



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Topi Kortesoja

LAADUNVARMISTUS
SÄHKÖURAKOINNISSA &
TARKASTUSRAPORTIT

Hitachi Energy Finland Oy

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Topi Kortesoja
Opinnäytetyön nimi	Laadunvarmistus sähköurakoinnissa & tarkastusraportit
Vuosi	2023
Kieli	suomi
Sivumäärä	36
Ohjaaja	Juha Ramsila

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia laatua sähköurakoinnissa. Tarkoituksena oli selvittää miten voidaan varmistaa laadukas asennustyö. Lisäksi työssä luotiin prosessikaavio laadunvarmistuksesta sekä tehtiin tarkastuslistoja asennuksille. Työ tehtiin Hitachi Energy Finland Oy:n Grid Integration liiketoiminnalle.

Työssä käsitellään laadunvarmistusta tarjouskyselystä aina työmaan luovutukseen asti. Tietoja kerättiin kirjallisuudesta, standardeista, Hitachin ohjeista sekä haastatteleamalla Hitachin työntekijöitä.

Lopputuloksena saatiin katsaus laadunvarmistustyökaluihin, uusia tarkastuslistoja Hitachin käyttöön sekä prosessikaavio laadun tarkastamisesta.

Avainsanat laadunvarmistus, sähköurakointi, tarkastusraportit

ABSTRACT

Author	Topi Kortesoja
Title	Quality Assurance in Electrical Contracting & Inspection Reports
Year	2023
Language	Finnish
Pages	36
Name of Supervisor	Juha Ramsila

The subject of this thesis was to investigate quality in electrical contracting. The purpose was to find out how quality can be assured in installation works. In addition, process diagram about quality assurance and new checklists for installations were made. The thesis was made for Grid Integration business of Hitachi Energy Finland Oy.

In this thesis, quality assurance is covered from request for quotation until the handing over of the site. Information was gathered from books, standards, Hitachi's instructions and by interviewing Hitachi's employees.

The result consists of an overview of quality assurance tools, new inspection reports for Hitachi's use and process diagram about quality assurance.

Keywords	quality assurance, electrical contracting, inspection reports
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

1	JOHDANTO.....	7
2	LAATU	8
	2.1 Laadun osat.....	8
	2.2 Laatujärjestelmä	9
	2.3 Tarjouskysely ja urakkaneuvottelut.....	11
	2.4 Työmaan laatusuunnitelma	12
	2.5 Työmaan laatutoiminnot ja työmaakokoukset.....	13
	2.6 Sähköasennusten laadunvarmistus	14
	2.7 Asennuslaadun dokumentaatio.....	15
	2.8 Tarkastusraportit ja työnaikaiset muutokset	16
	2.9 Työmaan onnistumisen arviointi	18
3	NYKYTILANNE	20
	3.1 Ohjeet ja vaatimukset.....	20
	3.1.1 Urakoitsijoiden valinta	21
	3.1.2 Asennusohjeet	22
	3.1.3 Työmaan laadunvarmistus.....	23
	3.1.4 Työmaakokoukset	24
	3.1.5 Tarkastusraportit.....	24
4	PROSESSIKAAVIO LAADUN TARKASTAMISESTA	26
	4.1 Määritetään tarkastuksen laajuus	26
	4.2 Urakoitsijan omat tarkastukset.....	26
	4.3 Urakoitsijan virheiden ja puutteiden korjaus sekä muutokset.....	27
	4.4 Hitachin tarkastukset	27
	4.5 Hitachin kehitystehtävät.....	27
	4.6 Työmaan lopetus	28
5	TARKASTUSRAPORTTIEN KEHITYS	29

5.1 Sovelluksen käyttö tarkastusraportoinnissa	29
5.2 Hitachin asennuslaadun tarkastukset.....	30
6 KEHITYSTYÖN POHDINTA	34
LÄHTEET	35

KUVALUETTELO

Kuva 1. Laadun eri näkökulmat	9
Kuva 2. Laatujärjestelmän rakenne	11
Kuva 3. Esimerkki Congridin tuottamasta laaturaportista	30
Kuva 4. Tarkastuksen tiedot	31
Kuva 5. Tarkastettavat kohteet	32
Kuva 6. Tarkastuksen hyväksyntä	33
Kuva 7. Virheet ja puutteet.....	33

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia laatua sähköurkoinnissa. Hitachilta ei löydy standardoitua tarkastus- ja testaussuunnitelmaa, jossa on määritelty minimivaatimukset asennustöiden laadulle. Tässä työssä selvitetään, kuinka laadullinen asennustyö voidaan varmistaa.

Hitachi Energy käyttää eri aliurakoitsijoita sähköasemaprojektien asennustöissä. Osa aliurakoitsijoista tekee hyvää jälkeä ja osalla on kehittämisen varaa. Työn tavoitteina oli tutkia laatua ja luoda prosessikaavio laadunvarmistuksesta, jossa on kuvattu selkeästi eri vaiheet ja vastuut projektin aikana. Lisäksi tavoitteisiin kuului tarkastusraporttien kehitys sekä sovelluspohjaisten ratkaisujen tutkiminen.

Työn tuloksena kehitettiin uusia tarkastuslistoja asennusten laadun tarkastamiseen ja laadittiin prosessikaavio laadunvarmistuksesta asennustöissä.

2 LAATU

Laadulle on esitetty kirjallisuudessa monia eri määritelmiä monista eri näkökulmista katsottuna. Kaksi asiaa korostuu lähes kaikissa: asiakkaan tarpeiden täytyminen ja asetettuihin vaatimuksiin vertaaminen.¹ Esimerkiksi SFS-EN ISO 9000 -standardissa laatu on määritelty seuraavasti:

Laatua painottava organisaatio edistää kulttuuria, jonka luoma käytös, asenteet, toiminnot ja prosessit tuottavat arvoa täyttämällä asiakkaiden ja muiden olennaisten sidosryhmien tarpeet ja odotukset. Organisaation tuotteiden ja palveluiden laatu määräytyy sen mukaan, mikä on niiden kyky täyttää asiakkaiden vaatimukset ja mikä on niiden tarkoitettu ja tahaton vaikutus olennaisiin sidosryhmiin. Tuotteiden ja palvelujen laatuun sisältyy niiden käyttötarkoituksen ja toimivuuden lisäksi myös asiakkaan kokema arvo ja niistä saama hyöty.²

Määritelmien suuri määrä osoittaa, että laatu on moniulotteinen asia. Yksittäisen organisaation kannalta tärkeintä on, että kaikilla on yhtenäinen mielikuva laadusta sekä laadukkaasta toiminnasta ja tuotteesta. Laatu on yleensä käsitteen moniulotteisuudesta johtuen pilkottava pienempiin osiin, jotta sitä voidaan tehokkaasti hallita.¹

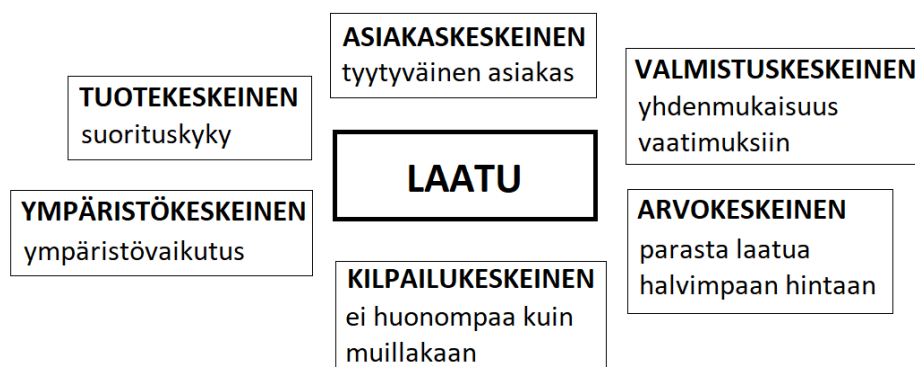
2.1 Laadun osat

Laatu voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: tuotteen tai palvelun laatuun sekä toiminnan laatuun. Tuotteen laatu näkyy yleensä asiakkaalle kilpailutekijänä, kun taas toiminnan laatu toimii lähinnä yrityksen sisäisenä välineenä tuottavuuden parantamiseksi. Kuitenkin lopputuotteen laatu on yleensä yhteydessä myös toiminnan laatuun.¹

¹ Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot

² SFS-EN ISO 9000

Laatua voidaan katsella kuudesta eri näkökulmasta (**Kuva 1.**). Eri näkökulmat korostavat erilaisia suhtautumistapoja laatuun ja omaavat erilaisia tavoitteita ja ongelmia. Tästä johtuen niitä on kehitettävä erilaisin mentelmin.



Kuva 1. Laadun eri näkökulmat

Asiakkaan kokemaan kokonaislaatuun vaikuttaa odotettu ja koettu laatu sekä niiden välillä oleva kuilu.³

2.2 Laatujärjestelmä

Laatujärjestelmässä esitetään yhteisesti noudatettavat pelisäännöt, parhaat menettelytavat ja ongelmatilanteissa toimiminen. Laatujärjestelmä toimii organisaation eri ohjus- ja menettelyjärjestelmien yläjärjestelmänä. Laatujärjestelmää paremmin kuvaava sana on toimintajärjestelmä, mutta laatujärjestelmä on vakiintunut termi. Laatujärjestelmän käyttämisen tavoite on laadun jatkuva toistettavuus. Laatujärjestelmä on:

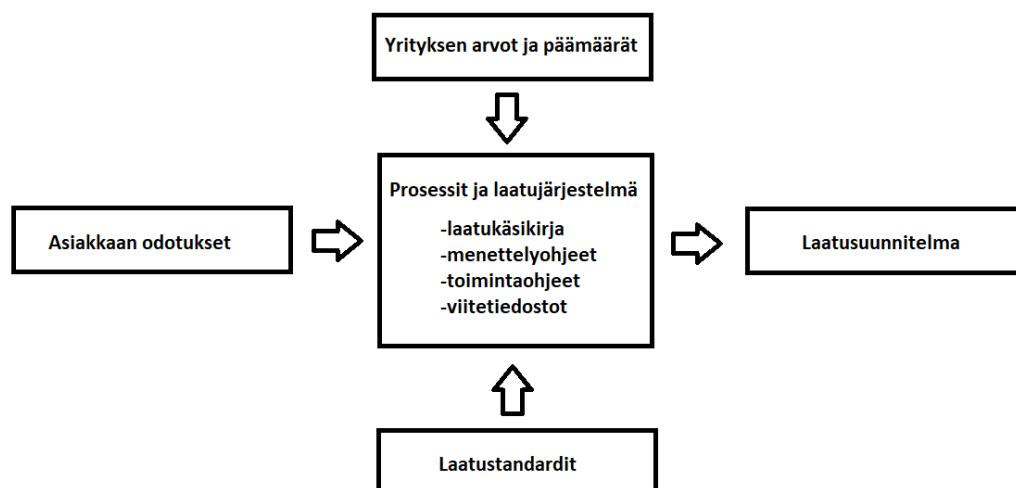
- tapa mallintaa organisaation toimintaa
- tapa määrittellä tapahtumien kulku organisaatiossa
- tapa määrittellä vaatimukset

³ Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot

- tapahtumille
 - toimittajille
 - edellisille vaiheille
 - informaatiolle
 - tuloksille
- tapa ottaa yrityksen toimintaprosessit valvontaan ja ohjaukseen ja määrittellä niille vastuuhenkilö
 - tapa saada tietoa toiminnoista ja verrata niitä tavoitteisiin
 - tapa ottaa tulosten seurannan avulla negatiiviset kehityssuunnat hallintaan ennen kuin ne johtavat ongelmiin
 - tapa suunnata tavoitteiden asettamista
 - tapa määrittellä organisaation tiedonkulkua.

Laatujärjestelmästä on olemassa valmiita malleja, kuten ISO 9000-standardit. Niissä on määritetty vaatimuksia ja ominaisuuksia, joita laatujärjestelmän tulisi sisältää. Standardit eivät esitä valmiita ratkaisuja, vaan ne on sovitettava erikseen kunkin yrityksen omiin toimintatapoihin sopiviksi. Laatujärjestelmä ei suoranaisesti paranna tuotteiden tai palveluiden laatua, mutta se on keino tarkastella toimintaa systemaattisesti. Laatujärjestelmän rakenne vaihtelee yrityskohtaisesti. Perinteinen malli on esitetty kuvassa 2. Jokaiselle projektille tehdään erikseen sovellus laatujärjestelmästä eli laatusuunnitelma.⁴

⁴ Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot



Kuva 2. Laatujärjestelmän rakenne

Kuvassa 2 esiintyvillä termeillä tarkoitetaan seuraavia asioita. Laatukäsikirja sisältää tavallisesti laatupolitiikan, laatujärjestelmän menettelyt ja kuvauksen henkilöiden vastuista ja valtuuksista. Menettelyohjeilla kuvataan toimintoja kertomalla, että kuka tekee, miten tehdään ja milloin tehdään. Toimintaohjeiden tarkoituksena on pitää yllä ja kehittää laatua jatkuvasti. Viitetiedostot koostuvat esimerkiksi työohjeista ja laadunvarmistuksessa käytettävien lomakkeiden malleista.⁵

2.3 Tarjouskysely ja urakkaneuvottelut

Tarjous- ja sopimusvaihe sisältää laadunvarmistuksen kannalta tärkeitä asioita, kuten tarjouspyynnön liitteineen, urakoitsijoiden esivalinnan, tarjouskilpailun, urakoitsijan valinnan, urakkaneuvottelut ja sopimukset. Näissä kaikissa vaiheissa on mahdollista vaikuttaa laatuun.⁶ Tilaaajan on syytä selvittää, onko urakoitsijalla tarvittava osaaminen ja kokemus kohteessa vaadittaviin töihin.⁷

⁵ Laatuajattelu ja työmaan laatutoiminnot

⁶ Rakennustöiden laatu 2017

⁷ Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta

Laatunäkökulmasta katsottuna urakkaneuvottelujen lähtökohtana on eri osapuolten laatujärjestelmien toimivuuden parantaminen ja yhteensovittaminen. Neuvotteluja käydään eri osapuolten välillä, esimerkiksi tilaaja-pääurakoitsija ja pääurakoitsija-aliurakoitsija.⁸ Tarjouskyselyssä on hyvä olla myös maininta asennusten ja käyttöönoton aikaisten tarkastusten ja testien sopimuksellisista seurauksista.⁹

2.4 Työmaan laatusuunnitelma

Laatusuunnitelma on tärkeä työmaan eri osapuolten yhteistyössä tarvittava suunnitelma. Laatusuunnitelman avulla voidaan varmistua siitä, että urakoitsija on suunnitellut toimintansa urakkaehtojen mukaisesti. Laatusuunnitelmassa kuvataan ne menettelytavat, joita aiotaan noudattaa kohteen keskeisissä toiminnoissa, kuten ajanhallinnassa, laadunvarmistuksessa, kustannusvalvonnassa, asiakassuhteiden hoidossa ja hankinnoissa. Eri osapuolten yhteistyön kannalta on eduksi, että osapuolet noudattavat keskeisten asioiden hoidossa yhteisiä periaatteita. Tilaaja voikin edellyttää, että pääurakoitsija tekee ensin oman laatusuunnitelmansa, jonka mukaan aliurakoitsijoiden suunnitelmat sovitetaan yhteen.⁸ On tärkeää, että suhteita ulkoisiin toimittajiin hallitaan hyvin, sillä organisaatio ja sen ulkoiset toimittajat ovat riippuvaisia toisistaan. Organisaation tulisi pyrkiä solmimaan suhteita, jotka tuottavat arvoa kaikkia osapuolia hyödyttävällä tavalla. Ulkoisten toimittajien hallinnassa tulee ottaa huomioon riskit ja mahdollisuudet jotka liittyvät:

- sisäisiin toimitiloihin tai kapasiteettiin
- tekniseen kykyyn täyttää tuotteita ja palveluita koskevat vaatimukset
- pätevien resurssien saatavuuteen

⁸ Urakoitsijan sopimusasiat

⁹ SFS 6001

- ulkoisia toimittajia varten tarvittavien hallintakeinojen tyyppiin ja laajuuteen
- liiketoiminnan jatkuvuutta ja toimitusketjua koskeviin asioihin (esimerkiksi luottamus yhteen toimittajaan tai rajoitettuun määrään toimittajia)
- ympäristöön, kestävyys ja yhteiskuntavastuuseen.

Organisaatiota ja ulkoisia toimittajia hyödyttävän suhteen sekä toimintojen ja prosessien hallinnan kannalta on tärkeää, että organisaatio kertoo aliurakoitsijoille toiminta-ajatuksistaan, visiostaan, arvoistaan ja kulttuuristaan sekä tarjoaa tarvittavan tuen resursseina ja tietämyksenä.¹⁰

2.5 Työmaan laatutoiminnot ja työmaakokoukset

Työmaalla tapahtuvilla laadunvarmistustoimilla varmistetaan, että lopputulos vastaa sopimuksessa sovittua laatua.¹¹ Työmaalla joudutaan ratkomaan monia ongelmia ja kysymyksiä, joten tilaajan ja urakoitsijan säännöllinen kommunikaatio on välttämätöntä. Työmaakokoukset ovat yksi tärkeimmistä osapuolten kommunikaation muodoista. Niissä luodaan kontaktit osapuolien kesken, ratkaistaan eteen tulevia ongelmia, varmistetaan eteneminen suunnitelman mukaisesti, vertaillaan vaihtoehtoisia toimintatapoja ja menetelmiä sekä ratkotaan erimielisyyksiä. Työmaakokouksissa on hyvä käsitellä tulevia töitä ja niihin liittyviä laadunvarmistustoimenpiteitä. Työmaakokosten paikka ja aika sovitaan yleensä urakkasopimuksessa. Sopiva kokousväli vaihtelee työmaasta riippuen. Kokousväliä voi myös muuttaa tarpeen mukaan. Viimeistään ensimmäisessä työmaakokouksessa on hyvä sopia kuinka osapuolet kutsutaan

¹⁰ SFS-EN 9004

¹¹ Rakennustöiden laatu 2017

kokouksiin, ketkä ovat velvoitettuja osallistumaan ja kuka laatii pöytäkirjan kokouksesta.¹²

2.6 Sähköasennusten laadunvarmistus

Asennusten lähtökohtana on valmistuskeskeinen laatu, jonka mukaan lopputuloksen on täytettävä suunnitelmissa esitetyt vaatimukset. Vaatimusten täytyminen varmistetaan erilaisten laadunvarmistustoimien avulla. Laadunvarmistus sisältää tarvittavat järjestelmälliset toimenpiteet, joiden avulla voidaan varmistua siitä, että lopputulos täyttää kaikki suunnitelmissa olevat vaatimukset. Laadunvarmistus ei ole pelkästään tarkistamista, vaan se edellyttää myös eri osapuolten yhteistoiminnan ja kommunikaation kehittämistä. Urakoitsijan pitää myös varmistua mahdollisten aliurakoitsijoiden tuottamasta laadusta. Tilaajan on hyvä varmistaa, että

- urakoitsijat saavat suunnitelmat ajoissa
- työmaalle toimitetut suunnitelmat ovat tarkastetut ja niiden yhteensopivuus on varmistettu
- tarvittavat asennustavarat ovat oikeanlaisia ja ne on toimitettu ajoissa.¹³

Sähköasennusten hyvän laadun voi saavuttaa seuraamalla valmistajan ohjeita, sovellettavia standardeja sekä yleisesti hyväksytyjä hyviä asennustapoja. Suomessa sähköasennusten ohjeina toimivat Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 sekä sitä täydentävät asetukset, SFS 6000-standardisarja, laitevalmistajien ohjeet sekä muut ohjeistukset, kuten esimerkiksi ST-kortisto ja D1-käsikirja. Lisäksi alalla on ajan saatossa syntyneitä vakiintuneita käytäntöjä, jotka ovat muuttuneet yleisesti hyväksytyiksi toimintatavoiksi. Näille ei aina löydy perusteita, eivätkä ne

¹² Urakoitsijan sopimusasiat

¹³ Laatuajattelu ja työmaan laatutoiminnot

vaikuta varsinaisesti turvallisuustekijöihin, mutta ne muodostavat selkeyttä sekä yhtenäisen toteutustavan. Tällaisia vakiintuneita käytäntöjä ovat esimerkiksi kojeiden asennuskorkeudet ja -järjestys.¹⁴ Mikäli SFS 6000-standardista poiketaan, on turvallisuusvaatimusten täyttymisestä laadittava kirjallinen raportti ennen asennusten aloittamista. Tämä selvitys tulee liittää käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan.

Asennusohjeiden merkitys on nykyään entistä suurempi. Tämä johtuu osittain uusien laitteiden monipuolisuudesta sekä siitä, että standardeissa ei ole enää nykyään yhtä yksityiskohtaisia asennustapoja koskevia vaatimuksia kuin ennen. Sähkölaitteet täytyy asentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. Valmistaja on veloitettu toimittamaan asentamisen ja käytön kannalta tarpeelliset ohjeet. Vastaavasti asentaja on veloitettu noudattamaan valmistajan antamia ohjeita.¹⁵

Asennusten ulkonäkö vaikuttaa myös koettuun laatuun. Asennusten estetiikasta ei ole olemassa standardia, vaan sitä verrataan usein muihin vastaaviin asennuksiin. Esteettisesti hyvään asennukseen pääsee, kun suunnitelee hyvin etukäteen ja käyttää oikeanlaisia tarvikkeita ja työkaluja. Yksinkertainen ratkaisu on usein siistein.¹⁴

2.7 Asennuslaadun dokumentaatio

Laadunvarmistuksessa yksi tärkeä osa on dokumentointi. Dokumentoinnin avulla pystytään tunnistamaan hyviä menettelytapoja sekä laaturiskejä sisältäviä työtehtäviä. Lisäksi pystytään selvittämään, mitkä asiat ovat johtaneet virheiden syntymiseen, että ne voidaan jatkossa estää.¹⁶ Asennusten aikaiseen dokumentointiin kannattaa käyttää aikaa. Olemassa olevia kohdetietoja ja pohjia

¹⁴ Hyvä asennustapa sähkötoisissa

¹⁵ D1-2022

¹⁶ Laatuajattelu ja työmaan laatutoiminnot

voidaan käyttää apuna tarkastuksia tehdessä. Esimerkiksi pohjapiirustukseen voidaan merkitä, missä puutteita on havaittu. Työmaakerroksella havaitut virheet ja puutteet kannattaa dokumentoida. Havainnoista voi ottaa esimerkiksi valokuvan. Oleellista on, että virhe pystytään tunnistamaan oikeaan paikkaan. Lisäksi virrehavainnot kannattaa kerätä yrityksen omaan järjestelmään.¹⁷ Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaisesti urakoitsijan on valvottava laatua sekä tehtävä itselleluovutus ennen rakennuttajalle tapahtuvaa luovutusta. Lisäksi havaituista laaturiveistä on kerrottava tilaajalle.¹⁸

2.8 Tarkastusraportit ja työnaikaiset muutokset

Laadukkaan käyttöönottotarkastuksen perusedellytys on, että kohteesta on tehty perusteellinen tarkastussuunnitelma ja ohjeistus. Kun työn tehokkuudelle on asetettu suuret tavoitteet, on mietittävä tarkasti kenen toimesta, kuinka ja milloin mittaukset ja tarkastukset suoritetaan. Kun on tehty hyvä tarkastussuunnitelmapohja, voidaan sitä käyttää uusissakin kohteissa vähäisillä muutoksilla.¹⁹ Tilaaja ja toimittaja sopivat keskenään asennusten aikana ja käyttöönottotarkastuksessa tehtävistä testeistä ja tarkastuksista sekä niihin sovellettavista standardeista, menetelmistä ja hyväksymisvaatimuksista. Lisäksi on sovittava käytettävistä testilaitteista ja testausmenetelmistä. Sähköasennusten käyttöönottotarkastukset alkavat siitä hetkestä, kun asentaja tekee ensimmäisen asennusliikkeen. Osa asennuksista jää piiloon seinien tai lattioiden taakse, jolloin niitä ei voida enää lopuksi tarkastaa aistinvaraisesti.²⁰ Ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa täytyy tarkastaa, että se on määräysten mukainen ja turvallinen. Tämä varmistetaan tekemällä sekä aistivaraista tarkastamista että mittauksia ja

¹⁷ Laadukasta rakentamista

¹⁸ Rakennustöiden laatu 2017

¹⁹ 1-20 kV suurjännitelaitteistojen käyttöönottotarkastusohjeisto

²⁰ Hyvät asennustavat

toimintatestejä. Aistinvaraista tarkastusta tehdään koko asennustyön ajan, kun taas mittaukset ja testit siojittuvat loppuvaiheeseen. Tarvittavat aistinvaraiset arvioinnit, tarkastukset ja mittaukset löytyvät löytyvät työmaan tarkastussuunnitelmasta. Tarkastuksen tekijällä on oltava riittävät tiedot tarkastettavasta kohteesta. Tarkastustehtävien organisoinnissa on selvitettävä

- miten ja milloin tarkastukset tehdään
- kuka tarkastukset tekee
- miten tarkastuksiin perehdytetään
- kuinka tarkastuksia kontrolloidaan
- miten dokumentointi hoidetaan
- kuinka puutteet korjataan ja korjaukset tarkastetaan
- millaisilla menetelmillä ja laitteilla tarkastukset tehdään
- miten mittalaitteiden kunto varmistetaan
- miten aliurakoitsijoiden tarkastusvelvollisuudet hoidetaan.

Sähköasennusten tarkastusten tekijän tulee olla riittävän ammattitaitoinen tehtävään eli sähköalan ammattihenkilö. Tällä varmistetaan, että työturvallisuus ei vaarannu ja että tarkastus on luotettava. Tarkastuksista täytyy laatia laitteiston haltijan käyttöön tarkastusraportti. Raportissa tulee olla seuraavat tiedot:

- kohteen yksilöintitiedot
- selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta
- yleiskuvaus käytetyistä testausmenetelmistä
- tarkastusten ja testausten tulokset.

Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tai muulla tavoin varmennettava tarkastusraportti. Lisäksi raportista täytyy löytyä kohteen sähkötoiden johtajan

yhteystiedot. Tarkastusraportille ei ole esitetty muotovaatimuksia, kunhan siitä ilmenevät vaaditut asiat.²¹

Kaikkia töitä pystytään harvemmin tekemään täysin suunnitelmien mukaisesti ja töiden aikana tulee muutoksia eli punakynämerkintöjä. On selvää, että alussa tullut muutos on helpompaa toteuttaa kuin viimeistelyvaiheessa tullut. Urakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat muutostyöt, elleivät ne olennaisesti muuta urakkaa toisenlaiseksi. Tilaajan täytyy osoittaa muutokset selvästi urakoitsijalle. Muutostöiden vaikuttaessa olennaisesti urakka-aikaan tai urakan hintaan, on niistä sovittava kirjallisesti ennen suorittamista. Lisätyöt tarkoittavat alkuperäiseen urakkaan tehtävää lisäystä. Niistä sovitaan kuten uudesta työstä eikä urakoitsija ole velvoitettu tekemään niitä. Työmaan toimintoja suunnitellessa on tärkeää sopia tapa, kuinka spontaanit pienet muutostyöt toteutetaan ja dokumentoidaan. Urakka ei ole ohi, ennen kuin puutelista on tyhjennetty kokonaan. Jälkitöiden hoitamiseen kannattaa tehdä suunnitelma, joka voi näyttää esimerkiksi seuraavanlaiselta:

1. Arvioi listassa olevat puutteet kokonaisuutena ja tee luettelo hankinnoista
2. Arvioi tehtävät työt ja niiden tarvitsema aika
3. Tee hankinnat ja laadi aikataulu
4. Sovi ajankohta korjausten tekemiseen tilaajan kanssa.²²

2.9 Työmaan onnistumisen arviointi

Työmaan loppuvaiheessa kerätään toteutuneet tiedot yhteen ja tallennetaan ne arviointia varten. Kerättävää tietoa voi olla esimerkiksi

- töiden aloituspäivämäärä

²¹ D1-2022 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista

²² Työmaanhoito

- välitavoitteiden valmistumispäivämäärät
- käyttöönottopäivämäärä
- puutelistan kohtien lukumäärä
- jälkitöiden hoitamisajan pituus
- jälkityökäyntien lukumäärä
- jälkitarkastusten lukumäärä
- loppudokumenttien toimituspäivämäärä
- projektin päättämispäivämäärä.

Asiakaspalautekyselyt ovat myös hyvä tapa kerätä tietoa asiakkaan tyytyväisyydestä ja parannusehdotuksista. Työmaan toiminnan arvioinnin tarkoituksena on selvittää tavoitteiden toteutuminen suunnitelmiin verrattuna. Arvioinnissa voidaan miettiä esimerkiksi

- onko lopputulos suunnitelmien mukainen
- olivatko työssä käytetyt menettelyt oikeanlaisia ja oliko niitä mahdollista noudattaa
- osataanko saatua kokemusta hyödyntää uusia vastaavia suorituksia suunniteltaessa ja toteuttaessa.

Jälkikäteen tehtävä tarkastelu on tärkeää sen kannalta, että virheistä opitaan ja asiat osataan ottaa huomioon seuraavaa kohdetta suunnitellessa.²³

²³ Työmaanhoito

3 NYKYTILANNE

Tällä hetkellä Hitachilla ei ole olemassa standardoitua tarkastus- ja testaussuunnitelmaa, jossa olisi määritelty minimivaatimukset asennustöiden laadulle. Tämän takia on tarve luoda prosessikaavio laadunvarmistuksesta, jossa on esitetty laadunvarmistustoimet ja vastuut. Yleisiä ohjeita on kyllä olemassa, mutta ei aina oikeassa paikassa oikeaan aikaan eikä kerättyinä yhteen dokumenttiin.

Tärkeää on, että sähköurakoitsija tietää laadun vaatimustason alusta alkaen ja tuottaa sen mukaista työnjälkeä. Yksityiskohtaiset asennusohjeet ja malliasennuksen tekeminen nousivat esiin tärkeinä tekijöinä keskustelussa. Tällä hetkellä asennusohjeet eivät ole tarpeeksi yksityiskohtaisia tai niitä ei löydy työmaalta. Asiakkailta tulee eniten huomautuksia asennusten ulkonäöstä.²⁴

Laadun valvonta työmaalla vaihtelee myös projektin kokoluokan mukaan. Isommilla työmailla on työmaapäällikkö valvomassa, kun taas pienemmillä työmailla ei ole välttämättä ketään Hitachilta valvomassa. Jälkimmäisessä tapauksessa on erittäin tärkeää, että asentajilla on selkeät ohjeet ja että työmaalta raportoidaan säännöllisesti Hitachille.²⁴

3.1 Ohjeet ja vaatimukset

Alle on kerätty laatuun liittyviä ohjeita ja sopimukseen liittyviä laadullisia vaatimuksia Hitachin tietokannoista.

²⁴ Sahlman, V., Vallius, M.

3.1.1 Urakoitsijoiden valinta

Sähköurakoitsijan valinnalla voidaan vaikuttaa merkittävästi lopputuloksen laatuun. Laatuasiat otetaan huomioon jo tarjousvaiheessa. Uusien urakoitsijoiden vaatimustenmukaisuus voidaan tarkastaa tilaajavastuun verkkosivuilta.²⁵

Urakoitsijoiden valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi:

- urakoitsijan HSE-tilastot
- aikaisempi työ Hitachi Energyn kanssa
- asiakkaiden suositukset
- tekninen kapasiteetti
- urakoitsijan laatutilastot
- urakoitsijan taloudellinen tilanne
- strateginen yhteistyö Hitachi Energyn kanssa
- urakoitsijan resurssit
- urakoitsijan saama Hitachi Energyn hyväksyntä.

Ensisijaisesti käytetään Hitachin hyväksymiä urakoitsijoita. Myös sisäisessä kustannuslaskennassa käytetään pohjana hyväksytyjen urakoitsijoiden tarjouksia.²⁶ Ennen aloitusta tehdään mm. seuraavat asiat

- urakoitsijan työmaavastaavan kanssa käydään keskustelu liittyen HSE asioihin sekä asenteeseen
- työmaalla tehtävät tarkastukset määritellään ja aikataulutetaan
- urakoitsija perehdytetään Hitachin laatuvaatimukseen.

²⁵ RfQ and Purchasing of Contracted Services

²⁶ Strategic Sourcing for Contracted Services

Urakoitsijan toiminnasta kerätään tietoa töiden aikana. Hyvät ja huonot ratkaisut dokumentoidaan. Lisäksi toimintaa analysoidaan ja kehitetään jatkuvasti.²⁸

3.1.2 Asennusohjeet

Selkeät asennusohjeet ovat tärkeä osa hyvää lopputulosta. Hyvät ohjeet vaikuttavat myös asennusten visuaaliseen puoleen, joka on iso osa asiakkaan kokemaa laatua.²⁷ Hitachilla on olemassa Hyvät Asennustavat -ohje, joka esitetään uusille urakoitsijoille.²⁸ Urakoitsijan on noudatettava laitevalmistajien sekä Hitachin asennusohjeita.²⁹ Mikäli ei ole erikseen mainittu, asennustöissä käytetään seuraavia ohjeita ja standardeja:

- SFS 6000 Pienjänniteasennukset
- SFS 6001 Suurjänniteasennukset
- SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus
- ST-Kortisto, Sähkötieto ry
- SFS Käsikirja 600 Pienjänniteasennukset ja sähkötyöturvallisuus
- D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista
- 205/2009 Vna Rakennustyön turvallisuudesta.

Kaikkien materiaalien ja työmenetelmien tulee olla Suomessa voimassa olevien lakien, säädösten ja määräysten mukaisia.³⁰ Asennukset tulee suorittaa teollisuudessa yleisesti hyväksytyjen asennustapojen mukaisesti käyttäen ammattitaitoista työvoimaa. Rakennustyöt tulee tehdä ympäristötietoisesti säästämällä luonnonvaroja. Asennustöissä käytettävien tarvikkeiden täytyy olla suunniteltu kyseisiin asennusolosuhteisiin. Mikäli menetelmiä tai tarvikkeita ei ole

²⁷ Vallius, M.

²⁸ Contractor mgm RACI

²⁹ Sähkötyöselostus

³⁰ Asennustöiden yleiskuvaus ja sopimuksen rajat

määritelty toimitetuissa asiakirjoissa, urakoitsija voi valita ne itse. Tilaajalla on oikeus hylätä ne, jos ne eivät johda sopimuksen mukaiseen lopputulokseen.³¹

Laite- ja työkohtaisia asennusohjeita ja -vaatimuksia on esitetty mm. sähkötyöselostuksessa sekä sähköasemaurakoinnin käsikirjassa.

3.1.3 Työmaan laadunvarmistus

Hitachi Energyn laatuasiantuntijat voivat tehdä laatuauditointeja työmaille. Auditoinnissa kiinnitetään huomiota mm. työmaan hallintaan, asiakirjojen valvontaan, materiaalien vastaanottoon ja yleiseen siisteyteen. Laatupoikkeamista ilmoitetaan työmaa- tai projektipäällikölle ja ne kirjataan Hitachi Energyn järjestelmään.³² Jos työmaalla ei ole Hitachi Energyn työmaapäällikköä, aliurakoitsija nimeää joukostaan työmaavastaavan. Työmaavastaavan tehtäviin kuuluu esimerkiksi viikoittainen työmaan kunnossapitotarkastus ja sen dokumentointi sekä viikoittaisten raporttien toimittaminen Hitachi Energyn projektipäällikölle, joista ilmenee mm. tehdyt työt ja suunnitellut työt seuraavalle viikolle. Valokuvien lähettäminen tehdyistä töistä on myös mainittu ohjeessa. Mikäli aikataulu viivästyy, on urakoitsijan toimitettava kirjallinen suunnitelma tilanteen palauttamiseksi aikatauluun. Urakoitsija toimittaa omasta laadunvalvontatyöstä kopiot Hitachi Energylle. Lisäksi urakoitsija pitää työmaapäiväkirjaa ja toimittaa dokumentit tehdyistä muutoksista (punakynät).²⁸ Urakoitsija on veloitettu esittämään työmaakohtainen kirjallinen laatu-, ympäristö- ja turvallisuussuunnitelma sekä työmaakohtainen työsuunnitelma ennen töiden aloitusta.²⁹

³¹ Sähkötyöselostus

³² Site – Työmaan laadun perehdytys

3.1.4 Työmaakokoukset

Aliurakkasopimus pohjassa on mainittu, että työmaakokouksia pidetään tarvittaessa. Kuitenkin kumman tahansa osapuolen ehdottaessa sellainen on pidettävä.³³ Työmaan laadun perehdytys -ohjeessa on ohjeistettu, että kokouksia pidettäisiin viikoittain. Kokouksissa käsitellään HSE-asioita, henkilöstöön ja resursseihin liittyviä asioita, aikataulua ja edistymistä, logistiikkaa ja saapuvia tavaroita, muutoksia ja lisätöitä, työn laatua ja tarkastuksia sekä mahdollisia muita asioita. Projekti- tai työmapäällikkö laatii kokouksesta pöytäkirjan³⁴

3.1.5 Tarkastusraportit

Sähköaseman tarkastus- ja testaussuunnitelmassa on esitetty tyypillisellä sähköasemalla tehtävät tarkastukset ja testit. Dokumentissa on myös määritelty perustarjoukseen sisältyvät testit. Kattavammista testauksista sovitaan erikseen. Testejä tehdään kaikille sähköaseman pääkomponenteille. Osa testeistä on tehty jo tehtaalla, osan suorittaa sähköurakoitsija ja osan Hitachi Energyn työntekijä. Kaikista testeistä laaditaan tarkastusraportit jotka toimitetaan loppudokumentaation yhteydessä asiakkaalle.³⁵

Sähköasemalla urakoitsijan tekemiin tarkastuksiin kuuluu

- rakennuksen sähköasennusten käyttöönottotarkastus
- rakennuksen sähköasennusten varmennustarkastus
- paloilmoitinjärjestelmän viranomaistarkastus
- keskijännitekaapeleiden eristyresistanssimittaukset
- mittamuuntajien eristysvastusmittaukset

³³ Contract Template - Subcontractor

³⁴ Site – Työmaan laadun perehdytys

³⁵ Sähköaseman tarkastus- ja testaussuunnitelma

- erottimien ylimenovastusmittaukset
- maadoituksen jatkuvuusmittaus.

Sähköurakoitsija täyttää testeistä tarkastuspöytäkirjat ja toimittaa ne Hitachi Energylle.³⁶ Tarkastusraportit toimitetaan aina heti työvaiheen valmistuttua. Urakoitsijan tulee esittää dokumentit siitä, että tarkastukset on tehty standardien ja Hitachi Energyn vaatimusten mukaisesti.³⁷ Mittaukset on tehty vaatimusten mukaisesti, jos Hitachi Energyn työntekijä on perehdyttänyt mittaukset ja käytetään Hitachin tarkastusraporttipohjia.

Hitachi Energyn edustaja antaa luovutustodistuksen urakoitsijalle, kun työmaa on siivottu, työt ovat läpäisseet testit ja urakoitsija on täyttänyt kaikki sopimuksen mukaiset velvoitteensa. Luovutustodistuksen voi saada myös ehdollisena hyväksyntänä puutteista huolimatta. Tällöin luovutustodistuksessa on kuvattava kaikki puutteet ja urakoitsijan on korjattava ne 30 päivän kuluessa. Lopullisen hyväksymistodistuksen urakoitsija saa silloin, kun asiakas on hyväksynyt projektin vastaanotetuksi. Lopullisen hyväksymistodistuksen voi luovutustodistuksen lailla antaa ehdollisena. Hitachi vaatii urakoitsijoilta 2 vuoden takuun.³⁶

³⁶ Asennustöiden yleiset sopimusehdot ja sopimuksen rajat

³⁷ Site – Työmaan laadun perehdytys

4 PROSESSIKAAVIO LAADUN TARKASTAMISESTA

Prosessikaaviossa on esitetty toimenpiteet koskien sähköasennusten laadunvarmistusta. Kaaviossa esitetään eri osapuolten vastualueet. Kaavio alkaa siitä hetkestä, kun sovitaan tarkastusten laajuudesta ja päättyy kohteen luovutukseen ja loppudokumentointiin. Kaaviossa on myös esitetty jatkuvasti tehtävät kehitystyöt eri osapuolten kesken.

4.1 Määritetään tarkastuksen laajuus

Projektin alussa määritellään tilaajan kanssa vaatimustaso tehtäville tarkastuksille ja dokumentoinnille. Mikäli erityisvaatimuksia ei ole, edetään vakio tarkastuslistan mukaisesti. Alussa järjestetään urakoitsijoille aloituspalaveri, jossa käydään läpi laadun kannalta tärkeät asiat, kuten Hitachin ja loppuasiakkaan laatuvaatimukset sekä kohteen erityispiirteet. Sähköurakoitsija käy suunnittelijan kanssa kohteen asennuspiirustukset ja muut asennuksiin liittyvät ohjeet läpi. Näiden tietojen pohjalta urakoitsija tekee kirjallisen laadunvarmistussuunnitelman sekä esittää tarkastusraporttipohjansa Hitachin projektipäällikölle, joka antaa näille hyväksynnän. Työmaalle perustetaan laatukansio, johon kerätään kaikki laatudokumentit.

4.2 Urakoitsijan omat tarkastukset

Urakoitsijalla on oltava suunnitelma siitä, mitä tarkastetaan, kuka tarkastaa ja milloin tarkastetaan. Aina kun jotain valmistuu, tarkastetaan heti lopputulos ja täytetään siitä tarkastusraportti, joka toimitetaan Hitachille. Jos kohteessa on paljon samankaltaisia asennussuoritteita, kannattaa miettiä malliasennuksen tekemistä ja hyväksyntää. Urakoitsija tarkastaa oman työnsä, ja täyttää omat tarkastusraporttinsa, jotka toimitetaan Hitachille. Lisäksi urakoitsija suorittaa mittauksia, kuten ylimenovastukset ja eristysresistanssit, jotka kuuluvat Hitachin perustarkastuksiin ja joista on olemassa Hitachin tekemät tarkastuspohjat. Nämä tarkastukset tulee perehdyttää urakoitsijalle ennen tarkastusten aloitusta.

Urakoitsijan on myös varmistettava mahdollisten käyttämiensä aliurakoitsijoiden tuottama laatu.

4.3 Urakoitsijan virheiden ja puutteiden korjaus sekä muutokset

Mikäli urakoitsija huomaa omassa tarkastuksessaan virheitä tai puutteita, tulee niistä ilmoittaa välittömästi Hitachille sekä korjata ne mahdollisimman pian. Hitachi voi myös hyväksyä työn ehdollisena, jolloin se tulee korjata määräaikaan mennessä. Tällöin töitä voidaan jatkaa eteenpäin pienistä virheistä tai puutteista huolimatta. Mikäli näin tehdään, täytyy siitä laatia kirjallinen dokumentti, ettei asia unohdu. Jos ja kun muutoksia joudutaan tekemään alkuperäisiin suunnitelmiin, tulee kaikki muutokset hyväksyttäväksi ensin Hitachilla, jonka jälkeen ne tulee dokumentoida selvästi ja yksityiskohtaisesti. Suunnittelija päivittää lopuksi kuvat dokumentoitujen muutosten pohjalta, joten on tärkeää, että kaikki muutokset on dokumentoitu.

4.4 Hitachin tarkastukset

Hitachilla on sähköasemalla omat tarkastuksensa, jotka eivät ole osa tätä opinnäytetyötä. Hitachi myös tarkastaa kaikki kohteet yleisesti ja täyttää niistä tarkastusraportit sekä suorittaa vastaanottotarkastuksen. Lisäksi tässä opinnäytetyössä on kehitetty muutamia uusia yleisiä tarkastusdokumentteja, joiden avulla kuka tahansa työmaalla oleva Hitachin edustaja voi tarkastaa eri työvaiheissa, onko asennusten laatu vaaditulla tasolla. Näitä listoja voidaan tarvittaessa tehdä helposti lisää uusille kohteille.

4.5 Hitachin kehitystehtävät

Laadun kannalta tärkeiden asioiden kohdalla tehdään myös jatkuvaa kehitystyötä. Kaikkien työmaalla olevien olisi hyvä kirjata ylös huomaamia virheitä ja puutteita, että ne saataisiin kaikkien tietoon ja niiltä voitaisiin välttyä jatkossa. Näitä asioita käsitellään tiimien kesken säännöllisesti. Lisäksi esimerkiksi työmaapäällikkö kehittää toimintaa työmaalla ja suunnittelijat kehittävät teknisiä

ratkaisuja. Urakoitsijoihin pidetään myös säännöllisesti suhteita yllä ja kerrotaan esimerkiksi uusista käytännöistä ja vaatimuksista.

4.6 Työmaan lopetus

Työmaan päätyttyä on hyvä pitää palaveri Hitachin ja sähköurakoitsijan välillä, jossa annetaan palautetta työmaan onnistumisesta. On tärkeää, että palaute kulkeutuu työn suorittajille asti, eikä jää työnjohtajien väliseksi. Hyvät ja huonot ratkaisut kerätään ylös ja tallennetaan myöhempää käyttöä varten. Tarkoituksena on estää virheiden syntyminen jatkossa ja toisaalta saattaa hyvät ratkaisut kaikkien tietoon, että niitä voidaan käyttää jatkossakin. Lisäksi Hitachi lähettää loppuasiakkaalle palautekyselyn omasta toiminnastaan.

5 TARKASTUSRAPORTTIEN KEHITYS

Tarkastusraportit täytetään nykyään useimmiten joko kynällä ja paperilla tai vaihtoehtoisesti excel -pohjiin täyttämällä ja tulostamalla. Tulevaisuudessa olisi hyvä siirtyä digitaalisiin järjestelmiin laatudokumentoinnissa. Tämä edellyttää esimerkiksi, että käytössä on yhteinen järjestelmä tilaajan ja kaikkien urakoitsijoiden välillä. Lisäksi pitää varmistua siitä, että kaikilla on edellytykset käyttää kyseistä järjestelmää ja se on saatavilla kaikille. Digitaalisissa järjestelmissä on myös omat haasteensa, kuten se, että niiden käyttämiseen tarvitaan mobiililaitte ja internet-yhteys. Jos internet-yhteys on heikko tai sitä ei ole ollenkaan ja laitteista on akut tyhjänä, ei raportointi onnistu optimaalisesti.

Suunnitelmien mukana olisi myös hyvä olla yksityiskohtaiset tiedot asennustavoista ja -materiaaleista. Näiden tietojen olisi hyvä sisältyä esimerkiksi leikkaus- tai layout-kuviin, että niiden noudattaminen olisi mahdollisimman helppoa.³⁸


5.1 Sovelluksen käyttö tarkastusraportoinnissa

Vaihtoehtona paperisille tarkastusdokumenteille on olemassa erilaisia sovelluksia kuten esimerkiksi Congrid. Congrid on perustettu vuonna 2013, ”kun kaksi rakennusmestaria turhautuivat käyttämään kynää, paperia ja Excel-tiedostoja rakennustyömaiden laadun- ja turvallisuudenhallintaan.” Congridid on rakennusalan laatu- ja turvallisuusjohtamiseen suunniteltu sovellus, jota voi käyttää sekä tietokoneella että mobiililaitteilla. Sitä voivat käyttää pääurakoitsija, aliurakoitsijat, valvojat ja rakennuttajat. Congridin tuotteisiin kuuluu mm. tehtävälisterit, laatutarkastukset, turvallisuusmittaukset, turvallisuustarkastukset,

³⁸ Vallius, M.

turvallisuushavainnot, ympäristöhavainnot, työmaamuistio, dokumentit ja suunnitelmat, valokuvadokumentointi, työmaapäiväkirja ja analytiikka.³⁹

Sovelluspohjaisissa laatudokumentoinnissa hyvänä puolena on myös raportoinnin yhdenmukaisuus ja se, että kaikki dokumentit löytyvät helposti samasta paikasta. Lisäksi useissa sovelluksissa löytyy ajantasaiset standardit, joten raportit ovat aina vaatimustenmukaisia.

As. Oy Kerrostalo Työ 12345 Congrid Oy		Laatutarkastus 27 As. Oy Kerrostalo 14.04.2020, Viikko 16		CONGRID	
Pvm.	Työvaihe / Tarkastus	Alue			
14.04.2020	3033 Ontelokentän rauditus / Malliasennustarkastus	As. Oy Kerrostalo			
Hyväksyjät		Osallistajat			
Status	Kuvaus				
✓	1. Ontelolaattojen saumat ja muotit ovat puhtaat. Raudoitteet ovat puhtaat.				
✗	2. Raudoitteen ovat suunnitelmien mukaisia. Terästen jatkospituudet ovat suunnitelmien mukaisia. Deltapalkkien yms erikoisrakenteiden rauditus on suunniteltu ja on suunnitelmien mukainen.				
✓	3. Varmistetaan raudoitteiden suojaetäisyydet varsinkin eristettä vasten valettaessa. Muotteja vasten käytetään muovisia välkkeitä. Varmistetaan että raudoitteiden ympärille tulee joka paikassa betonia. Varmistetaan ettei raudoitteet nouse ontelolaatan yläpuolelle (ontelopäätyjen raudoitteet)				
✓	4. LVIS-tekniikan läpiviennit on otettu huomioon muotituksessa/käytetty valmiita läpivientisiä esim. Sevatek				
✓	5. Holvista nousevat teräksen päät on suojattu tulppaamalla.				
Lisätietoja		Sää 14.04.2020			
Tapahtumat 14.04.20 09:59 (🕒 14.04.20 09:57) ✓ Valmis tarkastettavaksi 14.04.20 09:58 (🕒 14.04.20 09:57) ⏸ Odottaa		 Sää kello 9:57 Täysin pilvistä Lämpötila: 1.6 °C Tuuli: 5.6 m/s			

Kuva 3. Esimerkki Congridin tuottamasta laaturaportista

5.2 Hitachin asennuslaadun tarkastukset

Työssä kehitettiin Hitachin käyttöön uusi tarkastusraporttipohja. Raportit on tehty sellaisiksi, että niiden avulla kuka tahansa työmaalla oleva voi käydä tarkastamassa,

³⁹ Congrid verkkosivut

onko asennuslaatu vaaditulla tasolla. Tarkastuslistaan kerätään yleisimmät laaturvirheet kunkin kohteen kohdalla erikseen. Lisäksi raportissa on viittaus piirustukseen, jonka mukaan kyseinen kohde on suunniteltu tehtäväksi. Näin ollen kuka tahansa pystyy käydä tarkistamassa, miltä kohteiden pitäisi näyttää. Näihin raportteihin sisältyy aluksi mm. perustusten, terästelien, kojeiston, keskusten, erottimen ja katkaisijan tarkastuslistat. Listoja voidaan tehdä helposti lisää kopioimalla ja muokkaamalla lista halutulle kohteelle sopivaksi. Listojen tarkastettavat kohteet tulevat mukautumaan uusien laitteiden, vaatimusten ja yleisimpien virheiden mukaisiksi ajan saatossa. Alla esimerkki tarkastuslistasta.

Kuvassa 4 on esitetty tarkastettavan kohteen tiedot. Ylhäällä on yleiset tiedot, kuten asiakas, projekti, projektin tunnus ja tarkastuksen laatijan nimi. Piirustusnumero -kohdassa on viittaus piirustukseen, jossa on esitetty miltä kohteen pitäisi näyttää. Osallistujat -kohdassa on kaikkien tarkastukseen osallistuvien henkilöiden nimet.

Hitachi Energy Finland Oy	Asiakas
Grid Integration	Projekti
Laatijan nimi	13.4.2023
Tunnus	Kojeisto
Piirustusno	
Osallistujat	

Kuva 4. Tarkastuksen tiedot

Kuvassa 5 on esitetty kunkin kohteen kohdalla erikseen määritetyt tarkastettavat asiat. Listaan merkitään, onko kohta tehty oikein vai ei. Jos kohdassa on puutteita, ne merkitään seuraavalle sivulle (**Kuva 7.**).

Tarkastukset	Kunnossa	Ei kunnossa
1. Ohjeiden mukaisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kiinnitystapa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Yleinen kunto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Siisteys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Momenttimerkinnät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Tunnukset ja merkinnät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Varoituskilvet ja merkinnät	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Käyttö- ja huolto-ohjeet sekä muut piirustukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Liitokset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Läpiviennit ja tiivistykset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Virheet ja puutteet seuraavalla sivulla

Kuva 5. Tarkastettavat kohteet

Kuvassa 6 on esitetty tarkastuksen tulos: hyväksytty, hylätty tai ehdollisesti hyväksytty sekä tarkastuksen tekijän ja hyväksyjän allekirjoitukset. Ehdollisesti hyväksytty tarkoittaa, että tarkastuksessa on tullut ilmi jokin virhe, mutta ei kuitenkaan niin suuri, että se olisi välittömästi korjattava. Tällöin töitä voidaan jatkaa eteenpäin ja virhe on korjattava määräaikaan mennessä. Korjauksen jälkeen tehdään uusi tarkastus ja annetaan hyväksyntä.

- Hyväksytty
 Hyväksytty, kohdat _____ korjattava
 Hylätty

Tarkastanut: _____ Pvm: _____

Hyväksynyt: _____ Pvm: _____

Hyväksyjän tai asiakkaan allekirjoitus

Kuva 6. Tarkastuksen hyväksyntä

Virheet ja puutteet -sivulle (**Kuva 7.**) kirjataan hylkäykseen johtaneet syyt. Sivulle merkitään kuka virheen on korjannut ja millä päivämäärällä. Lisäksi sivulle merkitään uusintatarkastuksen tekijä ja päivämäärä.

Kohta:	Syy:				
Korjattu	<input type="checkbox"/>	Allekirjoitus		Päivämäärä	
Tarkastettu	<input type="checkbox"/>	Allekirjoitus		Päivämäärä	

Kuva 7. Virheet ja puutteet

6 KEHITYSTYÖN POHDINTA

Laatu on niin laaja käsite, ettei sen varmistamiseen ole olemassa yhtä oikeaa tapaa. Ratkaisu löytyy tarkastelemalla jokaista osa-aluetta erikseen ja löytämällä niihin pieniä parannuksia. Pelkkä tarkastaminen ei ole optimaalinen tapa varmistaa laatua, mutta sitäkin toki tarvitaan. Mitä paremmin laatuvaatimukset saadaan kaikkien tietoon ja jokapäiväiseen toimintaan, sitä vähemmän tarvitsee korjata virheitä tarkastusten jäljiltä.

Kehitystyössä esiin nousi yhtenä asiana suunnittelu ja sen tärkeys. Kun tiedetään mitä tehdään, kuka tekee, koska tehdään ja mikä on vaatimustaso heti alusta alkaen, lopputulos on suurella todennäköisyydellä parempi. Nämä asiat on hyvä esittää kirallisesti. Lisäksi asennusten tarkastaminen ja dokumentointi on tärkeää suorittaa heti asennuksen valmistuttua, että virheet eivät siirry muihin samanlaisiin asennuksiin. Tähän voidaan vaikuttaa myös malliasennuksen tekemisellä ja sen hyväksymisprosessilla.

Lisäksi tiedon pitää kulkea puolin ja toisin. On varmistettava siitä, että kaikki asennuksia tekevät henkilöt ovat tietoisia vaatimuksista, vastuista ja aikataulusta. Tiedon täytyy kulkea myös asentajilta tilaajalle. Mitä enemmän asioita raportoidaan ja dokumentoidaan, sen parempi.

Laatuvirheiden dokumentointi on hyvin tärkeää. Uutta projektia suunnitellessa voi näin ollen käydä katsomassa yleisimmät laatuvirheet eri kohteissa ja varmistaa, että niitä ei toisteta.

Työssä laaditut prosessikaavio ja tarkastuslistat tulevat todennäköisesti tulevaisuudessa kehittymään Hitachin tarpeisiin paremmin. Tällä hetkellä uusia dokumentteja ei ole vielä testattu projektissa.

LÄHTEET

- Autio, I. & Saastamoinen, A. 2017. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. 4. uudistettu painos. Espoo. Sähköinfo Oy.
- Congrid verkkosivut. Viitattu 14.2.2023. <https://www.congrid.fi/>
- Kankainen J. & Junnonen J. 2014. Urakoitsijan sopimusasiat. 3. päivitetty painos. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.
- Kankainen, J. & Junnonen J. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Koskenvesa A., Sahlstedt S., Mäki T., Kivimäki C. Lahtinen M., Junnonen J. & Viita, J. 2016. Laadukasta rakentamista – työmaan hyviä käytäntöjä. Talonrakennusteollisuus Oy. Viitattu 27.1.2023. https://www.rt.fi/globalassets/laatu/laadukasta_rakentamista_2015_nettti_isbn_.pdf
- Mäkinen M. & Koivisto P. 2020. Hyvät asennustavat sähkö- ja tietotekniset järjestelmät ST-käsikirja 34. 3. uudistettu painos. Espoo. Sähköinfo Oy.
- Sahlman, V. 2023. Site Manager. Hitachi Energy. Haastattelu 3.3.2023.
- SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset. 5. painos. Helsinki. SFS. 2018.
- SFS-EN ISO 9000. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. 3. painos. Helsinki. SFS. 2015.
- SFS-EN ISO 9004. Laadunhallinta. Organisaation laatu. Ohjeita jatkuvan menestyksen saavuttamiseen. 4. painos. Helsinki. SFS. 2018.
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2013. 1-20 kV suurjännitelaitteistojen käyttöönottotarkastusohjeisto. 3. uudistettu painos. Espoo. Sähköinfo Oy.
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2021. Työmaanhoito. 3. painos. Espoo. Sähköinfo Oy.
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2022. D1-2022 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 29. uudistettu painos. Espoo. Sähköinfo Oy.
- Sähköinfo Oy. 2020. Hyvä asennustapa sähkötöissä. Sähköturvallisuuspäivä 2020.
- Talonrakennusteollisuus ry. 2016. Rakennustöiden laatu. 11. uudistettu painos. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Vallius, M. 2023. Site Manager. Hitachi Energy. Haastattelu 28.2.2023.

Vallius, M. 2023. Tarkastuspohjat. Sähköpostiviesti. 16.3.2023.

Hitachi Energy tietokanta. RfQ and Purchasing of Contracted Services. Viitattu 17.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Strategic Sourcing for Contracted Services. Viitattu 7.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Contractor mgm RACI. Viitattu 23.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Sähkötyöselostus. Viitattu 17.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Asennustöiden yleiskuvaus ja sopimuksen rajat. Viitattu 17.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Site – Työmaan laadun perehdytys. Viitattu 17.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Contract Template – Subcontractor. Viitattu 13.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Sähköaseman tarkastus- ja testaussuunnitelma. Viitattu 17.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.

Hitachi Energy tietokanta. Test Protocol Templates. Viitattu 13.3.2023. Ei julkisesti saatavilla.