

Laadun kehittäminen sähköverkon aluekumppanuustöissä

Olli Lahti

Opinnäytetyö
Toukokuu 2020
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

Tekijä(t) Lahti, Olli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2020
	Sivumäärä 55	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Laadun kehittäminen sähköverkon aluekumppanuustöissä		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Harri Peuranen, Vesa Hytönen		
Toimeksiantaja(t) Eltel Networks Oy		
Tiivistelmä <p>Eltel Networks Oy:n Pirkanmaa tiimi toimii alueurakoitsijana Elenia Oy:n sähkönjakeluverkossa. Toimeksiantajalla oli tarve kehittää loppulaatuaan sähkönjakeluverkon työmailla. Toimeksiantajalta saatu tavoite oli löytää tiimin ensisijaiset asennustekniset kehityskohdat jakeluverkon työmaiden loppulaadussa, sekä kehittää ratkaisuja laadun kehittämiseen ja sen valvontaan. Kehitystyön toimeksiannossa toimeksiantaja korosti myös tiedonkulun tärkeyttä työprosessin eri osien välillä.</p> <p>Laadun lähtötason tarkastelu ja ensisijaisten kehityskohteiden määrittely tehtiin muodostamalla koonti työmaiden tilaajan tekemistä työmaiden lopputarkastuksista viimeisen kahden vuoden ajalta, ja kartoittamalla laadun ensisijaiset kehityskohteet koonnin laskennalla.</p> <p>Kartoituksen tulosten perusteella muodostettiin ohjeistuksia havaituista ensisijaisista loppulaadun kehityskohteista ja perehdytettiin ohjeistukset tiimin henkilöstölle. Laadunvalvontaan kehitettiin uudenlainen toimintamalli ja malliin sisällytettiin uusi lomake työmaan tarkastamiseen. Toimintamallissa asentaja tarkastaa tekemänsä työmaan asennukset ja dokumentoi tarkastuksen reaaliaikaisena toimeksiantajan järjestelmään. Tällä tavoin työmaan tiedonkulussa organisaation sisällä ei ole viivettä työmaan valmistumisen jälkeen.</p> <p>Työmaiden laadunvalvonta helpottui uuden toimintamallin käyttöönoton jälkeen huomattavasti työnjohdon voidessa tarkastella kokonaiskuvaa työmaan laadusta käymättä työmaalla asentajan täyttämän tarkastuslomakkeen pohjalta. Toimintamallissa myös työmaan tarkastus tuli pakolliseksi työsuoritteeksi, joka jo itsessään saattaa parantaa laatua. Asennustyön ensisijaisista kehityskohteista muodostettujen ohjeiden ja niiden perehdytyksen avulla toimeksiantajan on mahdollista kehittää työmaillaan asennustyön loppulaatua.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Lean-ajattelu, kehittäminen, laatu, laadunvalvonta, sähköverkko		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet) Liite 1 on salassa pidettävä, ja se on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 1.6.2025		

Author(s) Lahti, Olli	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2020 <hr/> Language of publication: Finnish <hr/> Number of pages 55 <hr/> Permission for web publication: x
Title of publication Quality development in power grid regional partnership work		
Degree programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering		
Supervisor(s) Peuranen Harri, Hytönen Vesa		
Assigned by Eltel Networks Oy		
Abstract <p>Eltel Networks Oy's Pirkanmaa team is a regional contractor in the power grid of the electricity distribution company Elenia. As the mandator of this thesis, the team had a need to develop the quality of their worksites in Elenia's regional partnership. The objective set by the mandator was to find priority areas for development in the installations of the power grid worksites, as well as form solutions to develop and control the quality. In the assignment of the thesis, the mandator also emphasized the importance of information flow inside the work process.</p> <p>Quality entry level mapping and definition of the priority development areas were made by compiling all the worksite inspections made by the subscriber part of the worksites for the last two years. Identification of the priority areas of the development were made from the calculations of the aggregation.</p> <p>Based on the results of the compilation, instructions for the installations of the worksites were made and familiarized to the staff. New kind of procedures were developed for the quality control including a new form for the worksite inspections. In the procedure, a technician is inspecting the installations he has made at the worksite, and documents the inspection into the mandator's system in real time. This way, there is no delay in the flow of information within the organization after the worksite is done.</p> <p>Quality control of the worksites became much easier because now site management can view the big picture of the site quality without visiting the actual worksite through the inspection form made by the technician. Also, the inspection of worksites became mandatory with the new procedure, and it itself can already develop the quality in the worksites. Through the instructions based on the priority areas of development and their familiarization, it is possible for the mandator to develop quality at its worksites.</p>		
Keywords/tags (subjects) Lean thinking, development, quality, quality control, power grid		
Miscellaneous (Confidential information) Annex 1 is confidential and has been removed from the public thesis. The basis for secrecy is the Publicity law 621/1999 24§, section 17, commercial or trade secret of the company. Period of the secrecy is five (5) years, secrecy ends 1.6.2025		

Sisältö

1	Opinnäytetyön lähtökohdat	4
1.1	Eltel Networks Oy	4
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet.....	5
1.3	Kehittämismenetelmät ja aineisto	6
2	Sähköverkon alueurakointi	7
2.1	Urakoitsija – verkkoyhtiö.....	8
2.2	Maakaapelointi.....	9
3	Laatu	10
3.1	Tuoteperusteinen laatu	11
3.2	Tuotantoperusteinen laatu	11
3.3	Laadun merkitys sähköverkon työmailla.....	12
3.4	Laatu ja sähköturvallisuus	12
4	Lean	14
4.1	Lean – kahdeksan hukkaa.....	15
4.2	Viallinen tuote	16
4.3	Yliprosessointi.....	17
4.4	Turhat liikkeet.....	17
5	Laadunvalvonta sähköverkon työmailla	17
5.1	Laadunvalvonnan toimintamalli.....	18
5.1.1	Vanha toimintamalli	18
5.1.2	Uusi toimintamalli	19
5.2	Laatupoikkeamat.....	20
6	Kartoitus laadun tasosta	20
6.1	Koonnin muodostaminen.....	21
6.2	Koonnin laajuus	22
6.3	Analysointi ja johtopäätökset.....	23

7	Työautojen kalustus	24
7.1	Lista työkaluista ja tarvikkeista	24
7.2	Työautojen inventoinnit ja työkaluhankinnat	25
8	Ohjeet työmaiden kehityskohteista	26
8.1	Ohjeiden mallin kartoitus	26
8.2	Muodostetut ohjeistukset	27
8.2.1	Jakokaapit	28
8.2.2	Pylväsnousut	31
8.2.3	Kaapelimerkinnot	32
8.3	Ylimääräinen tekeminen	33
9	Asentajan oman työn tarkastus	33
9.1	Tarkastuslomakkeen rakenne	34
9.2	Tarkastuksen osa-alueiden sisältö	36
9.3	Tarkastuslomakkeen täyttäminen	39
10	Perehdytys ja jalkauttaminen	39
10.1	Ohjeistukset	40
10.2	Tarkastuslomake ja toimintamalli	40
11	Pohdinta	41
	Lähteet	45
	Liitteet	47
	Liite 1. Laskennan yhteenveto laadun tasosta (poistettu salassapitosopimuksen mukaisesti)	47
	Liite 2. Ohjeet kaapelijakokaapeista: Emitter – 1. sivu	50
	Liite 3. Ohjeet kaapelijakokaapeista: MJS – 3. sivu	51
	Liite 4. Ohjeet kaapelijakokaapeista: Emitter – 4. sivu	52
	Liite 5. Ohje pylväsnousuista – 1. sivu	53
	Liite 6. Ohje pylväsnousuista – 2. sivu	54
	Liite 7. Ohje kaapelimerkinnoista – 1. sivu	55

Kuviot

Kuvio 1. Elenia Oy:n sähköverkon urakointialueet	8
Kuvio 2. Jakokaappi – Emiter.....	29
Kuvio 3. Jakokaapit-välilehden tarkastuskohdat mobiilisovelluksessa.....	36
Kuvio 4. Tarkastuslomakkeen ohjeistus jakokaapit-välilehdeltä	37
Kuvio 5. Pylväsnousut-välilehti, kaapelipäätteen todentaminen	38
Kuvio 6. Turvallisuus-välilehti, henkilökohtaisten suojarusteiden todentaminen...	38

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Opinnäytetyön toimeksianto saatiin Eltel Networks Oy:n Pirkanmaa tiimiltä, joka toimii Elenia Oy:n sähkönjakeluverkossa yhtenä alueurakoitsijoista. Toimeksiantaja tahoi opinnäytetyön toimeksiannolla kehittää tiiminsä työmaiden laatua. Tärkeimmäksi osa-alueeksi laadustaan toimeksiantaja määrittäi työmaiden asennusteknisen laadun, mutta laadun kehittäminen myös muilla osa-alueilla oli osa toimeksiantoa.

Tarkoituksena opinnäytetyössä oli tunnistaa toimeksiantajatiimin laadussa kehityskohteita, sekä muodostaa ratkaisuja ja työkaluja, joiden avulla tiimin on mahdollista päästä työssään laadullisesti paremmalle tasolle. Opinnäytetyön aiheen rajauksessa toimeksiantaja toi esille myös halunsa yhdenmukaistaa toimintatapoja tiimin sisällä, vähentää hajontaa työmaiden tiedonkulun malleissa ja vahventaa yhtenäistä prosessia työmaiden läpiviennissä.

1.1 Eltel Networks Oy

Toimeksiantaja on pohjoiseurooppalainen johtava teknisten palveluiden toimittaja toimialallaan. Eltelin toimialana ovat sähkö- ja tietoliikenneverkko toiminta. Toimeksiantajan palveluksessa työskentelee yhteensä noin 6 700 työntekijää, joista noin 1 500 Suomessa. (Tietoja Eltelistä 2020.)

Eltel tarjoaa muun muassa sähkönjakeluverkkoihin liittyviä koko elinkaaren palveluita. Alan suurimpana toimijana Eltelin palveluihin kuuluvat jakeluverkkoihin liittyvät seuraavat palvelut:

- Suunnittelu
- Rakentaminen
- Ylläpito
- Viankorjaus
- Projektitoimitukset

(Sähkönjakelun edelläkävijä. 2020.)

Pirkanmaa tiimissä, josta toimeksianto opinnäytetyölle saatiin, työskenteli päivittäin opinnäytetyön toimeksiannon aikaan yhteensä yli 25 työntekijää. Kehitystyön aikana tiimin työntekijämäärä kasvoi lähes kuuteenkymmeneen. Kehitystyön aikana tiimissä ei ollut käytössä vuokratyövoimaa, vaan jokainen työntekijä oli työsuhteessa suoraan Eltel Networks Oy:n kanssa. Tiimissä on myös säännöllisesti opiskelijoita suorittamassa opintoihinsa liittyviä harjoitteluja, ja harjoittelunsa aikana he kuuluvat tiimin vahvuuteen. Työtehtäviä tiimissä on useita koko työmaiden läpivientiprosessin tarpeisiin. Lähes kuudenkymmenen henkilön tiimissä eri työtehtävissä työskentelee tiimipäällikkö, työpäälliköitä, logistiikkakoordinaattori, suunnittelijoita, dokumentoijia, sekä sähköasentajia. Kehitystyön lopussa koko tiimin käytössä oli työautoja yhteensä lähes 30 kpl, joiden lisäksi kalustoon kuuluu muun muassa vielä mönkijöitä, veneitä, moottorikelkka, perävaunuja sekä varavoimakoneita.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää toimeksiantajan loppulaatua jakeluverkon rakentamisprojekteilla. Tämän lisäksi määriteltiin kehittämiskysymykset, joihin työssä oli tarkoitus löytää vastaukset:

1. Mitkä ovat asennusteknisiä ongelmakohtia työmaiden loppulaadussa?
2. Millaisia työkaluja toimintaprosessiin tulisi kehittää, jotta saadaan aikaan tasaista ja hyvää laatua, sekä mahdolliset laatupoikkeamat tunnistetaan?

Koko projektin läpivientiprosessi on erittäin laaja jopa pienen rakentamisprojektin tapauksessa, joten työssä päädyttiin toimeksiantajan tahdon mukaisesti keskittymään asennustyön loppulaatuun. Opinnäytetyössä sivuttiin myös muiden prosessiosien laatua ja kehittämistä, mutta ensiarvoisena kehityskohtena oli asennustyön laadun kehittäminen. Toisena kehityskohtena oli toimeksiantajan tarpeen mukaan tiedon kulkeutuminen prosessin eri osa-alueiden välillä.

Toimeksiantajalta saatujen tavoitteiden pohjalta päätettiin kehittää tapa, jonka avulla asentajat voivat tarkastaa projektilla tekemänsä asennustyön, sekä dokumentoida tekemänsä tarkastuksen yrityksen omaan järjestelmään. Järjestelmään dokumentoitu tarkastus olisi tarvittaessa myös muun organisaation nähtävillä ja saatavilla. Jotta aiemmin mainittu tavoite ja kehitystyön toteuttaminen olisi mahdollista, tuli ensin tehdä selvitystyötä tiimin työmaiden laadun tilanteesta. Laadun tason suhteen tuli tunnistaa projekteilta mahdolliset toistuvat laatupoikkeamat ja kiinnittää niiden korjaukseen erityistä huomiota.

1.3 Kehittämismenetelmät ja aineisto

Opinnäytetyö on tutkimusotteeltaan kehittämistutkimus, koska tavoitteena oli saada aikaan muutos. Kehittämistutkimuksen kohteena oli Eltel Networks Oy:n Pirkanmaa tiimin työmaiden laatu. Kehitystyössä tehdyssä kehittämistutkimuksessa on sekä kvalitatiivisen eli laadullisen, että kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimusotteiden piirteitä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa käsitellään konkreettisia tietoja numeerisesti, joka tämän kehittämistutkimuksen tapauksessa tarkoittaa laadun alkutilanteen kartoitusta ja mittaamista olemassa olevalla datalla. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkitaan tutkimuskohteen ilmiötä, ja aineistoa kerätään esimerkiksi haastattelujen ja havainnoinnin avulla. Tässä opinnäytetyössä kvalitatiivinen tutkimusote näkyy aineiston hankkimisena henkilöhaastatteluilla. (Kananen 2017, 13-24.)

Opinnäytetyön tietoperustan tarkoituksena on tukea työssä tehtävän laadun kehittämistutkimuksen tekemistä nimenomaan Elenia Oy:n sähköverkon aluekumppanuustöille. Opinnäytetyön kehitystyö on tehty Eltel Networks Oy:n Pirkanmaan aluekumppanuustiimin toimintaan perustuen, eikä se välttämättä ole vertailukelpoinen toisten tiimien toimintaan mahdollisten erilaisten toimintamallien ja -tapojen vuoksi.

Tietoperustassa tulee esille osia lean-ajattelun peruseriaatteista, joiden pohjalta tiimin toimintaa tarkasteltiin toimeksiantajan rajausten mukaisesti. Opinnäytetyössä oli tarkoituksena lean-ajatteluun pohjautuen kehittää tiimin toimintaa ja työkaluja työprosessiin. Työssä ei kuitenkaan tutkita koko lean-mallista sen jokaista kohtaa, jotta

opinnäytetyön laajuus pysyisi halutuissa rajoissa. Työn rajaaminen vain osaan lean-ajattelun pääkohdista mahdollisti perusteellisemman kehitystyön toimeksiantajan määrittelemille osa-alueille.

Opinnäytetöitä liittyen laatuun ja sen kehittämiseen on tehty useita. Tämä opinnäytetyö perustuu lean-ajatteluun, joka on kehitystyökaluna todella moniulotteinen, ja sitä voidaan käyttää moniin eri tarkoituksiin ja ympäristöihin. Lean-malliin pohjautuvassa kehittämistutkimuksessa lopputulos saattaa erota tekijästä riippuen, sillä malli itsessään antaa työn tekijälle vapaan mahdollisuuden soveltaa sitä ja sen ajatuksia todella laajasti. Mallin suhteen, lukijasta ja tulkitsijasta riippuen, ajatukset mallin käytöstä voivat olla erota merkittävästi. Tästä syystä lähdekriittisyyttä tulee noudattaa tietoa etsittäessä liittyen kehitysmalleihin ja kyseiseen johtamisfilosofiaan.

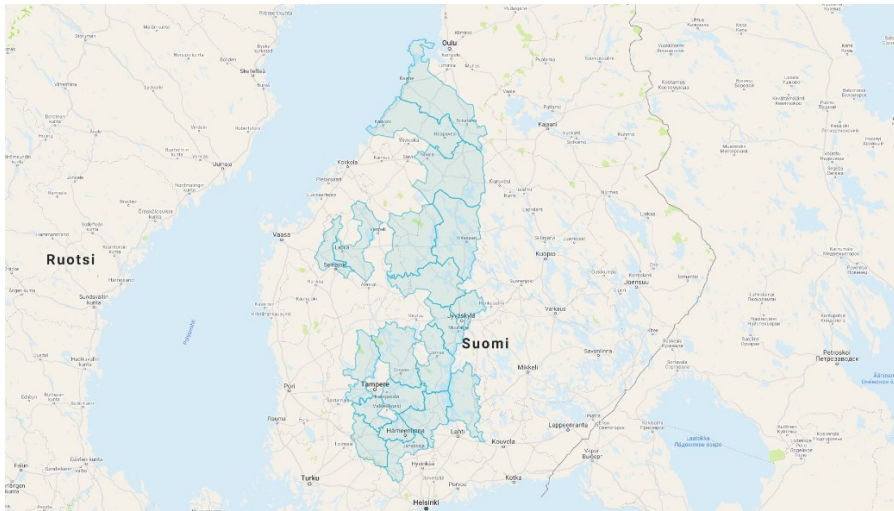
Opinnäytetyössä muodostetut työkalut pohjautuvat SFS-standardeihin, komponenttivalmistajien ohjeisiin, sekä toimeksiantajan omiin ja sähköverkkoyhtiö Elenian ohjeistuksiin ja vaatimuksiin. Nämä standardit, ohjeet ja vaatimukset ovat monessa tapauksessa erittäin yksiselitteisiä. Toimeksiantajan työmaat ja työmaiden asennukset tulee toteuttaa niiden mukaan ja ne täyttäväksi. Tästä syystä lähdekriittisyys näiden tarkastelussa on matala.

2 Sähköverkon alueurakointi

Eltel Networks Oy:n Pirkanmaa tiimi toimii alueurakoitsijana Elenia Oy:n sähköverkossa. Alueurakoitsijana tiimillä on vastuu omien urakointialueensa sisällä seuraavista sähkönjakeluverkkoon liittyvistä palveluista:

- Pienet ja keskisuuret rakentamisprojektit jakeluverkossa
- Sähköverkon kunnossapitotyöt
- Sähköverkon palvelu- ja mittarointityöt
- Viankorjaus
- Huoltotyöt

Opinnäytetyön alkaessa toimeksiantajana toimineella tiimillä oli sopimus kahden Elenia Oy:n urakointialueen vuositöistä. Opinnäytetyön aikana tiimin urakointialueet kasvoivat kuitenkin kuuteen. Kokonaisuudessaan Eltel Networks Oy:llä on tällä hetkellä sopimus vuosiurakoinnista aluekumppanina kahdeksalla urakointialueella kahdestakymmenestä Elenia Oy:n sähköverkossa (ks. Kuvio 1).



Kuvio 1. Elenia Oy:n sähköverkon urakointialueet (Eelian urakoitsijakumppanit verkosto- ja palvelutöissä. N.d.)

2.1 Urakoitsija – verkkoyhtiö

Sähköverkon urakoinnissa urakoitsija tekee erinäisiä työsuoritteita sähköverkkoyhtiön omistamassa sähköverkossa. Toimeksiantajatiimin tapauksessa kyseessä on pääsääntöisesti Elenia Oy:n sähköjakeluverkko. Toimeksiantajatiimi urakoi myös satunnaisesti muiden tilaajaosapuolten sähköverkoissa ja sähköasemilla.

Toimeksiantajatiimin ja sähköverkkoyhtiön välillä vallitsee varsinkin nykyään asetelma, jossa töitä tehdään tiiviissä yhteistyössä. Verrattuna aikaisempaan, yhteistyö on kehittynyt merkittävästi, jonka myötä myös urakoitsija on saanut valtuuksia omiin työmaihinsa sekä niiden läpivientiin liittyen. Nykyään yhteistyöllä mietittävien asioiden piiriin kuuluvat muun muassa toimituspäivien siirrot, sekä työn toteutustapa ja -laajuus. (Kuusela 2020.)

Esimerkiksi sähköisen suunnittelun tekeminen on osissa työmaista siirtynyt sähköverkkoyhtiöltä urakoitsijalle. Sähköinen suunnittelu asettaa työmaalle aina tietyt raamit, joiden sisällä tulee toimia. Kyseisen siirtymän vuoksi urakoitsijalla on enemmän mahdollisuuksia vaikuttaa työn toteutukseen. Sähköverkkoyhtiö kuitenkin tilaajan roolissa luonnollisesti tekee lopulliset linjaukset työn toteutukselle. Toisena, jo mainittuna ja urakoitsijan suuntaan positiivisena koettuna, kehityskohteena ovat tulleet yhteistyöllä mietittävät päivämäärän siirrot. Esimerkiksi pienen ja kiireettömän työmaan tapauksessa toimituspäivää voidaan siirtää eteenpäin, jotta työ saadaan aikaan taulutettua järkevästi ja toteutettua se kustannustehokkaasti. Yhteistyö ja kyseiset kohdat ovat molempien, niin urakoitsijan kuin sähköverkkoyhtiönkin etu. (Kuusela 2020.)

2.2 Maakaapelointi

Toimeksiantajatiimissä sähköverkon rakentamiseen liittyvä työkanta koostuu pitkälti maakaapeliverkon rakentamisesta. Tämä johtuu käynnissä olevasta suuresta hankkeesta, jossa sähköverkkoyhtiö maakaapeloi keski- ja pienjänniteilmajohtojaan. Myös ilmajohtoverkkoa rakennetaan satunnaisesti, mutta pääosin ilmajohtoverkkoon liittyvät toimenpiteet ovat vanhan verkon vahvistamiseen liittyviä muutostöitä, ja ne keskittyvät pääosin 0,4 kV jännitetasolle. Työkannan muodostumisen syistä löytyy syyseuraussuhde vuonna 2013 voimaan astuneesta sähkömarkkina-alaista.

Jakeluverkko on suunniteltava ja rakennettava, ja sitä on ylläpidettävä siten, että:

1) verkko täyttää järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan asettamat verkon käyttövarmuutta ja luotettavuutta koskevat vaatimukset;

2) jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei aiheuta asemakaava-alueella verkon käyttäjälle yli 6 tuntia kestävästä sähkönjakelun keskeytystä;

3) jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei aiheuta muulla kuin 2 kohdassa tarkoitettulla alueella verkon käyttäjälle yli 36 tuntia kestävästä sähkönjakelun keskeytystä.

Jakeluverkonhaltija voi määrittää käyttöpaikkaan sovellettavan tavoitetason 1 momentin 3 kohdasta poiketen paikallisten olosuhteiden mukaisesti, jos:

1) käyttöpaikka sijaitsee saarella, johon ei ole siltaa tai vastaavaa muuta kiinteää yhteyttä taikka säännöllisesti liikennöitävää maalauttayhteyttä; tai

2) käyttöpaikan vuotuinen sähkönkulutus on ollut kolmen edellisen kalenterivuoden aikana enintään 2 500 kilowattituntia ja 1 momentin 3 kohdan vaatimuksen täyttämisen edellyttämien investointien kustannukset olisivat käyttöpaikan osalta poikkeuksellisen suuret sen muista käyttöpaikoista etäisen sijainnin vuoksi.

(Sähkömarkkinalaki 588/2013, 51§.)

Sähkömarkkinalaissa määritetään, että 51§ 1 momentin kohdissa 2 ja 3 säädetyt vaatimukset tulee olla viimeistään täytettynä 31.12.2028 jakeluverkonhaltijan vastuualueella. Kyseiseen päivämäärään on ollut jakeluverkonhaltijan hakemuksella mahdollista saada Energiamarkkinavirastolta jatkoa painavista tai erittäin painavista syistä. Syiden painavuudesta riippuu, kuinka pitkään jatkoa oli mahdollista saada.

(Sähkömarkkinalaki 588/2013, 119§.)

3 Laatu

Laatu itsessään on erittäin laaja käsite. Ammatillisesti sitä alettiin käsittelemään 1900-luvun alkupuolella. Sitä mukaa, kun ammatillinen lähestyminen yleistyi, asiantuntijat muodostivat laatukäsitteelle muodollisia määritelmiä. Tästä seurasi, että näkemyksiä syntyi monia erilaisia ja käsitys laadusta hajosi moneksi erinäiseksi käsitteeksi. Monista laatukäsitteen merkityksistä voidaan määritellä esimerkiksi tuoteperusteiset määritelmät ja tuotantoperusteiset määritelmät. (Anttila, J. & Jussila, K. 2016.) Opinnäytetyössä käsiteltiin ja kehitettiin toimeksiantajatiimin osalta sekä tuoteperusteista, että tuotantoperusteista laatua sähköverkon työmailla.

3.1 Tuoteperusteinen laatu

Tuoteperusteisen laadun määritelmällä tarkoitetaan käsitettä, jossa laatu on mittavia ominaisuuksia tuotteelle. Esimerkiksi tässä käsitteessä laatua on nopeus ja tehokkuus. Mahdolliset laatueroit muodostuvat tässä tapauksessa eroista mitattavissa ominaisuuksissa. (Anttila, J. & Jussila, K. 2016.)

Tuoteperusteisen laadun osalta kehitystyössä esiin tulee tehokkuus. Tehokkuutta toimeksiantajatiimissä pyrittiin parantamaan mahdollistamalla asentajien työnteko työmaalla ilman ylimääräisiä häiriötekijöitä.

3.2 Tuotantoperusteinen laatu

Tuotantoperusteisen laadun käsitteen määrittämisessä laatu tarkoittaa täyttämistä ja täyttymistä annettujen vaatimusten osalta. Tuotantoperusteinen laatu on perinteistä laatutekniikkaa, jossa tarkoituksena on mitata tuotetta koskevien määräysten ja sopimusten mukaista valmistusta, sekä estää valmistusvirheitä. (Anttila, J. & Jussila, K. 2016.)

Tuotantoperusteisen laadun osalta opinnäytetyössä oli tarkoitus edistää tuotteen sopimusten mukaista valmistumista ja estää valmistusvirheitä. Tuotteella tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan toimeksiantajatiimin työmaata tai työmaan osittaista asennusta, joka voidaan käsittää yhtenä kokonaisuutena. Kyseisen käsitteen mukainen laatu oli tässä kehitystyössä keskeisessä roolissa. Opinnäytetyössä muodostettujen ohjeistuksien tarkoituksena on mahdollistaa paremmin tämän osa-alueen täyttyminen.

3.3 Laadun merkitys sähköverkon työmailla

Sähköverkon urakoinnissa laadulla on suuri vaikutus koko työmaan kannattavuuteen. Asennustyön laatu ja vaatimustenmukaisuus on ensiarvoisen tärkeää jokaisella työmaalla. Työmaiden asennustyö pyritään lähtökohtaisesti tekemään toimeksiantajatiimissä kerralla niin valmiiksi, kuin se vain on mahdollista.

”Jos työ tehdään laadukkaasti, se tehdään kerralla valmiiksi. Työmaalta lähdettäessä työmaa on kunnossa viimeistä soratäyttöä myöden. Sellainen asentaja, joka tekee työn kerralla valmiiksi, tekee usein myös hyvää laatua. Tällöin työmaasta säilyy hyvä kokonaiskuva koko asennustyön ajan.” (Pohjola 2020.)

Mikäli työmaa saadaan tehtyä kerralla valmiiksi, eikä sinne tarvitse palata enää myöhemmin esimerkiksi korjaamaan asennustöiden virheitä, työlle ei myöskään tule ylimääräisiä kustannuksia. Vaikka itse korjaustyö olisikin pieni, ajomatkoihin kuluva työaika ja kilometrikustannukset lisäävät työn kustannuksia ja pienentävät katetta. Asennustyön ollessa laadukasta ja yhtäjaksoista, ylimääräiset kustannukset jäävät pois ja itse työn tekeminen on tehokasta. (Pohjola 2020.)

3.4 Laatu ja sähköturvallisuus

Työmaan loppulaadulla on suora vaikutus turvallisuuteen. Työmaa jolla on asennusvirheitä saattaa pahimmassa tapauksessa olla epäturvallinen sähköturvallisuuden osalta. Uusista sähköasennuksista ja muutostöistä on pääosin täytettävä käyttöönottotarkastuksen yhteydessä käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Sähkölaitteiston asennuksen valmistuttua laitteiston käyttöönotto saadaan suorittaa vasta käyttöönottotarkastuksen jälkeen. Käyttöönottotarkastuksessa tulee riittävässä laajuudessa selvittää, että siitä ei aiheudu häiriötä tai vaaraa seuraavasti:

Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksena mukaisesti niin, että:

- 1) Niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;*
- 2) Niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;*
- 3) Niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti*

*Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön.
(Sähköturvallisuuslaki, 1135/2016, 6§.)*

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei kuitenkaan edellytetä jokaisesta sähköverkkoon tehtävästä muutoksesta. On olemassa sähköalan töitä joille tulee tehdä käyttöönottotarkastus, mutta tehtyä tarkastusta ei tarvitse todentaa pöytäkirjalla.

Sähköturvallisuuslain 43§:ssä tarkoitettua käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä:

- 1) sellaisista sähköalan töistä, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä;*
- 2) nimellisjännitteeltään enintään 50 voltin vaihtojännitteisten tai 120 voltin tasajännitteisten sähkölaitteistojen asennuksista;*
- 3) yksittäisten komponenttien vaihdoista tai lisäyksistä taikka näihin verrattavista toimenpiteistä;*
- 4) yksittäisten kojeiden syöttöön liittyvistä muutostöistä, enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä;*
- 5) nimellisjännitteeltään enintään 1 000 voltin kytkinlaitoksiin kohdistuvista muutostöistä, joissa kytkinlaitosten nimellisarvoja ei muuteta;*
- 6) sellaisen tilapäislaitteiston asennuksesta, joka on koottu standardien mukaisista työmaakeskuksista.
(Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016, 5§)*

Yläpuolella olevan luettelon tapauksia esiintyy myös sähköverkon urakoinnissa. Yksittäisten komponenttien vaihtoon lukeutuu esimerkiksi jakelumuuntajan vaihto. Kohteissa joissa ei ole vaadittu käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttöö, ei työnjohdolle jää pahimmassa tapauksessa mitään dokumenttia tai materiaalia, joista todentaa asennuksen oikeellisuus ja saada kokonaiskuva tehdystä työsuoritteesta. Tässä tapauksessa opinnäytetyössä muodostettu asentajan oman työn tarkastus -lomake tuo tiedon ja näkemyksen työnjohdolle suoritetusta asennuksesta.

4 Lean

Lean on Daniel Jonesin ja James Womackin tunnetuksi tuoma johtamisfilosofia. Lean tuli tunnetuksi vuonna 1990 ilmestyneen, Jonesin ja Womackin kirjoittaman teoksen, *The Machine That Changes the World: The Story of Lean Production*, myötä. Lean itsessään on työkalu, jossa useat eri näkemykset kootaan kokonaiseksi johtamisjärjestelmäksi. Työkalun ajatuksena on keskittyminen olennaiseen. Tuotteessa kaikki se, joka ei tuota lisäarvoa asiakkaalle, on hukkaa, joka tulisi karsia pois kyseisen johtamisfilosofian mukaan. Lopulta asiakas joutuu kuitenkin maksamaan tuotteessa myös kaiken hukkan kohonneina kustannuksina. (Vuorinen 2013, 71-72.)

Lean-ajattelun mukaisessa tuotannossa on tarkoituksena toimittaa asiakkaalle juuri tuote, jonka asiakas haluaa. Asiakkaalle tulee toimittaa tuote, joka tuo asiakkaalle arvoa, mutta jossa ei ole hukkaa. Jotta asiakkaalle voidaan toimittaa tuote ilman ylimääräistä hukkaa, täytyy tuotteen valmistajan ymmärtää mitä asiakas haluaa tuotteelta. Jotta asiakkaalle voidaan toimittaa juuri haluttu tuote, tulee tunnistaa mikä tuotteessa on hukkaa. (Oakland & Marosszeky 2017, 20.)

Yleisesti Lean-ajattelussa tarkoituksena on käyttämällä erilaisia työkaluja ja tekniikoita vähentää palvelun tai tuotteen läpimenoaikoja ja hukkaa. Leanin mukaisten käytäntöjen avulla voidaan saada aikaan vähittäin kasvava tai läpimurtomainen parannus, riippuen käytettävästä metodista. Tarkoituksena metodeissa on eliminoida

hukka, parantaa reagoitua markkinoilla sekä tehdä organisaatioista ketterämpiä ja kilpailukykyisempiä. (Christensen, Coombes-Betz & Stein 2007, 95.)

Resurssien tuhlauksella on suora vaikutus kustannuksiin, laatuun ja toimitukseen. Ylijäämävarasto, tarpeeton liike, hyödyntämätön ihmispotentiaali, suunnittelemattomat keskeytykset ja epäoptimaaliset siirtymiset ovat kaikki hukan oireita. Toisin sanoen, hukkiin eliminointi johtaa parempaan asiakastytytyvyyteen, kannattavuuteen, suoritustehoon ja tehokkuuteen. (Alukal 2003, 30.)

Lean-ajattelussa asiakaskeskeisyys menee tuotantokeskeisyyden edelle. Tuotantokeskeisyydessä perinteisempänä mallina yksikkökustannukset tuotteelle ovat mahdollisesti alhaiset. Kustannuksia kuitenkin kertyy virheistä ja turhasta toiminnasta. Tuotantokeskeisessä ajattelussa tuotantoennäysten merkitys katoaa, jos tuotanto poikkeaa siitä mitä asiakas haluaa. Leanissa esiin tulee joustavuus ja nopeus ennen tuotantokeskeisen ajattelun tuotantomääriä. (Vuorinen 2013, 74.) Tämä korostuu merkittävästi myös sähköverkon urakoinnissa. Mikäli työmaita valmistuu merkittävä määrä pienillä kustannuksilla ja sovittuun toimitusaikaan mennessä, mutta valmistunut työmaa on täynnä virheitä ja tehty asiakkaan vaatimuksista poiketen, tulee työmaalle tällöin turhia kustannuksia virheiden ja laatupoikkeamien korjauksista.

4.1 Lean – kahdeksan hukkaa

Lean-ajattelussa on yleisesti käytössä kahdeksan eri hukkaa, joista tähän työhön ei sisällytetty jokaista, jotta säilytettiin mahdollisuus keskittyä toimeksiantajan ohjaukseen kehityskohteisiin. Lean-ajattelun kahdeksan hukkaa ovat:

1. Ylituotanto
2. Varastoinnin hukka
3. Viallinen tuote
4. Yliprosessointi
5. Odottaminen
6. Hyödyntämätön ihmispotentiaali
7. Turhat liikkeet
8. Turhat kuljetukset ja siirrot

(Christensen ym. 2007, 95-96.)

Rakentaminen on massatuotannosta huomattavasti eroavaa tuotantoa, sillä se on projektipohjaista ja yksiköllistä. Hukan käsitteellistäminen rakentamisessa on tästä syystä herättänyt merkittävästi huomiota. (Oakland & Marosszeky 2017, 12.) Sähköverkon alueurakointi voidaan käsittää rakentamisena. Opinnäytetyössä pyrittiin keskittymään lean-ajattelun hukkiin tavalla, jolla ne soveltuvat rakentamiseen parhaiten.

Leanin mukaisia työkaluja ja tekniikoita on olemassa todella paljon. Käytettävien työkalujen ja tekniikoiden valinnat riippuvat syistä, jotka johtavat hukan ja vaihtelun syntymiseen. (Christensen ym. 2007, 96.)

Jokaisessa mainitussa hukassa on kyseessä sama ongelma. Jotain tehdään liikaa tai turhaan, eikä hyödynnetä täsmälleen sitä potentiaalia, joka olisi käytettävissä. Suoraviivaisella ja tarkalla, mutta tehokkaalla tekemisellä voidaan kehittää yrityksen toimintaa ja prosesseja kohti kustannustehokasta lopputulosta.

4.2 Viallinen tuote

Leanin kahdeksan hukan mallista työssä otettiin tarkasteluun kohta viallinen tuote. Sähköverkon urakoinnissa jokainen työmaa voidaan ajatella yhdeksi tuotteeksi. Tuote toimitetaan asiakkaalle, joka toimeksiantajan tapauksessa on lähtökohtaisesti sähköverkkoyhtiö Elenia. Mikäli työmaalta löytyy jokin virhe, on tuote tällöin viallinen. ”Viallinen tuote: tuote joka vaatii tarkastusta, lajittelua, romuttamista, alentamista, korvausta tai korjausta” (Alukal 2003, 30.).

Työssä pyrittiin vähentämään viallisten tuotteiden määrää muodostamalla työkaluja ja toimintamalli, jossa asentaja itse löytäisi omat mahdolliset virheensä tuotteesta, sekä raportoisi valmiin tuotteen tarkastuksen järjestelmään. Valmiin tuotteen raportoinnin myötä työnjohto saa mahdollisimman reaaliaikaisen kuvan työmaasta ja sen kunnosta.

4.3 Yliprosessointi

Toisena kohtana kahdeksan hukan mallista työssä otettiin tarkasteluun yliprosesointi. Yliprosessointi voidaan käsittää myös ylimääräisenä tekemisenä. Ylimääräistä tekemistä, joka ei tuo varsinaiseen lopputulokseen enää muutosta, vaaditun työn ollessa jo tehty. ”Yliprosessointi: ylimääräistä vaivaa, joka ei lisää tuotteen (tai palvelun) arvoa asiakkaan näkökulmasta” (Alukal 2003, 30.).

Yliprosessointiin liittyen työssä muodostettiin helppolukuisia ohjeita, joiden perusteella työmaiden vähimmäisvaatimukset tulevat selkeiksi asentajille. Ohjeissa keskityttiin ensisijaisesti työmaiden osa-alueisiin, joilla on havaittu yliprosesointia ja virheitä.

4.4 Turhat liikkeet

Työssä otettiin tarkasteluun kahdeksan hukan mallista osaltaan myös turhat liikkeet. Turhien liikkeiden vaikutus sähköverkon urakoinnissa, liikkuvilla ja maantieteellisesti mahdollisesti kaukana toisistaan olevilla työmailla, korostuu merkittävästi ja näkyy ylimääräisinä kustannuksina työmaiden katteissa. ”Liike: kaikki ihmisten, työkalujen ja tarvikkeiden liikkeet, jotka eivät lisää arvoa tuotteelle tai palvelulle” (Alukal 2003, 30.).

Työssä tarkasteltiin asentajien mahdollisuuksia tehdä työnsä tehokkaasti ja alusta loppuun saakka yhdellä työmaakäynnillä. Tarkastelussa turhien liikkeiden osalta keskityttiin työautojen varusteluun, sekä työmaalla saatavilla oleviin ohjeistuksiin.

5 Laadunvalvonta sähköverkon työmailla

Työmaiden laadunvalvonta on ensiarvoisen tärkeää, jotta voidaan varmistua tilaajalle toimitettavista tuotteista, eli työmaista. Laadunvalvontaan lukeutuvat niin työmaan

lopputarkastukset, kuin työnaikaiset tarkastukset työmaalla. Työmaan lopputarkastuksella tarkoitetaan tarkastusta, joka suoritetaan työmaan ollessa kokonaan valmis niin asennustyön, kuin maanrakennuksen ja dokumentoinninkin osalta. Työnaikainen tarkastus työmaalla taas suoritetaan työmaan ollessa käynnissä. Tapauksesta riippuen työnaikainen työmaatarkastus voidaan suorittaa joko työntekijöiden ollessa työmaalla tai niin, että työmaa on tauolla ja työntekijät töissä jollakin toisella työmaalla.

5.1 Laadunvalvonnan toimintamalli

Toimeksiantajan työmaiden laatua valvotaan säännöllisesti. Tarkastukset raportoidaan ensisijaisesti työn tilaajan järjestelmään, joten varsinaista dataa työmaa tarkastuksista ei ennen opinnäytetyötä Eltelin omaan järjestelmään jäänyt toimeksiantajatiimin osalta. Tilaajan järjestelmään raportoitu data on tähän asti ollut pitkälti työnjohdon tai perehdytetyn henkilön muodostamaa, ja raportilla on ollut näkyvissä heidän näkemyksensä työmaasta ja sen laadusta.

Ennen opinnäytetyötä toimeksiantajalla oli käytössään suppea asentajan oman työn tarkastus -lomake, josta ei kuitenkaan varsinaista käsitystä työmaasta saanut asentajan näkökulmasta katsottuna. Asentajan oli tiimin toimintamallista johtuen käytännössä mahdotonta käytännössä mahdotonta lisätä valokuvia työmaasta, eikä tarkastuksen täyttäminen ollut reaaliaikaista.

5.1.1 Vanha toimintamalli

Sähköverkkoyhtiö Elenia edellyttää tilaajan roolissa Elteliltä tietyn määrän työnjohdon tai perehdytetyn henkilön oman työn tarkastuksia vuodessa jokaiselle urakointialueelle. Käytännössä tämä on tarkoittanut toimeksiantajatiimissä sitä, että työnjohto käy tarkastamassa työmaita ehtiessään muilta työsuoritteiltaan. Jonkin verran työmaatarkastuksia on tilattu myös ulkopuoliselta toimijalta. Myös Elenia verkon omistajana suorittaa laadunvalvontaa omilla tarkastuksillaan. Tarkastusten pohjalta verkon omistaja esittää parannusehdotukset ja -kehotukset urakoitsijalle. (Pohjola 2020.)

Sama määrällinen tarkastusvaatimus on olemassa myös asentajan oman työn tarkastuksissa. Kuten aiemmin mainittu, ennen opinnäytetyön toteuttamista asentajan oman työn tarkastusten raportointi tilaajan järjestelmään ei ole ollut reaaliaikaista. Asentajan oman työn tarkastukset on syötetty järjestelmään viiveellä johtuen käytössä olevasta toimintamallista.

Asentajan oman työn tarkastus -lomake on usein täytetty käyttöönottotarkastuspöytäkirjan teon yhteydessä paperille, josta työnjohto on raportoinut sen tilaajan järjestelmään. Asentajilla itsellään ei ole ollut suoraa pääsyä tilaajan järjestelmään. Tästä johtuen työnjohdolla tai dokumentoinnilla ei ole ollut kunnollista dataa käytössään työmaan tasosta ennen varsinaista työnjohdon tai perehdytetyn henkilön oman työn tarkastusta, joka suoritetaan pääosin kokonaan valmistuneelle työmaalle.

5.1.2 Uusi toimintamalli

Kehitystyössä muodostettiin toimeksiantajatiimille toimintamalli, jossa asentajat raportoivat oman työmaatarkastuksensa suoraan toimeksiantajan omaan järjestelmään. Työmaatarkastus tehdään työmaalla heti asennustyön valmistuttua. Näin työnjohto saa välittömästi asennustyön valmistuttua dataa työmaasta ja sen laadusta.

Uuden toimintamallin pohjalta tieto kulkeutuu työnjohdon lisäksi myös muualle organisaatiossa. Dokumentoijan tehtävänä on dokumentoida tehty työmaa tilaajan verkkotietojärjestelmään yksityiskohtaisesti. Asentajan oman työn tarkastus -lomake on nähtävillä organisaation sisällä myös muun muassa dokumentoijille. Näin lomakkeelta saadaan dataa työmaasta myös dokumentoijan käyttöön.

Ennen kehitystyön toteuttamista työmaan tietojen toimitus asentajalta dokumentoijalle on tapahtunut vaihtelevilla menetelmillä. Toimitetuilla tiedoilla ja datalla on ollut suuri mahdollisuus kadota toimituksessa ja sekoittua muiden toimitettujen tietojen sekaan järjestelmällisyyden puuttuessa prosessista. Uudelle asentajan oman työn tarkastus -lomakkeelle on mahdollista tallentaa kaikki tieto ja data, jonka dokumentoija tarvitsee työmaan dokumentointiin tilaajan verkkotietojärjestelmään.

5.2 Laatupoikkeamat

Sanalla laatupoikkeama tarkoitetaan usein monia eri asioita, ja se tulee esille useasti laatuun ja kehitystyöhön liittyvässä kirjallisuudessa. Tässä työssä laatupoikkeamia käsitellään pitkälti tuotantoperusteisen laadun näkökulmasta. Näin ollen tässä työssä laatupoikkeamalla tarkoitetaan lähtökohtaisesti tuotteen vaatimusten tai määrittelyjen vastaista, tai niiden kannalta puutteellista, asennusta.

Laatupoikkeamia voidaan käsitellä myös prosessin näkökulmasta. Tässä tapauksessa laatupoikkeama voisi olla esimerkiksi ohjeistetuista toimintatavoista poikkeaminen tai eriävä tapa toteuttaa haluttu lopputulos. Tätä näkökulmaa ei kuitenkaan käsitellä tässä työssä, vaan keskitytään lähtökohtaisesti lopputuotteen laatupoikkeamiin toimeksiannon rajauksen mukaisesti.

6 Kartoitus laadun tasosta

Toimeksiantajana toimineen tiimin laadun tilanteen kartoitus tehtiin muodostamalla koonti vuosien 2018 ja 2019 aikana tehdyistä valmiiden työmaiden tarkastuksista. Koontiin otettiin mukaan ainoastaan tilaajaosapuolen työmaatarkastukset. Tällä tavoin saatiin selville laadun taso nimenomaan tilaajan näkökulmasta katsottuna. Näin selvitettiin tilaajan vaatimukset tuotteelle, eli tuotteen arvo. Eitelin omasta tarkastusmallista johtuen koontiin ei otettu mukaan toimeksiantajan itse tekemiään työmaiden lopputarkastuksia. Toimeksiantajan tekemät työmaiden lopputarkastukset on tehty tilaajan järjestelmään, ja osa tarkastusten virheistä on saatettu aiemmin korjata heti tarkastuskäynnillä. Heti tarkastuskäynnillä tehtyjä korjauksia ei välttämättä ole kirjattu tarkastuslomakkeelle virheinä vaan huomioina, ja tällöin yhteen kerätty data työmaiden laadun tasosta ei olisi ollut relevanttia.

6.1 Koonnin muodostaminen

Koonti toimeksiantajan työmaiden laadusta muodostettiin Elenia Oy:n järjestelmään tehdyistä työmaiden lopputarkastuksista. Koonnissa oli mukana sekä Elenia Oy:n tekemiä työmaatarkastuksia, että ulkoisten toimijoiden tekemiä tarkastuksia. Riippuen oliko kyseessä ulkoisen toimijan vai Elenian henkilöstön tekemä tarkastus, lomakkeella oli mahdollisia eriäviä tarkastuskohtia, mutta jokainen erillinen kohta on liitetty suurempaan kokonaisuuteen, joiden tuloksia oli mahdollista verrata keskenään. Koonti muodostettiin toimeksiantajatiimin vuosina 2018 ja 2019 urakoinnissa olleiden urakointialueiden laadusta.

Koontia muodostettaessa urakoitsijalla ei ollut käytössään työkalua, jolla työmaiden lopputarkastusten osa-alueet ja osa-alueiden sisällä olleet tarkastuskohdat olisi saatu eriteltyä, ja niistä olisi voitu muodostaa vertailukelpoista dataa. Tästä syystä koonti työmaiden tarkastuksista tehtiin hakemalla kaikki tarkastukset Excel-tiedostoon. Excelissä muodostettiin itse laskentatyökalu, jonka avulla koonti ja analysointi saatavilla olevasta datasta oli mahdollista. Tehtyjen tarkastuslomakkeiden joukossa oli myös virheellisesti täytettyjä lomakkeita, joiden kohdalla laskentatyökalu ei toiminut. Näiden lomakkeiden osalta data tarkastuksista tuli käydä läpi ja suorittaa vaaditut korjaukset.

Sekä ulkopuolisen toimijan että Elenian henkilöstön tarkastuksissa otettiin kantaa viiteen eri osa-alueeseen. Osa-alueet ovat: dokumentointi, merkintä, tekninen laatu, turvallisuus ja ympäristö. Näiden osa-alueiden kannanottojen lisäksi lomakkeilla oli myös kommentteja työmaista ja tarkastuksella havaituista virheistä. Kuitenkaan näiden kommenttien kokoaminen yhteen, ja niiden muokkaaminen mitattavissa olevaan datamuotoon, ei ollut tarpeellista tässä koonnissa. Kommenttien kautta tehtävän analysoinnin sijaan keskityttiin ensin arvosanaprosenttien muodostamiseen jokaiselle osa-alueelle.

6.2 Koonnin laajuus

Käsiteltävään aineistoon sähköverkkoyhtiö Elenian henkilöstön tekemiä työmaiden lopputarkastuksia vuosilta 2018 ja 2019 otettiin mukaan yhteensä 170 kpl. Ulkoisen toimijan tekemiä tarkastuksia aineistoon sisällytettiin yhteensä 79 kpl samoilta vuosilta. Yhteensä toimeksiantajan työmaille tehtyjä tilaajaosapuolen työmaatarkastuksia koonnissa oli siis 249 kpl.

Työmaiden vaihtelevasta luonteesta johtuen jokaisella koonnissa mukana olleella työmaatarkastuksella ei oltu otettu kantaa jokaiseen osa-alueeseen tai tarkastuskohtaan osa-alueiden sisällä. Koontiin sisältyvien työmaiden joukossa on pieniä, keski-suuria ja suuria työmaita, ja sama tarkastuslomake on käytössä työmaan koosta riippumatta. Tästä syystä jokaisella tarkastetulla työmaalla ei ole välttämättä ollut kohdetta, johon oltaisiin voitu ottaa kantaa tarkastuslomakkeella. Tästä syystä koonnin eri osa-alueiden välillä oli eri määrä kannanottoja kyseiseen osa-alueeseen liittyen. Yhteensä tarkastuslomakkeen osa-alueiden sisällä oli kannanottoja liittyen toimeksiantajan työmaiden laatuun seuraavasti:

- Dokumentointi: 301 kpl
- Merkintä: 235 kpl
- Tekninen laatu: 371 kpl
- Turvallisuus: 124 kpl
- Ympäristö: 172 kpl

Yhteensä tarkastuslomakkeilla oli otettu kantaa toimeksiantajan työn laatuun yhteensä 1203 kertaa. Jokainen näistä kannanotoista on tullut muulta osapuolelta, kuin toimeksiantajalta itseltään. Näiden kannanottojen perusteella päästiin laadussa kehittytarpeiden lähteille, ja selvitettiin mitkä osa-alueista ovat heikoimpia tiimin työssä.

6.3 Analysointi ja johtopäätökset

Koonnista voidaan päätellä, että laadun taso selvityshetkellä ei ollut hälyttävä. Laatu oli jo valmiiksi prosenttiyksiköillä mitattuna suhteellisen hyvällä tasolla, mutta kehitettävää kuitenkin löytyi jokaisella osa-alueella. Eniten kehitettävää löytyi osa-alueista, joilla mitattiin tiimin onnistumista merkinnän, ympäristön ja teknisen laadun saralla. Näiden osa-alueiden tarkastusten kommentteihin tutustuttiin tarkemmin, jotta saatiin yksityiskohtaisempaa tietoa virheistä ja voitaisiin kehittää työkaluja, joilla virheitä saadaan poistettua asennustyöstä. Osa koonnin virheistä oli alihankkijalähtöisiä, mutta niiden korjaukseen ei tässä työssä keskitytty toimeksiannon rajauksen mukaisesti.

Tilastoja tutkittaessa havaittiin, että virheitä löytyy jokaiselta osa-alueelta. Kuitenkin vain osalla tarkasteltavista kokonaisuuksista virheet olivat toistuvia. Ohjeistuksissa päätettiin keskittyä juuri näihin virheisiin. Virheiden osalta, jotka eivät olleet toistuvia, voidaan ajatella niiden syyn olevan muu kuin puutteellinen ohjeistus ja perehdyttäminen. Toistuvien laatupoikkeamien esiintyminen kuitenkin viittaa puutteelliseen ohjeistukseen ja ohjeistuksien jalkauttamiseen.

Koonnin laskennan valmistuttua huomattiin, että osalla mitattavista osa-alueista laatu oli heikentynyt vuonna 2019 vuoteen 2018 verrattuna (ks. Liite 1). Tälle ei selvitystyössä löydetty tarkkaa syytä. Ohjeistukset olivat pysyneet lähes samoina heikentyneisiin osa-alueisiin liittyen, joten käytäntöjen muutokseen ei tätä selitä. Työmäärä tarkastukset tehdään standardien ja vaatimusten pohjalta, mutta tarkastuksessa saattaa olla eroja tarkastajasta riippuen. Osassa tehdyistä tarkastuksista tarkastaja vaihtui vuonna 2019, joten tätä voidaan ajatella yhdeksi syyksi laadun heikentymiselle. Yhtenä syynä voidaan myös pitää tiimin jo valmiiksi kohtuullisen hyvää laatutasoa. Mikäli tarkastuksilla ei löydy enää suuria virheitä, voidaan helpommin alkaa kiinnittämään tarkempaa huomiota yksityiskohtiin. Osa-alueita tarkastettaessa tarkasti ja yksityiskohtaisesti saattaa virheiden määrä kasvaa verrattuna suurpiirteiseen tarkastukseen.

7 Työautojen kalustus

Kuten aiemmin mainittu, asennustyö on tehokasta, kun se tehdään kerralla valmiiksi. Näin projekteille ei tule turhia kustannuksia ylimääräisistä siirtymistä. Yksi lean-ajattelun peruskohdista on turhien liikkeiden poistaminen prosessista. Tämä pätee niin henkilöstön, kuin työkalujenkin liikkeisiin. Asentajalla on tosiasiallinen mahdollisuus tehdä työnsä tehokkaasti, laadukkaasti ja kerralla alusta loppuun vasta, kun käytössä on työsuoritteeseen vaadittavat työkalut.

7.1 Lista työkaluista ja tarvikkeista

Tämän ajatuksen pohjalta tarvittavista työkaluista tehtiin lista, jonka mukaan jokainen toimeksiantajatiimin työauto inventoitiin. Listaan sisällytettiin kaikki turvallisuustekijöihin liittyvät työkalut sekä yleisimmät työkalut, joiden avulla sähköverkon työmaat ja viankorjaustyöt on keskimäärin mahdollista suorittaa kerralla alusta loppuun. Näin vältetään turhilta työtunneilta ja kilometrikustannuksilta lähdettäessä pahimassa tapauksessa hakemaan tarvittavaa työkalua toimipisteeltä tai toiselta työpaikalta. Sähköverkon työmailla on olemassa työsuoritteita, joita varten tarvitaan erikoistyökaluja. Näihin tilanteisiin yleisimpien työkalujen tarkastaminen ja hankkiminen ei auta, mutta yleiset ja tavanomaiset työsuoritteet on mahdollista tehdä muodostetun listan työkaluilla.

Työkalulistan muodostamiseen tarvittiin konsultaatiota tiimistä. Avuksi listan muodostamiseen valittiin kokenut ja ammattitaitoinen sähköasentaja. Kyseisen sähköasentajan kanssa inventoitiin yhden työauton työkalut ja tarvikkeet. Tämän lisäksi käytiin keskustelua mahdollisista lisätarpeista auton kalustukseen liittyen, ja tehtiin listaan tarvittavat lisäykset. Listan muodostamisessa käytetty työauto oli myös yksi tiimin työautoista, joten listaan ei voitu luottaa ennen lisäpohdintaa mahdollisista lisätarpeista auton kalustuksessa.

7.2 Työautojen inventoinnit ja työkaluhankinnat

Muodostetun työkalulistan perusteella jokainen tiimin työauto inventoitiin työkalujen osalta järjestelmällisesti. Jo inventoinnin alkuvaiheessa kävi ilmi sen tarpeellisuus. Tarkastuksen ollessa suoritettu tiimin työautojen osalta, niistä jokaisessa havaittiin puutteita työkalujen ja tarvikkeiden osalta. Osassa autoista havaittiin jopa useiden työkalujen ja tarvikkeiden vajauksia. Jokainen listan työkaluista oli aiemmin oletettu olevaksi jokaisessa työautossa, mutta inventoinnin tulokset näyttivät toisin. Puutteellisten työkalujen joukossa oli myös oleellisesti työsuoritteiden tekoon liittyviä tarvikkeita.

Inventointien yhteydessä kävi ilmi, että työautoissa havaitut työkalu- ja tarvikepuutteet on ennen työkalujen inventointia korvattu tarpeen mukaan muista työautoista päivittäisten työsuoritteiden jakautumisen perusteella. Tällä tavoin toimittaessa, ei asentajilla ole varmuudella ollut valmiuksia ja mahdollisuutta suorittaa työmaan asennuksia yhdellä työmaakäynnillä, mikäli työkalut ovat olleet käytössä samaan aikaan toisella työmaalla.

Inventoinnissa havaituista puutteista koottiin lista, jonka mukaan puuttuvat työkalut ja tarvikkeet tilattiin jokaiseen autoon. Näin varmistettiin asentajille lähtökohdat tehokkaaseen työntekoon sähköverkon työmailla, sekä mahdollisuus saattaa asennustyö kerralla loppuun. Jokaisen työauton ollessa varustettu tarvittavilla työkaluilla, turhat siirtymiset vähenevät huomattavasti. Turhat siirtymiset ovat lean-ajattelun mukaisesti hukka prosessissa, jotka tuovat projekteille ylimääräisiä kustannuksia. Tämän lisäksi turhat liikkeet vaikeuttavat työnsuunnittelua, varsinkin niiden ollessa odottamattomia.

8 Ohjeet työmaiden kehityskohteista

Työmaiden laadun kartoituksessa työmaatarkastusten pohjalta saatiin ajatus muodostaa helppolukuisia ja selkeitä ohjeistuksia, jotka ottavat kantaa juuri työmailta löytyneisiin toistuviin virheisiin. Ohjeiden tarkoituksena on auttaa tiimin asentajia vaatimustenmukaisessa asennustyössä onnistumisessa sekä täydentää tiimin jo valmiiksi vahvaa ammattitaitoa. Opinnäytetyön kehitysaineistoa varten tehtiin tilannekartoitusta henkilöhaastatteluilla tiimin henkilöstön keskuudessa. Esitettäessä kysymyksiä laadusta ja työmailta löydettyjen virheiden mahdollisista syistä, vastaan tuli kanta jonka mukaan lisäohjeistuksille oli tarvetta.

8.1 Ohjeiden mallin kartoitus

Ohjeet työmaiden kehityskohteista oli tärkeää saada muotoon, jossa niitä on helppoa ja mielekästä lukea. Niissä ei saanut myöskään olla tulkinnanvaraakaan vaan ohjeistusten tuli olla suoraan käytännön asennustyöhön soveltuvia.

Ohjeistukset liittyen osiin asennustöistä ja asennusten eri osa-alueista ovat muuttuneet paljon vuosien varrella. Erityisesti asennusten merkintöihin liittyvä ohje on aiheiston keruuhetkellä heikosti muistissa. Osa ohjeistuksista on saattanut jäädä jalkautumatta työnjohdolta asentajille riittävän selkänä kokonaisuutena. On mahdollista, että etenkin merkintöjen osalta vakiintuneet tavat ovat olleet paremmin mielessä, kuin päivittyneet ohjeet merkintöjen tekemisestä. Ohjeiden saattaminen helppolukaiseen muotoon on tärkeää, jotta asentajat niitä todella lukevat, eikä ohjeistus jää jalkautuksen jälkeen unohduksiin. Kuvat ohjeistuksissa kertovat usein kaiken oleellisen ja turhaa tekstiä ohjeissa tulisi välttää. (Nurmi 2019.)

Taustakartoituksen jälkeen ohjeista päätettiin tehdä mahdollisimman helppolukuiset, havainnollistavat ja yksinkertaiset. Näillä ominaisuuksilla olisi paras mahdollisuus onnistua ohjeistuksien jalkauttamisessa ja sitä kautta työmaiden laadun kehittämisessä. Ohjeiden laatimisessa keskityttiin ensisijaisesti maakaapeliverkon komponentteihin, sillä ilmajohtojen rakentamista voidaan pitää tällä hetkellä jopa harvinaisuutena.

8.2 Muodostetut ohjeistukset

Ohjeistuksia muodostettiin kehitystyössä yhteensä 9 kpl, joista jokainen keskittyi yhteen sähköverkon pääkomponenttiin tai osa-alueeseen. Yhteensä yhdeksään ohjeeseen sisältyy lähes 50 sivua ohjeistuksia tiimin kehityskohteisiin liittyen. Ohjeistuksissa keskityttiin maakaapeliverkossa esiintyviin komponentteihin, sillä tiimin työ- kanta muodostuu pitkälti rakentamistöistä, joilla rakennetaan uutta maakaapeliverkkoa tai saneerataan olemassa olevaa ilmajohtoverkkoa maakaapeliverkoksi.

Aiemmin tehtyjen tarkastusten pohjalta muodostetussa laadun lähtötason kartoituksessa etsittiin komponenttikohtaisesti toistuvia virheitä asennuksille. Jokaisen komponentin tapauksessa löytyi yhteneväisiä virheitä, joiden perusteella aiheet ohjeistuksiin komponenttien rakentamisesta valittiin. Ensisijaisina kehityskohteina esiin nousivat sähköverkon komponentteihin tehtävät merkinnät sekä upotus ja täytösvyydet eri maakaapeliverkon komponenteilla.

Ohjeissa ei otettu kantaa komponenttien ja asennusten jokaiseen asennustekniseen työsuoritteeseen, vaan pyrittiin muodostamaan mahdollisimman tiiviit ja selkeät ohjeistukset. Henkilöhaastatteluissa kävi ilmi, että ohjeistukset saattavat jäädä luke- matta tai ne luetaan vain päällisin puolin, mikäli ne ovat pitkät, monimutkaiset ja vaikeaselkoiset. Tästä syystä päätettiin tehdä ohjeistukset kohdistuen ainoastaan tiimin asennusteknisen laadun kehityskohteisiin liittyen. Ohjeistuksissa pyrittiin havainnol- listamaan niiden sisältö mahdollisimman selkeästi. Ohjeistuksien pohjana käytettiin tiimin aiemmilta työmailta otettuja valokuvia, jotta asentajalla on käytössään työ- maalla konkreettisia malliesimerkkejä oikeista asennustavoista ensisijaisten kehitys- kohteiden osalta. Valokuvat on otettu komponentti- ja osakohtaisesti sähköverkon komponentin osa-alueesta, jota käsitellään kyseisellä ohjeistuksen sivulla.

Lean-ajattelun yksi hukka on viallinen tuote. Ohjeistusten muodostamisella pyrittiin parantamaan tiimin laatua kyseisen hukan tapauksessa. Tiimin jokaista työmaata voi- daan ajatella tuotteena, josta saadaan onnistunut ja vaatimusten mukainen muodos-

tamalla asennustyön tekijöille ohjeistukset, joissa on havainnollistettu toistuvien laatu-
tupoikkeamien osalta oikeaoppiset asennukset. Tämä edellyttää, että ohjeistukset
saadaan jokaisen asentajan käyttöön ja hyödynnettäväksi, joten jalkautus ja perehdy-
tys ovat ohjeistusten tapauksessa tärkeä osa onnistumista.

8.2.1 Jakokaapit

Jakokaappien osalta kehityskohteisiin keskittyvät ohjeistukset muodostettiin kol-
melle yleisimmälle jakokaappityypille, joita Elenian aluekumppanuuden piirissä säh-
köverkonrakentamisessa esiintyy. Jokaisen jakokaappityypin ohjeistukset perustuvat
Elenia Oy:n ja valmistajan ohjeistuksiin sekä vaatimuksiin asennuksista. Ohjeissa jako-
kaappien rakentamisesta ja viimeistelystä otettiin kantaa kohtiin, joissa laadun tason
kartoitusta tehdessä havaittiin eniten virheitä. Ohjeistukset jakokaapeista ovat sisäl-
löltään pitkälti samanlaisia, mutta jokainen ohje on yksilöity kullekin jakokaappimal-
lille erikseen.

Yksi muodostetuita ohjeistuksista käsittelee aluekumppanuustöissä käytössä olevaa,
Onnisen toimittamaa, jakokaappia (ks. Kuvio 2). Kyseinen jakokaappimalli on puola-
laisvalmisteinen. Itse jakokaapin on valmistanut Emiter ja sen sisällä olevien kalusteiden
valmistaja on Apator. (Kaapelijakokaappi OKKJK-P 400A BC+3x160 43x80 N.d.)



Kuvio 2. Jakokaappi – Emitter

Tiimin laadussa yhtenä tarpeellisena kehityskohteenä havaittiin tekninen laatu. Jakokaappien tapauksessa osa teknistä laatua ovat jakokaappien upotus- ja täyttösyvyydet. Näihin kiinnitettiin ohjeissa erityistä huomiota jokaisen jakokaappimallin kohdalla, ja niiden tekeminen vaatimustenmukaisesti sisällytettiin osaksi ohjeistuksia.

Emitter mallisessa jakokaapissa ulkotäyttöraja, jota myöten jakokaapin tulee olla upotettuna maanpinnan alle, on määritelty valmistajan toimesta kaapin molemmille puolille jakokaapin jalustaan. Myös sisätäyttöraja on määritelty valmistajan toimesta. Valmistajan määrittelemä sisätäyttöraja on kyseisen jakokaapin tapauksessa 50 mm ulkotäyttörajan yläpuolella. Valmistaja on määritellyt jakokaapin sisätäytön tekoon jalustan täyteainekseksi halkaisijaltaan 6-16 mm Leca-soran. (Asennusohje OKKJK-POL Emitter 2016.)

Sähköverkkoyhtiö Elenian ohje sähköverkkoon tehtävistä merkinnöistä edellyttää uusien jakokaappien tapauksessa merkintätangon kiinnitettäväksi jakokaappiin. Ohje edellyttää myös jakokaapin ulkopuolelle merkittäväksi jakokaapin yksilöllisen tunnuksen. (Sähköverkon merkinnät 2018.)

Ohjeistukset on muodostettu tavalla, jolla ensisijaisesti pyritään ehkäisemään laatu-
poikkeamien muodostumista, ja näin vähentämään virheellisiä tuotteita tiimin
työssä. Ohjeissa on kuitenkin myös ohjeistettu toimintatapoja, joiden perusteella ra-
kennettaessa työmaakäynnit vähenevät huomattavasti. Esimerkiksi ulkotäytön ta-
pauksessa on huomioitu olosuhteet kesällä ja talvella (ks. Liite 2).

Rakennettaessa jakokaappi talvella, tulee ohjeen mukaan jakokaapin varsinaisen
upotussyvyyden lisäksi kaappia lisätäyttää maa-aineksella. Lähtökohtaisesti talvella
kaivettaessa maa on jäässä, jolloin kertaalleen kaivettu maa-aines ei asetu jakokaapin
ympäri lopulliseen muotoonsa ennen maan sulamista. Maan sulaessa maa-aines
tiivistyy, jolloin kaivetun maan pinta jakokaapin ympärillä painuu alaspäin. Mikäli
täyttö on alun perin tehty vain upotuksen rajamerkintään asti, tulee talvella raken-
nettua jakokaappia palata täyttämään uudelleen keväällä, ja käynti työmaalla on
Lean-ajattelun mukaista turhaa liikettä. Myös tätä pyrittiin ehkäisemään ohjeistuksia
muodostettaessa.

Ohjeista yksi käsittelee toista myös aluekumppanuustöissä esiintyvää jakokaappisar-
jaa. Kyseinen sarja on ABB:n valmistama MJS kaapelijakokaappisarja. Sarjaan sisältyy
erikokoisia kaapelijakokaappeja, joista osaa esiintyy aluekumppanuustöissä.

Sähköverkkoyhtiö Elenian ohje sähköverkkoon tehtävistä merkinnöistä ohjeistaa
muun muassa kiinnittämään jakokaapin lähtöjen lähtönumerot jakokaapin kiinteään
osaan, mikäli se on mahdollista (Sähköverkon merkinnät 2018). Esimerkiksi ABB:n
MJS sarjan jakokaapeissa kiinteän osan lähtömerkinnät on jakokaappisarjan mallista
johtuen mahdollista tehdä aina. Tästä syystä muodostetussa ohjeistuksessa ohjeiste-
taan tekemään kiinteän osan merkinnät aina, eikä vaihtoehtoista merkintätapaa ole
ohjeissa lainkaan (ks. Liite 3). Näin saadaan vähennettyä hajontaa asennustavoissa,
yhtenäistettyä toimintatapoja ja vähennettyä virheellisten tuotteiden määrää, sillä
toimintatapa on aina sama ja tilaajaosapuolen vaatimusten mukainen.

Tilaajaosapuolen ohjeessa sähköverkkoon tehtävistä merkinnöistä otetaan kantaa
myös jakokaapin lähtönumerointiin varokekytkimen osalta. Kiinteän osan lähtönu-
meroinnin kanssa yhteneväinen lähtönumerointi ja varokkeessa käytetyn sulakekoon

merkintä tulee tehdä myös varokeytöksen kannen kiinteään osaan, jos se vain on kytkimen rakenteesta johtuen mahdollista (Sähköverkon merkinnät 2018). Ohjeistuksista esimerkkinä käytetyssä Emiteer-sarjan kaapelijakokaapissa kyseinen merkintä on aina mahdollinen, joten myös se laitettiin muodostettuihin ohjeistuksiin ilman vaihtoehtoisia merkintätapaa (ks. Liite 4). Tällä tavoin koko tiimin asentajilla on yhtenäiset, ja sitä kautta myös helpommin hallittavat, toimintatavat.

Ohjeistuksissa otettiin kantaa myös kohtiin, jotka sähköverkkoyhtiön ohjeet jättävät avoimeksi. Tilaajaosapuolen ohjeissa on kohtia, jotka antavat urakoitsijalle mahdollisuuden parhaaksi näkemäänsä asennus- tai merkintätapaan. Näitä kohtia pyrittiin ohjeistuksissa poistamaan ja muodostamaan tiimin asentajille yksiselitteiset toimintatavat. Toimintatapojen ollessa yksiselitteiset, ne ovat myös yhtenäiset. Yhtenäisiä toimintatapoja käytettäessä ei jää mahdollisuutta, että esimerkiksi asentajan maastossa tekemä tulkinta ohjeista olisikin lopulta tilaajan näkemyksen kanssa eriävä tilanteessa, jossa ohjeistukset antavat mahdollisuuden erilaisille toteutustavoille. Asentajan tulkitessa tilaajaosapuolen ohjetta tilaajan näkemyksen kanssa eriävästi muodostuu laatueroja, jonka kautta tilaajalle saatetaan toimittaa virheellinen tuote.

8.2.2 Pylväs nousut

Pylväs nousuilla tarkoitetaan osaa sähköverkosta, jossa maakaapeli nousee ilmajohtoverkon pylväaseen ja kytkeytyy ilmajohtoon. Toisin sanoen pylväs nousut ovat maakaapeliverkon ja ilmajohtoverkon liittymäkohtia. Pylväs nousut itsessään eivät ole suuria kokonaisuuksia. Ne käsittävät lähtökohtaisesti vain maakaapelin osuuden ja suojaus pylväällä, kiinnityksen pylväaseen sekä liitännän ilmajohtoon. Jakokaap-pien ohjeistusten kanssa yhteneväisesti, myös ohjeistukseen pylväs nousuista sisällytettiin vain kehitystoimia vaativat osa-alueet.

Maadoitusjohtimet, jotka tulevat ilmajohtoverkossa alas pylväältä, täytyy suojata mekaanisen vahingoittumisen estämiseksi lujalla suojauskella. Suojaus tulee ulottua muualla kuin liikennealueilla vähintään 1,5 m korkeudelle maan pinnan tasolta ja

0,2 m maan pinnan alapuolelle. Liikenneväylien varrella tulee suojauksen ulottua vähintään 2,0 m korkeudelle maan pinnan tasolta. (SFS-EN 6000-8-801:2017, 12.) Pylvääseen nousevaa maakaapelia suojaavan kaapelinsuojaraudan tulee ulottua yhteneväisesti maadoitusjohtimien suojauksen kanssa muualla kuin liikenneväylän läheisyydessä vähintään 1,5 m korkeuteen maan pinnan tasolta ja vähintään 0,2 m maan pinnan alapuolelle. Myös yhteneväisesti maadoitusjohtimien suojauksen kanssa, liikenneväylien läheisyydessä maakaapelia suojaavan kaapelinsuojaraudan tulee ulottua vähintään 2,0 m korkeudelle maan pinnan tasolta katsottuna. (Laitinen 2014.) Kyseiset vaatimukset sisällytettiin ohjeistuksiin pylväsnousuista ja havainnollistettiin yksiselitteisesti valokuvien avulla (ks. Liite 6).

PJ-pylväs nousun tapauksessa kaapeli tulee kiinnittää pylvääseen kokokiinnikkeillä. Kohokiinnikkeiden tulee olla pylväässä tasaisin välein ja kiinnitysvälin tulee olla 50 cm. (Laitinen 2014.) Ohjeistuksessa pylväsnousuista kiinnitettiin huomiota muun muassa yhteistyöhön ja kommunikointiin maanrakentajan kanssa, sekä maakaapelin kiinnitykseen pylväällä (ks. Liite 5). Maanrakentajan ja sähköasentajan sujuva yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää työmaan laadun kannalta. Esimerkiksi tapauksessa, jossa maanrakentajan kaivama maakaapeli jää pylväs nousun kohdalla liian kauas pylvään tyvestä, on suojaraudan asentaminen riittävän syvälle asentajan toimesta todella vaikeaa.

8.2.3 Kaapelimerkinnot

Yhtenä ja mahdollisesti suurimpana kehityskohteena työmaiden laadun tilanteen kartoituksessa huomattiin laatupoikkeamat sähköverkon komponenttien merkinnöissä. Tästä johtuen päätettiin tehdä maakaapeleiden merkinnöistä kokonaan erillinen ohjeensa, jossa on ohjeistettu kaikki mahdolliset tilanteet maakaapeleiden merkinnöistä Elenian sähköjakeluverkossa. Suuri tekijä kokonaan erilliseen ohjeistukseen kaapelimerkinnöistä oli myös tiimin työkannan keskittyminen maakaapeliverkon rakentamiseen vallitsevan sähkömarkkinalain vuoksi.

Sähköverkkoyhtiön ohjeissa liittyen sähköverkkoon tehtävistä merkinnöistä ohjeistetaan, että kaapelimerkinnässä tulee olla lähtönumero, suunta, sekä kaapelin tyyppi ja

poikkipinta-ala (Sähköverkon merkinnät 2018). Sähköverkkoyhtiön ohjeissa jokainen merkintätilanne on ohjeistettu, mutta ohjeistuksien pohjalta päätettiin tehdä jokaiseen tilanteeseen esimerkit, joita noudattamalla tilaajan edellyttämiä tietoja ei jää puuttumaan kaapelimerkinnöistä (ks. Liite 7).

8.3 Ylimääräinen tekeminen

Yksi lean-johtamisfilosofian pääkohdista on yliprosessointi. Työmaalla saattaa tulla tilanne, jossa työmaalla oleva asentaja ei ole aivan varma komponentin oikeasta merkintätavasta. Kuten Nurmilo (2019) totesi, on mahdollisuus, että ohjeistukset eivät ole jalkautuneet asentajille kunnolla. Tästä johtuen työmaalla oleva asentaja, joka ei tiedä juuri oikeaa asennustapaa, tekee mahdollisesti epäselvän osuuden työstään hieman paremmin kuin ne osuudet, joista on selkeät muistikuvat ja helppolukuiset ohjeet. Tässä tapauksessa työsuorite tehdään vaatimuksia paremmin, jolloin sen kustannukset ovat korkeammat, mutta tilaajaosapuoli ei kuitenkaan kyseistä vaatimustasoa edellytä. Tehdyillä ohjeistuksilla pyrittiin virheellisten tuotteiden muodostumisen lisäksi poistamaan myös tämä yliprosessointi työmailta ja asennustyöstä.

9 Asentajan oman työn tarkastus

Yhtenä laadun kehittämisen työkaluna opinnäytetyössä muodostettiin jo etukäteen toimeksiantajan kanssa kaavailtu lomake, jonka avulla asentaja tarkastaa oman työnsä saatuaan työmaan valmiiksi asennustyön osalta. Usein työmaille on tilanne, jossa sähköasentaja saa asennustyön valmiiksi, mutta maanrakentajalla on työmaalla vielä työsuoritteita jäljellä. Näissä tapauksissa asentajan on mahdotonta tarkastaa koko työmaata ja sen kaikkia osa-alueita täydellisesti. Kuitenkin oman asennustyönsä hän pystyy tarkastamaan ja dokumentoimaan lomakkeelle. Tässä tapauksessa tarkastuksen dokumentointi tapahtuu Eltelin omaan järjestelmään.

Lomakkeen muodostamista pidettiin ensiarvoisen tärkeänä toimeksiantajan puolelta. Kuten aiemmin mainittu, ennen lomakkeen muodostusta toimeksiantajatiimin osalta

ei työmaasta ole jäänyt työmaan asennustekniseen laatuun liittyvää dataa toimeksiantajan omaan järjestelmään lainkaan. Työnjohdolla ei näin ollen ole ollut käsitystä työmaan tilasta tai sen asennustyön laadusta, ennen omaa tarkastustaan. Tiimin työpäällikön (Pohjola 2020) mukaan työnjohto käy tarkastamassa työmaita ehtiessään muilta työsuoritteiltaan. Hän lisäsi myös, että haastatteluhetkellä kenelläkään ei ole käytännössä aikaa käydä tekemässä työmaatarkastuksia, ja ainoastaan satunnaiset tarkastukset ovat tällä hetkellä mahdollisia kiireestä johtuen. Myös tästä syystä on todella tärkeää saada tietoa työmaan laadusta välittömästi sen valmistuttua.

Lomakkeen tarkoituksena on, että asentaja tarkastaessaan tekemäänsä asennustyötä järjestelmällisesti, löytäisi tekemänsä mahdolliset virheet työmaalla jo tarkastusvaiheessa. Toisena mahdollisuutena voidaan pitää, että työnjohto tarkastaa asentajan täyttämän tarkastuslomakkeen jo siinä vaiheessa, kun asentaja on vielä työmaalla ja tarkastus on täytetty. Lomakkeen perusteella työnjohdolla on mahdollisuus puuttua asentajan mahdollisesti tekemään virheeseen. Molemmissa tapauksissa virheet voidaan korjata samalla työmaakäynnillä, eikä lisäkustannuksia uuden työmaakäynnin muodossa projektille tule. Työmaakäyntiä, jossa työmaalle mennään korjaamaan virheellistä tuotetta, voidaan ajatella lean-ajattelun mukaisena turhana liikkeenä. Asentajan poistuessa työmaalta, tuotteen voidaan ajatella olevan tällöin valmis hänen työnsä osalta. Mikäli mahdolliset virheet löydetään työmaalta jo tarkastusvaiheessa ja ne korjataan välittömästi, voidaan taas ajatella, että työmaa ei ole virheellinen tuote, sillä sen virheet on korjattu jo työmaa asennusvaiheessa. Mikäli työmaalta poistutaan ja esimerkiksi työnjohdon tarkastaessa työmaata sieltä löydetään virhe, voidaan ajatella, että löydetään laatupoikkeama ja tilaajalle on toimitettu virheellinen tuote.

9.1 Tarkastuslomakkeen rakenne

Asentajan oman työn tarkastus -lomakkeelle muodostettiin komponentti- ja osaluokohtaisesti omat välilehtensä jokaisen työmaan kohdan tarkastusta varten. Jokai-

sen osa-alueen tai komponentin tarkastus tehdään omana kokonaisuutenaan, ja kokonaisuuksien sisällä otetaan kantaa lomakkeen eri tarkastuskohtiin. Lomakkeelle muodostetut välilehdet ovat:

- Työmaan tiedot
- Jakokaapit
- Muuntamot
- Maakaapelit
- Kuvat kaapelireitistä
- Pylväsnousut
- Ilmajohdot
- Erottimet
- Ympäristö
- Turvallisuus
- Muut
- Tarkastuspöytäkirja ja huomiot
- Lopputulos

Sijoittamalla jokainen osa-alue omalle välilehdelleen saatiin lomakkeesta helppokäyttöisempi, selkeämpi ja monikäyttöisempi. Tiimin työkannan työmaat ovat sisällöltään ja suuruudeltaan vaihtelevia. Esimerkiksi asentajalla saattaa olla tarkastettavanaan työmaa, jolla ei tehdä kuin yhden liittymiskaapelin kaivuu ja sille pylväsnousu ole-massa olevaan ilmajohtoverkkoon. Seuraavana työmaana saattaa olla laajempi kaapelointiprojekti, jossa rakennetaan esimerkiksi puistomuuntamo tai monta puistomuuntamoja ja useita jakokaappeja. Laajuudeltaan pienen työmaan tapauksessa tarkastusentekijä voi jättää kokonaan täyttämättä osa-alueiden välilehdet, joita ei työmaalla esiinny, ja täyttää ainoastaan vaadittavat välilehdet.

Tarkastuslomakkeelle oli mahdollista lisätä ohjeita tarkastuslomakkeen etusivulle. Etusivulle päätettiin muodostaa ohjeita, joissa otettiin kantaa muun muassa sähköverkon komponenttien sisältämien osien näkymiseen lomakkeen valokuvissa tarkasti, jotta tarkastuksesta täytetty lomake olisi käyttökelpoinen. Lomakkeen valokuvien ollessa tarkkoja ja kuvaavia, työnjohdolla ja dokumentoinnilla on tosiasiallinen mahdollisuus saada hyvä kokonaiskuva työmaasta niiden avulla. Etusivun ohjeistuksiin lisättiin myös käytännönohjeita lomakkeen täytöstä, jotta tarkastaminen olisi mahdollisimman suoraviivaista ja tehokasta.

9.2 Tarkastuksen osa-alueiden sisältö

Jokaisella tarkastuslomakkeen välilehdellä työmaatarkastuksen tekevä asentaja ottaa kantaa työmaan tarkastettavien osa-alueiden ja sähköverkon komponenttien eri osiin, sekä tekee asennusteknisiä huomioita niistä. Jokaisen välilehden sisällä sijaitsee osa-aluekohtaisesti yksilöidyt tarkastusta ja kannanottoa vaativat kohdat (ks. Kuvio 3).



Kuvio 3. Jakokaapit-välilehden tarkastuskohdat mobiilisovelluksessa

Myös lomakkeen välilehdille oli mahdollista lisätä myös ohjeita tarkastukseen ja lomakkeen täyttöön liittyen. Jokaiselle välilehdelle lisättiin ohjeita valokuvista, joita lomakkeelle tulee tarkastuksen aikana ottaa (ks. Kuvio 4). Tällä haluttiin varmistaa lomakkeen oikeaoppinen täyttö. Välilehtien ohjeisiin valittiin myös satunnaisia huomioita liittyen laadun tilanteen kartoituksessa havaittuihin kehityskohteisiin. Lomakkeen kunnollinen ja tarkka täyttö on kriittinen osa koko toimintamallin toimivuutta. Mikäli lomake on täytetty virheellisesti, eikä siitä saa tarkkaa kuvaa esimerkiksi kohteen merkinnöistä tai hyvää kokonaiskuvaa työmaan asennuksista, tarkastukselta ja

tiedonkululta prosessin sisällä lähtee pohja. Tässä tapauksessa laadunvalvonta ja lisätietojen saanti työmailta lomakkeiden pohjalta ole mahdollista, ja täytetyn tarkastuslomakkeen arvo työnjohdon tiedonlähteenä työmaista vähenee.

JAKOKAAPIT

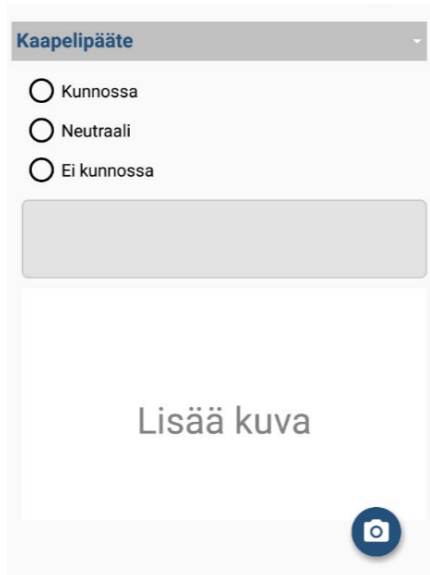
Tarkasta, että valokuvissa näkyy vähintään:

- Jakokaappi kokonaan ulkoa mukaanlukien tunnus, ulkotäyttö ja aurausmerkintä
- Sisätäyttö
- Kiinteän osan lähtömerkinnät
- Kytkimet ja kiskoliitokset, sekä niiden merkinnät
- Maadoitukset ja kaapeleiden suojajohtimien kiinnitykset maadoituskiskon
- Jokaisen kaapelin merkinnät

Tarkasta myös, että jonovarokeytkimissä on oikeat sulakkeet **KAIKILLA VAIHEILLA!**

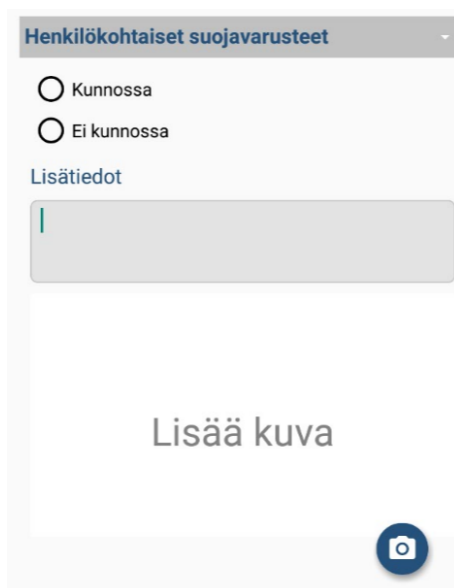
Kuvio 4. Tarkastuslomakkeen ohjeistus jakokaapit-välilehdeltä

Tarkastuslomakkeen jokaiseen kannanottoa vaativaan tarkastuskohtaan lisättiin kolme eri kohtaa tarkastajan täytettäväksi. Ensimmäisessä kohdassa tarkastaja vakuuttaa kyseisen osan olevan työmaan osalta joko kunnossa, neutraali tai ei kunnossa täyttämällä tarkastuksen tulosta vastaavan arvon valintakenttään. Mikäli tarkastaja joutuu täyttämään johonkin tarkastuskohdista arvon epäkunnossa, ei työmaan asennustyö ole vielä valmis. Toisessa kohdassa tarkastajalla on mahdollisuus kirjoittaa lisätietoja tarkastettavaan komponenttiin liittyen. Kolmannessa kohdassa tarkastajan tulee lisätä valokuva kyseisessä kohdassa tarkastamastaan komponentista tai sen osasta (ks. Kuvio 5).



Kuvio 5. Pylväsnousut-välilehti, kaapelipäätteen todentaminen

Poikkeuksena muista välilehdistä, turvallisuus-välilehdellä ei ole mahdollisuutta merkitä tarkastuskohtia neutraaliksi. Turvallisuus on aina osa työmaata ja asennustyötä, joten ei ole olemassa tilannetta, jossa turvallisuus voitaisiin todentaa neutraaliksi. Turvallisuus-välilehdellä on mahdollista varmentaa ainoastaan, että tarkastuskohta on kunnossa tai ei kunnossa (ks. Kuvio 6).



Kuvio 6. Turvallisuus-välilehti, henkilökohtaisten suojarusteiden todentaminen

9.3 Tarkastuslomakkeen täyttäminen

Toimeksiantajalla käytössä olevasta laatu- ja turvallisuusjärjestelmästä on saatavilla selainpohjainen versio, jonka lisäksi olemassa on myös mobiilisovellus. Molemmat näistä ovat toimeksiantajalla käytössä. Järjestelmän toiminta on jokseenkin eriävää selainpohjaisen ja mobiilisovelluksen välillä vertailtaessa. Tarkastus on tarkoitettu täyttämään työmaalla välittömästi asennustyön valmistuttua, joten kehitystyössä muodostettu asentajan oman työn tarkastus -lomake oli perusteltua muodostaa ensisijaisesti mobiilisovelluksen kautta täytettäväksi.

Tarkastuslomakkeelle ei ole tarkoitettu ottaa valokuvaa välilehden jokaiseen osa-alueeseen (ks. Kuvio 3.) Tämä olisi turhaa työtä, mikäli kyseisen tarkastuskohdan oikeellisuus on tunnistettavissa ja todennettavissa jo toisessa tarkastuksen samalla välilehdellä otetussa valokuvassa. Kuten aiemmin mainittu, välilehtien jokaiseen tarkastuskohtaan on mahdollista ottaa valokuva, mikäli kyseisen tarkastuskohdan osaa tai komponenttia ei ole mahdollista luotettavasti todentaa muissa otetuista valokuvista. Lomakkeen täytön ohjeistuksissa kehoitetaan ensisijaisesti sisällyttämään eri tarkastuskohtien todennuksia samaan valokuvaan lomakkeen yksinkertaisemmän ja selkeämmän läpikäynnin vuoksi.

10 Perehdytys ja jalkauttaminen

Kehitystyössä muodostettujen ohjeiden ja asentajan oman työn tarkastus -lomakkeen perehdytystä vaikeutti huomattavasti juuri perehdytysaikaan vallitseva pandemia-aika ja yleiset poikkeusolot koko Suomessa. Tästä syystä perehdytystä muodostetuille työkaluille oli mahdotonta järjestää kokoontumalla yhteiseen perehdytystilaisuuteen. Perehdytyksen kanssa samaan aikaan myös tiimin normaali työnteko ja toiminta tuli turvata. Toimeksiantajatiimissä on käytössä viikoittaiset laatu- ja turvavartit, joissa käsitellään ajankohtaisia aiheita liittyen laatuun ja turvallisuuteen. Tällä hetkellä myös laatu- ja turvavartit toteutetaan etäyhteydellä, joten perehdytys oli mahdollista tehdä niiden yhteydessä.

Ohjeistukset ja lomakkeet otettiin Pirkanmaan lisäksi käyttöön myös Keski-Suomessa, jossa Pirkanmaa tiimiin liitännäinen tiimi toimii vastaavana aluekumppanina. Ohjeistukset käytiin läpi Keski-Suomen tiimin työnjohdon kanssa etäyhteydellä, jonka jälkeen tiimin työjohto siellä jakoi ja perehdytti ohjeistukset eteenpäin asentajille. Myös asentajan oman työn tarkastus -lomakkeen osalta toimittiin samaan tapaan. Työmaatarkastusten toimintamalli ja muodostettu lomake ohjeistettiin tiimin työjohdolle ja he jalkauttivat sen tiimissään eteenpäin asentajille.

10.1 Ohjeistukset

Muodostetut ohjeistukset käytiin läpi ohje kerrallaan pidettyjen varttien laatuosuuksissa. Tämä osoittautui erittäin hyväksi tavaksi ja jopa paremmaksi, kuin pitkän perehdytystilaisuuden pitäminen. Ohjeita perehdytettäessä aihe kerrallaan, oli mahdollista keskittyä aihealueittain yhteen aiheeseen laajemmin ja perusteellisemmin. Myös keskustelua ohjeistuksiin liittyen syntyi tiimin sisällä, joka mahdollisti paremman oppimisen ja vuorovaikutteisen mielipiteiden vaihdon aiheisiin liittyen.

Alun perin ajatuksena oli lisätä muodostetut ohjeistukset ainoastaan verkkoon jokaisen tiimin jäsenen saataville. Lopulta kuitenkin päätettiin jakaa ohjeistukset toimeksiantajatiimin asentajille myös paperille tulostettuna. Tämä toteutettiin hankkimalla jokaiseen tiimin työautoon kansiot, joissa muodostetut ohjeistukset ovat aina nähtävillä. Autokohtaiset kansiot mahdollistivat asentajille halutessaan myös muiden ohjeiden kasaamisen yhteen paikkaan, jossa ne ovat työmaalla aina varmasti saatavilla helposti ja nopeasti.

10.2 Tarkastuslomake ja toimintamalli

Asentajan oman työn tarkastus -lomake esiteltiin ensimmäisen kerran tiimille asennustyön ohjeistusten kanssa yhteneväisesti koko tiimin yhteisessä laatuvarhissa. Kyseisessä tilaisuudessa lomake käytiin läpi välilehtikohtaisesti, ja yhdeltä välilehdeltä esiteltiin lomakkeen täyttäminen esimerkkisuorituksella. Laatuvarhin yhteydessä esiteltiin myös uuden työmaatarkastuksen toimintamalli ja kerrottiin sen tulevan osaksi

päivittäistä työtä. Laatuvarsin yhteydessä asentajia kehoitettiin tutustumaan lomakkeeseen ja sen toimintaan ennen varsinaista käyttöönottoa sekä testikäyttämään sen toiminnallisuuksia. Testikäytössä ollut lomake ei vielä ollut järjestelmässä lopullisella nimellään, joten testikäytön aikana täytetyt lomakkeet eivät lukeudu dataan, jota työmaista aletaan keräämään ja tarkastelemaan. Näin mahdollistettiin asentajille vapaa tutustuminen lomakkeeseen ilman mahdollisuutta virheellisen datan joutumisesta työnjohdon tarkasteluun. Lomakkeen käyttöönotto suoritettiin, kun testikäyttöön ja tutustumiseen oli ollut aikaa noin kaksi viikkoa.

Lomakkeen käyttöönotto tapahtui työmaakohtaisesti. Asentajapareille kerrottiin työmaa, josta ensimmäinen työmaatarkastus tulee tehdä ja dokumentoida järjestelmään. Asentajien ollessa tilanteessa, jossa ensimmäinen työmaatarkastus tuli täyttää, lomakkeen lopullinen täyttäminen ohjeistettiin mahdollisuuksien mukaan joko puhelimitse tai paikan päällä. Näin voitiin varmistua lomakkeen oikeaoppisesta käytöstä, eikä yhdellekään asentajalle muodostu virheellistä käsitystä lomakkeen täyttämisestä ja työmaan tarkastuksesta.

Lomakkeen ja uuden toimintamallin saaminen käyttöön täydellä teholla vie aikaa ja tulee luultavimmin vaatimaan vielä lisäperehdytystä tulevaisuudessa. Vakiintuneessa organisaatiossa uuden toimintamallin käyttöönotto saattaa aluksi aiheuttaa myös epäilyjä työntekijöiden keskuudessa, mutta toistaiseksi jalkauttaminen on sujunut erittäin hyvin.

11 Pohdinta

Tavoitteena opinnäytetyössä oli kehittää Eltel Networks Oy:n Pirkanmaa tiimin työmaiden laatua Elenia Oy:n sähköjakeluverkon aluekumppanuustöissä. Toimeksiantajan tahdon mukaan laadusta otettiin ensisijaiseen tarkasteluun asennustyön loppulaatu ja keskityttiin muodostamaan ratkaisuja kyseisen prosessin osan kehitykseen. Myös tiedonkulun parantaminen tiimin sisällä oli osana kehitystyötä.

Kehitystyön onnistumisen edellytys oli tiimin työmaiden lähtötason kartoitus laadun osalta. Muodostamalla koonti edellisten vuosien työmaatarkastuksista, löydettiin vastaus ensimmäiseen kehittämiskysymykseen ”Mitkä ovat asennusteknisiä ongelmakohtia työmaiden loppulaadussa?”. Kehittämiskysymyksen vastauksen jälkeen oli mahdollista muodostaa yksi ratkaisu työmaiden laadun kehittämiseen. Ensimmäisen kehittämiskysymyksen vastausten perusteella muodostettiin ohjeistuksia tiimin asentajille juuri niille osa-alueille, joilla tiimin asennustekninen laatu oli heikoin.

Tiimin henkilöstölle pidetyissä henkilöhaastatteluissa kävi ilmi, että aiemmat ohjeistukset asennuksista ovat saattaneet jäädä jalkautumatta tiimin asentajille kunnolla. Haastatteluissa myös asentajille jaettavien ohjeiden helppolukuisuutta painotettiin. Mahdollisena pidettiin myös, että mikäli ohjeet eivät ole helppolukuisia, ne saattavat jäädä asentajilta lukematta tai vähintäänkin unohtuiksi jalkautuksen jälkeen. Tässä saatiin vastaus toiseen määriteltyyn kehittämiskysymykseen ”Millaisia työkaluja toimintaprosessiin tulisi kehittää, jotta saadaan aikaan tasaista ja hyvää laatua, sekä mahdolliset laatu poikkeamat tunnistetaan?”. Tutkimuskysymysten vastausten perusteella tiimin käyttöön muodostettiin henkilöstön toiveiden mukaisia laatua kehittäviä ratkaisuja osaksi jokapäiväistä työtä. Näihin lukeutuvat muodostettu asentajan oman työn tarkastus -lomake ja ohjeistukset työmaiden kehityskohteista.

Kehitystyössä muodostettiin aiemmasta toiminnasta eroava toimintamalli, jossa asentaja tai asentajapari tarkastaa valmiiksi saaneensa työmaan vielä työmaalla ollessaan. Tehty tarkastus dokumentoidaan Eltelin omaan järjestelmään kehitystyössä rakennetulle lomakkeelle reaaliaikaisena koko työmaan komponentit kattavien valokuvien kanssa. Tällöin asentaja saattaa parhaassa tapauksessa löytää omat virheensä jo työmaalla ollessaan, eikä erillistä korjauskäyntiä työmaalle tarvita. Kehitystyössä muodostettujen, asennustyön ongelmakohtien perusteella rakennettujen, ohjeistuksien keskittyminen maakaapeliverkon komponentteihin perustuu tiimin rakentamistöiden työkannan muodostumiseen suurelta osin maakaapeliverkon rakentamisesta. Muodostetut ohjeistukset esittävät selkeästi ja helppolukuisesti asentajille tiimin asennustyön ongelmakohtien asennustavat. Kehitystyössä tehdyillä työkaluhankinnoilla pystyttiin takaamaan asentajille tosiasiallinen mahdollisuus suorittaa yhden työmaan asennukset yhdellä työmaakäynnillä.

Kehitystyössä onnistuttiin vastaamaan alussa muodostettuihin kehittämiskysymyksiin ja muodostamaan toimeksiantajalle ratkaisuja laadun kehittämiseen. Kehitystyössä muodostetut ohjeistukset on rakennettu ensisijaisesti toimeksiantajatiimin laadussa havaittujen ongelmien perusteella, mutta niitä voidaan soveltaa myös muiden tiimien toimintaan hyvänä lisänä jo olemassa olevaan osaamiseen. Kuitenkin tilanne, jossa ne vastaisivat suoraan myös muiden tiimien kehitystarpeisiin, on käytännössä sattumaa ohjeiden rakentuessa nimenomaan toimeksiantajatiimin aiempien asennuksien laatu poikkeamiin. Muodostettu toimintamalli työmaiden tarkastamiseen liittyen sekä lomake asentajan oman työn tarkastamisesta ovat soveltamiskelpoisia lähes suoraan myös muiden vastaavien tiimien toimintaan.

Koonti laadun tasosta, jonka perusteella ohjeistukset kehitystyössä muodostettiin, rakentuu inhimillisten tarkastajien tekemistä työmaatarkastuksista. Kuten aiemminkin mainittiin, tarkastukset ja näkemykset tarkastuksissa perustuvat lähtökohtaisesti vaatimuksiin ja standardeihin, mutta ovat kuitenkin lopulta työmaatarkastajan itsensä näkemyksiä työmaan laadusta. Tästä syystä ei voida olla varmoja koonnin täydellisestä luotettavuudesta, mutta ollaan kuitenkin todella lähellä sitä. Lopulta kuitenkin urakoitsijan tehtävänä on rakentaa sähköverkkoa, joka on työn tilaajan vaatimusten mukaista, joten kehityskohteet on perusteltua määrittää tilaajan löytämien virheiden pohjalta. Tietenkin myös urakoitsijaa itseään sitovat standardit ja vaatimukset, mutta tilaajan näkemys työmaasta kuitenkin määrittää lopullisen laatutason sekä mittarit sille.

Kehittämistutkimus pohjautui lean-ajatteluun, joka itsessään antaa kehitystyön tekijälle todella laaja-alaiset mahdollisuudet kehitystyön tekemiseen. Tässä kehitystyössä lean-ajattelun pohjalta kiinnitettiin huomiota tiimin työntekoon, toimintaan ja työkaluresursseihin. Lean-ajatteluun tutustuttiin perusteellisesti ennen kehitystyön aloittamista, ja kyseisen johtamisfilosofian hukka-ajattelun kahdeksan pääkohdan pohjalta pyrittiin tunnistamaan piirteitä toimeksiantajatiimin toiminnassa. Lean-ajattelu itsessään määrittää kehitystyön tavoitteeksi tehokkaamman ja suoraviivaisemman toiminnan, mutta varsinaisia suoria toimenpiteitä siihen pääsemiseen se ei tarjoa. Sen

perusajatus voidaan mallintaa lähden kaikkeen tiimin tekemiseen, mutta konkreettiset muutokset kehitystyön tekijän tulee muodostaa itse. Näin tapahtui myös tässä kehitystyössä.

Kehitystyölle ominaista on, että ratkaisujen käyttöönoton jälkeen tuloksia tarkastellaan ja analysoidaan suuntaa johon ollaan menossa tai ollaan jo menty. Tässä kehitystyössä muodostettuja ratkaisuja voidaan jatkokehittää laajasti tulevaisuudessa. Asentajan oman työn tarkastus -mallin lähdettyä käyntiin täydellä teholla, on toimintamallia syytä tarkastella uudelleen, ja tutkia sen kautta saavutettuja mahdollisia tuloksia. Tulosten analysoinnin perusteella voidaan tehdä mahdollisia muutoksia toimintamalliin tai tarkastuslomakkeeseen. Kehitystyössä muodostetut ohjeistukset on rakennettu tiimin asennustyön ongelmakohtista kyseisellä hetkellä. Ohjeistuksiin voidaan tehdä lisäyksiä ja samalla mallilla voidaan rakentaa kokonaan uusia ohjeistuksia tarpeen mukaan. Tärkeää tulevaisuudessa olisi ohjeistuksien osalta pitää ne ajan tasalla ja päivittää niitä uusien kehityskohteiden mukaan. Luultavimmin ohjeistuksien jalkautuksen jälkeen ohjeistuksissa käsitellyt ongelmat korjaantuvat, jonka jälkeen kehityskohteiksi muuttuvat aiemmin vähäpätöiset virheet. Tämän lisäksi asennustyössä saattaa esiintyä uusia virheitä etenkin, mikäli asennusohjeisiin ja vaatimuksiin tulee muutoksia tai asennusmateriaalit vaihtuvat. Tässä tapauksessa on tarve vähintään tarkastella tässä työssä muodostettujen ohjeiden oikeellisuutta. Muutosten jälkeen saattaa myös tulla tarve uusille ohjeistuksille ja kehitystyölle. Vaikka laatu olisi hyvällä tasolla, on aina mahdollisuus tehdä työsuoritteet nopeammin, suoraviivaisemmin ja kustannustehokkaammin kuin aiemmin.

Lähteet

A 1434/2016. Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. Viitattu 2.5.2020.

<https://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö

Alukal, G. 2003. Create a lean, mean machine. *Quality Progress*, 36, 4, 29-34. Viitattu 18.4.2020.

Anttila, J. & Jussila, K. 2016. Mitä laatu on? Artikkel. Suomen Standardoimisliitto SFS ry. Viitattu 2.5.2020

https://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiskirjeet/uutiskirjeet_2016/mita_laatu_on_artikkeli

Asennusohje OKKJK-POL Emitter. 2016. Onninen. Viitattu 9.5.2020.

Christensen, E. H., Coombes-Betz, K. M. & Stein, M. S. 2007. *The Certified Quality Process Analyst Handbook*. Milwaukee: ASQ

Elenian urakoitsijakumppanit verkosto- ja palvelutöissä. N.d. Elenia. Viitattu 18.4.2020

<https://www.elenia.fi/content/elenian-urakoitsijakumppanit-verkosto-ja-palvelut%C3%B6iss%C3%A4>

Kaapelijakokaappi OKKJK-P 400A BC+3x160 43x80. Onninen. Viitattu 9.5.2020.

<https://onnshop.onninen.fi/emiter-kaapelijakokaappi-okkjk-p-400a-bc-3x160-53x80/p/CCS824>

Kananen, J. 2017. Kehittämistutkimus interventiotutkimuksen muotona: opas oppinäytetyön ja pro gradun kirjoittajalle. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kuusela, A. 2020. Suunnittelupäällikkö. Eltel Networks Oy. Haastattelu 10.5.2020.

L 1135/2016. Sähköturvallisuuslaki. Viitattu 2.5.2020.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=s%C3%A4hk%C3%B6#L1P6>

L 588/2013. Sähkömarkkinalaki. Viitattu 3.5.2020.

<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>

Laitinen, J-P. 2014. 1531 PJ-kaapelin pylväspäät. HeadPower Oy. HeadPower Ohjeistot. Viitattu 10.5.2020.

Nurmilo, S. 2019. Sähköasentaja. Eltel Networks Oy. Haastattelu 13.11.2019.

Oakland, J. S. & Marosszeky, M. 2017. *Total Construction Management*. Lontoo: Routledge, Taylor & Francis Group

Pohjola, H. 2020. Työpäällikkö. Eltel Networks Oy. Haastattelu 30.4.2020.

SFS 6000-8-801:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-801: Täydentävät vaatimukset. Jakeluverkot. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Viitattu 10.5.2020. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

Sähkönjakelun edelläkävijä. 2020. Eltel Networks Oy. Viitattu 7.4.2020. <https://www.eltelnetworks.com/fi/suomi/palvelut-asiakkaillemme/sahkon-jakeluverkot>

Sähköverkon merkinnät. 2018. Elenia. Viitattu 9.5.2020

Tietoja Eltelistä. 2020. Eltel Networks Oy. Viitattu 7.4.2020. <https://www.eltelnetworks.com/fi/suomi/lisatietoja-eltelista>

Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja – 20 työkalua. Helsinki: Talentum.

Liitteet

Liite 1. Laskennan yhteenveto laadun tasosta (poistettu salassapitosopimuksen mukaisesti)

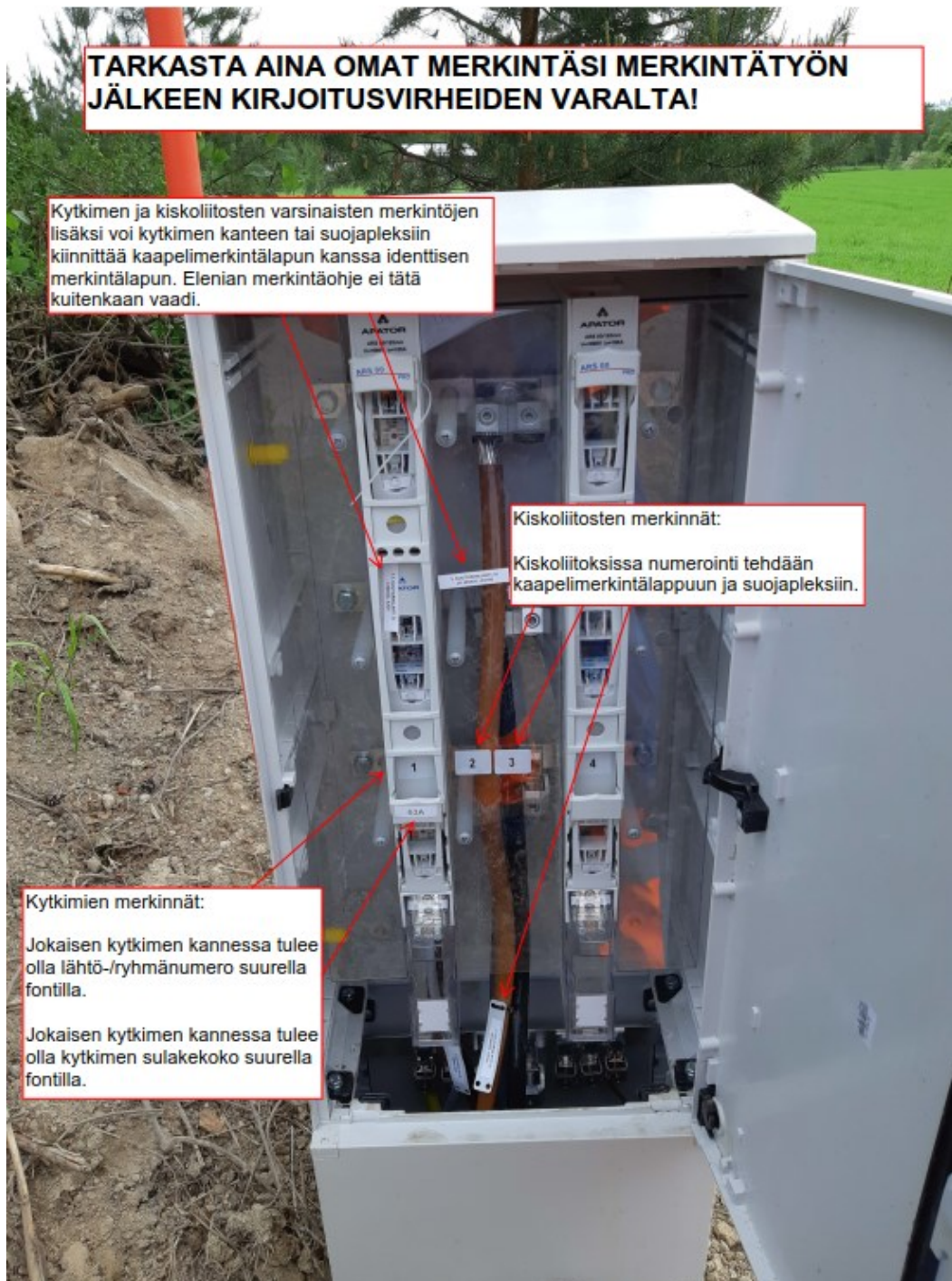
Liite 2. Ohjeet kaapelijakokaapeista: Emiter – 1. sivu



Liite 3. Ohjeet kaapelijakokaapeista: MJS – 3. sivu



Liite 4. Ohjeet kaapelijakokaapeista: Emiter – 4. sivu



Liite 5. Ohje pylväsnousuista – 1. sivu



Liite 6. Ohje pylväsnousuista – 2. sivu

Kaapelinsuojakouru tulee kiinnittää pylvääseen luotettavasti.

Kaapelinsuojakourun tulee ylettyä vähintään 2 m korkeuteen maan pinnasta tiealueilla ja teiden läheisyydessä.

Muilla alueilla kaapelinsuojakourun tulee ylettyä vähintään 1,5 m korkeuteen maan pinnasta.

Kaapelinsuojakourun tulee ulottua vähintään 0,2 m syvyyteen maan pinnasta.



Liite 7. Ohje kaapelimerkinnöistä – 1. sivu

