelihyllyt	<input type="checkbox"/> Huomiot	KORJATTU/ PVM
Kaapelihyllyjen tyyppi		
Kaapelihyllyjen sijainti		
Kaapelihyllyjen ripustus ja kannatus		
Kaapelihyllyjen kannatusväli		
Kaapelihyllyjen kiinnitys kannakkeisiin		
Kaapelihyllyjen lämpölaajenemistilat		
Pystyhyllyjen suojaus mekaaniselta vaurioitumiselta		
Kaapelihyllyjen merkinnät		
Kaapelihyllyjen potentiaalintasaus		
Kaapelihyllyn katkaisu palokatkon kohdalta		
Kaapelihyllyn seinäläpiviennit		

Johtokanavat	<input type="checkbox"/> Huomiot	KORJATTU/ PVM
Johtokanavien kiinnitys		
Johtokanavien kannatinosat ja peiteosat		

KUVA 1. Esimerkki tarkastusasiakirjasta

4.3 Omia havaintoja tarkastuksista

Liian aikaisin suoritettavat tarkastukset aiheuttavat tarpeettomia merkintöjä tarkastusasiakirjoihin. Tarkastukset tulisi tehdä, kun asennukset ovat lähes valmiita. Asennustyötä tulee kuitenkin valvoa pitkin asennusprojektia ja puuttua ajoissa havaittuihin epäkohtiin.

Tarkastuskierroksilla havaitut virheet ja puutteet ovat monesti systemaattisia, samat virheet ja puutteet toistuvat eri tiloissa. Tällaisia virheitä ja puutteita pitäisi päästä ennakoimaan jo aiemmassa vaiheessa, mutta viimeistään tarkastuskierrosten yhteydessä tulisi käydä läpi yhdessä asentajien kanssa toistuvat virheet ja puutteet, jotta näiltä voitaisiin välttyä projektin myöhemmissä vaiheissa tai tulevaisuuden projekteissa.

Keskeneräisyyksiä aiheuttavat paljon muiden urakoitsijoiden keskeneräiset työvaiheet. Asennustyön aikaisella valvonnalla olisi mahdollisuus huomata ja ennakoita kyseiset tilanteet. Urakoitsijapalaverit esimerkiksi ovat oiva tilaisuus tuoda esille mahdolliset ongelmat työvaiheiden etenemisessä.

Myös hankinnoilla ja erityisesti hankintojen oikea aikaisuudella on suuri merkitys kohteen laatuun, sillä laatu on myös aikataulussa valmistumista. Itselleluovutus vaiheessa havaittavat hankinnan puutteet ovat jo pahasti myöhässä. Projektin alkuvaiheessa tuleekin kiinnittää suurta huomiota hankintojen aikatauluttamiseen ja suunnitteluun.

4.4 Dokumentoinnin haasteet

Dokumentointiin ja sen työläyteen vaikuttavat havaittavien virheiden ja puutteiden määrän lisäksi tarkastettavan alueen laajuus. Niin sanottu käsityönä tapahtuva dokumentointi asennustapatarkastuslomakkeilla on loppujen lopuksi työläs tapa, vaikka asiakirjoja kehitettäisiin yksinkertaisemmiksi ja helppokäyttöisemmiksi.

Käsin täytettyjen lomakkeiden selkeys ja ymmärrettävyys on kiinni tarkastajan käsialan selkeydestä. Tietokoneella puhtaaksi kirjoittaminen taas lisää työvaiheita, kun ensin tapahtuu tarkastuskierron muistiinpano ja sen jälkeen varsinainen tarkastusasiakirjan täyttö tietokoneella.

Muun muassa virheiden ja puutteiden sekä mahdollisten asennustyön esteiden dokumentoinnin tärkeänä työkaluna toimivat myös valokuvat. Valokuvissa olisi hyvä näkyä tarkastuspaikka ja -aika. Tähän eräinä keinoina ovat kuvattavaan kohtaan kiinnitettävät post-it-laput ja puhelinten kuvanmuokkaus työkaluista löytyvät tekstin lisäys ominaisuudet. Valokuvien ottaminen kyseisine merkintöineen ja tallentaminen projektikansioon on niin ikään työlästä ja aikaa vievää.

4.5 Kehitystyön jatkaminen

Itselleluovutusprosessi vaatii jatkuvaa kehitystyötä yrityksen sisällä. Yhtenäisen toimintatavan kouluttaminen ja omaksuminen vie aikansa. Laadittujen tarkastusasiakirjojen toimivuus paljastuu vasta myöhemmin ja jatkokehitystarpeet käyvät ilmi niiden jalkautuessa operatiiviseen käyttöön. Edellä mainitut haasteet vaativat kuitenkin ratkaisua, jotta tarkastusprosessista saadaan vähemmän kuormittava työvaihe.

Yhtenä kehitysratkaisuna itselleluovutusten dokumentointiin ovat erilaiset rakennusalalle suunnatut mobiilisovellukset, kuten Congrid-sovellus. Mobiilisovellusten avulla dokumentointi voidaan suorittaa heti tarkastuspaikalla ja näin säästetään aikaa. Congrid on rakentamisen laadun ja turvallisuuden hallintaan kehitetty ratkaisu. Congridin avulla voidaan suorittaa mobiililaitteella asennustapatarkastuksia työmaalla. Congridilla laadittavaan tarkastusraporttiin (kuva 2) on mahdollista kirjata virheiden ja puutteiden sijainti sekä kirjallisesti että tasokuvaan merkaamalla, sekä selittää havaittu puute. Raporttiin on myös virheen ja puutteen merkinnän yhteyteen mahdollisuus lisätä valokuvia.

ID	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	Sijainti pohjapiirustuksella
56	Consti Talotekniikka Oy	12.03.19		00
Koulu, 1.krs, B-osa: Rasiat kiinnittämättä, asennus pohjat puuttuu				

KUVA 2. Esimerkki näkymä Congrid-sovelluksen dokumentista

5 POHDINTA

Laatu on haastava käsite. Rakentamisen laatu on rakennusprosessin laatua, valmiin asennuksen laatua ja asiakaskohtaamisen laatua. Laatu mielletään rakentamisen yhteydessä suunnitelmien mukaan rakennetuksi taloksi, joka menee lopputarkastuksesta läpi. Moni rakentamiseen liittyvä ongelma liittyy kuitenkin vahvasti laatuun. Hyvästä laadusta pitäisi saada kunnia-asia rakennusalalle. Hyvä laatu on virheetön ja odotuksia vastaava kohde, jonka toteutus on ollut sujuvaa ja turvallista. Asiakaslähtöisyys on merkittävä tekijä myös rakennusalalla. Laatu mielletään kalliiksi, mutta sitä on myös laaduttomuus.

Laatu on koko projektin mittainen käsite. Laatuun vaikutetaan suunnittelupöydältä luovutuksen jälkeisiin toimintoihin asti. Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin laadun ja laadunvarmistuksen toimiin aivan asennustyön loppuvaiheilla. Laatu-prosessin kehittämisen tarkastelua olisi hyvä siis tehdä jo projektin varhaisemmassa vaiheessa. Onko esimerkiksi hankinnan ja aikataulusuunnittelun puolella keinoja, joilla varmistetaan ja kehitetään laadukkaamman lopputuloksen saavuttamista.

Tämän opinnäytetyön pääteemana olevat laadunvarmistuksen työkaluna toimivat asennustapatarkastukset eli itselleluovutukset on merkittävä työvaihe, jonka kehittämistyötä tulee jatkaa. Sähköasennukset ovat usein viimeisiä työvaiheita rakennusprojektissa, mikä tuo haasteita tarkastuksille aikataulullisesti. Työlästä ja aikaa vievää itselleluovutusprosessia tuleekin kehittää yksinkertaisempaan ja nopeampaan suuntaan. Yhtenä kehitysvaihtoehtona ovat digitaaliset ratkaisut. Tärkeää on myös kartoittaa, mitä virheitä tehdään toistuvasti projektista toiseen. Näiden virheiden kitkeminen asennustyöstä on ensi arvoisen tärkeää.

LÄHTEET

Ahokas, I-L. 2018. Sähköalan säännökset 2018. Sähköalan lakeja, asetuksia, määräyksiä ja ohjeita. Espoo: Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy.

Hieta-Wilkman, S. 2002. STUL-kohdelaatu. 3. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Junnonen, J-M. N.d. Rakennushankkeen laadunvarmistus. Luettu 4.4.2019. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatu-toiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kauppila, J. 2018. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33. 4. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Koski, H. 2004. Rakennushankkeen luovutusprosessin kehittäminen. Espoo: VTT.

Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uudistettu painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

Lecklin, O. & Laine, R. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki. Innovatiivisen johtamisjärjestelmän rakentaminen. Helsinki: Talentum Media Oy.

Rakennusteollisuus. N.d. Miten rakennusala kehittää laatua? Luettu 19.2.2019. <http://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Laatu/Mita-on-rakentamisen-laatu/>

Rousku, H. 2014. Rakennusalan sähköistysopas. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sallinen, P. 2004. Sähkö- ja teleurakoitsijan käsikirja. 2. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

SFS-EN ISO 9000. 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Luettu 18.2.2019.

Silén, T. 2001. Laatu, brandi ja kilpailukyky. Porvoo: WS Bookwell Oy.

ST 52.51.01 2006. Sähkön laatu. Johdinjärjestelmän vaikutus sähkön laatuun. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 12.2.2019.

Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135

Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2002. Espoo: Rakennustieto Oy.

Tiainen, E. 2013. Sähköasennukset 1. 3. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tiainen, E. 2017. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 24. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Ukkonen, K. 2012. Työmaanhoito. Espoo: Sähköinfo Oy.

Valtonen, T. 2013. Itselleluovutus asuntorakentamisessa. Aliurakoiden itselleluovutusten hallinta. Rakennustekniikka. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäyte.

Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta YM5/601/2015. Luettu 4.4.2019

LIITTEET

Liite 1. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

CONSTI TALOTEKNIikka		SÄHKÖASENNUSTEN KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA	
1. TYÖKOHDDE			
Asiakas		Projektin nro	
Osoite		Puhelin	
2. SÄHKÖURAKOITSIJA			
Nimi Consti Talotekniikka Oy			
Osoite Vetokuja 4, 01610 Vantaa		Puhelin	
3. TYÖALUE			
4. JAKELUVERKON HALTIJA			
Nimi			
Osoite			
5. NIMELLISJÄNNITE		6. OIKOSULKUVIRTA LIITTYMÄN LUONA (pienin/suurin)	
7. TARKASTUKSEN PERUSTE			
<input type="checkbox"/> Uudisrakennus <input type="checkbox"/> Muutos- tai laajennustyö <input type="checkbox"/> Korjaustyö <input type="checkbox"/> Uusintatarkastus <input type="checkbox"/> Muu, mikä:			
Työ:			
8. SILMÄMÄÄRÄINEN TARKASTUS			
<input checked="" type="checkbox"/> kunnossa <input type="checkbox"/> huomautettavaa <input type="checkbox"/> ei kuulu tarkastukseen Havaitut puutteet ilmoitetaan kohdassa "Huomautuksia".			
a. Liittymisjohto		b. Läpivienti	
<input type="checkbox"/> päätte <input type="checkbox"/> suojaus		<input type="checkbox"/>	
laji:		poikkipinta:	
c. Päävarokkeet			
d. Pääpotentiaalintasaus			
<input type="checkbox"/> PE- tai PEN-kisko <input type="checkbox"/> maadoitusjohdin <input type="checkbox"/> vesiputkistot		<input type="checkbox"/> ilmanvaihtokanavat	
<input type="checkbox"/> betoniraudoitus <input type="checkbox"/> antennimaadoitus <input type="checkbox"/> puhelinmaadoitus		<input type="checkbox"/> ukkossuojaus	
e. Pääkeskus			
<input type="checkbox"/> sijoitus <input type="checkbox"/> rakenne <input type="checkbox"/> erotusmahdollisuus		<input type="checkbox"/> merkinnät	
<input type="checkbox"/> asennus <input type="checkbox"/> huollon vaatimat tilat		<input type="checkbox"/> liite	
f. Ryhmäkeskukset			
<input type="checkbox"/> sijoitus <input type="checkbox"/> rakenne <input type="checkbox"/> asennus		<input type="checkbox"/> merkinnät <input type="checkbox"/> liite	
g. Ryhmäjohdot			
<input type="checkbox"/> liittäminen keskukseen <input type="checkbox"/> poikkipinnat		<input type="checkbox"/> merkinnät <input type="checkbox"/> asennus	
h. Pistorasiat			
<input type="checkbox"/> sijoitus <input type="checkbox"/> rakenne		<input type="checkbox"/> johtimien liitokset	
i. Valaisimet			
<input type="checkbox"/> sijoitus <input type="checkbox"/> rakenne			
j. Lämmityslaitteet			
<input type="checkbox"/> pattereiden sij. ja as. <input type="checkbox"/> kiukaan sij. ja as.		<input type="checkbox"/> lämmityskelmujen as. <input type="checkbox"/> lämmityskaap. asenn.	
<input type="checkbox"/> mittauspöytäkirjat		<input type="checkbox"/> mittauspöytäkirjat	
k. Muut kojeet			
<input type="checkbox"/> liesi <input type="checkbox"/> keittiökojeet			
l. Muut asennukset			
<input type="checkbox"/> puhelinasennukset <input type="checkbox"/> antenniasennukset		<input type="checkbox"/> muut teletekniset asennukset	
m. Loppupiirustukset			
<input type="checkbox"/> keskukaaviot <input type="checkbox"/> johdotuspiirustukset		<input type="checkbox"/> käyttöohjeet	
n. Palokatkot			
<input type="checkbox"/> RU <input type="checkbox"/> SU		<input type="checkbox"/> kunnossa <input type="checkbox"/> korjattava	
9. TARKASTUKSEN TULOS			
SFS 6000 mukainen turvallisuustaso		<input type="checkbox"/> saavutettu	
<input type="checkbox"/> Korjauskehoitus annettu		<input type="checkbox"/> ei saavutettu (katso "Huomautuksia")	
Päivämäärä, johon mennessä havaitut puutteet korjattava:			
10. TARKASTUKSEN TEKIJÄ/TEKIJÄT			Liitteinä tarkastus- ja mittauspöytäkirjoja
Nimi			
Aika ja palkka		Allekirjoitus	

