



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikka

Laadunvarmistus sähköverkkourakoinnissa

Kalle Keränen

Opinnäytetyö, joulukuu 2023

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2023
Insinööri (AMK), talotekniikka

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)
Kalle Keränen

Nimeke
Laadunvarmistus sähköverkkourakoinnissa

Toimeksiantaja
Enerke Oy

Tiivistelmä

Tämä insinöörityö käsittelee työnaikaista laatua ja laadunvarmistuksen keinoja sähköverkon rakentamisessa. Työ on rajattu koskemaan pien- ja keskijänniteverkkojen rakentamista maakaapeloinnilla. Sähköverkkourakoitsija Enerke Oy:n toimeksiannosta toteutettu opinnäytetyö käsittelee laadunvarmistusta pääurakoitsijan näkökulmasta. Tavoitteena oli selvittää keskeisimmät keinot, joilla rakentamisen laatua voidaan seurata ja ohjata. Lisäksi työn tavoitteena oli tarjota Enerke Oy:lle tietoa, miten yritys voisi kehittää sähköverkkorakentamisen laadunvarmistusta osana jatkuvan kehittämisen toimintaansa.

Työn teoriapohjassa määritellään laatua käsitteenä, ja mitä laadunvarmistus merkitsee infrarakentamisessa. Lisäksi käsitellään sähkötöihin liittyvää sääntelyä, vastuita ja standardeja. Laadunvarmistuksen keinoja ovat työmaaperehdytys, raportointi ja dokumentointi sekä työturvallisuustarkastukset. Työssä tarkastellaan Mape-sovellusta, joka on henkilöstön työväline työnaikaiseen raportointiin ja laadunvarmistukseen.

Tämän insinöörityön tuloksena voidaan todeta, että laadunvarmistus sähköverkkorakentamisessa on toiminnan kannalta välttämätöntä. Laadunvarmistuksella täytetään viranomaisten velvoitteet, varmistetaan toiminnan turvallisuus sekä ylläpidetään toiminnan jatkumisen kannalta tärkeää mielikuvaa vastuullisuudesta. Kehittyvä tekniikka mahdollistaa laadunvarmistuksen reaaliajassa mobiilisovellusta hyödyntäen ja samalla mahdollisiin laatuvirheisiin puuttumisen sekä toiminnan kehittämisen.

Kieli
suomi

Sivuja 40
Liitteet 1
Liitesivumäärä 1

Asiasanat
sähköverkkorakentaminen, laadunvarmistus, maakaapelointi



THESIS
December 2023
Degree Program in Building Services Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Kalle Keränen

Title
Quality Assurance in Electricity Grid Construction

Commissioned by
Enerke Oy

Abstract

This thesis deals with work-time quality and quality assurance methods in the construction of an electrical network. The work is limited to the construction of low- and medium-voltage networks with ground cabling. The thesis commissioned by Enerke Oy deals with quality assurance from the perspective of the main contractor. The aim was to find out the most important means by which construction quality can be monitored and controlled. In addition, the aim of the work was to provide Enerke Oy with information on how the company could develop the quality assurance of electrical network construction as part of its continuous development activities.

The theoretical basis of the work defines quality as a concept, and what quality assurance means in infrastructure construction. In addition, the regulation, responsibilities, and standards related to electrical work are discussed. The means of quality assurance are work site introduction, reporting and documentation, as well as work safety inspections. The work introduces the Mape application, which is a tool for the staff to work-time reporting and quality assurance.

As a result of this thesis, it can be stated that quality assurance in electricity grid construction is essential for operations. Quality assurance fulfills the obligations of the authorities, ensures the safety of operations, and maintains an image of responsibility, which is important for the continuation of operations. Developing technology enables quality assurance in real time using a mobile application and at the same time addressing potential quality errors and developing operations.

Language
Finnish

Pages 40
Appendices 1
Pages of Appendices 1

Keywords
electricity grid construction, quality assurance, ground cabling

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Käsitteiden määrittely.....	10
2.1	Laatu.....	10
2.2	Laadunvarmistus	11
3	Laatuvaatimusten edellytykset.....	13
3.1	Lainsäädäntö	13
3.2	SFS-standardit.....	17
3.3	ISO-standardit.....	19
4	Sähköverkkorakentaminen	22
4.1	Rakentamisen vaihe infrahankkeessa	22
4.2	Rakentamisen toimijat ja vastuut	23
4.3	Maakaapelin asentaminen.....	25
5	Laadunvarmistuksen keinot sähköverkkorakentamisessa	28
5.1	Työmaaperehdytys	28
5.2	Dokumentointi.....	30
5.3	MVRS-työturvallisuustarkastus	34
6	Pohdinta.....	37
6.1	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	37
6.2	Käytännön huomiot ja kehittämissuositukset.....	38
6.3	Oman työn arviointi.....	40
	Lähteet.....	41

Liitteet

Liite 1 Työmaaperehdytyslomake Enerke Oy

1 Johdanto

Sähköverkkorakentaminen on laeilla, niiden pohjalta annetuilla asetuksilla sekä laatu- ja turvallisuusstandardeilla ja eri toimijoiden käytännön ohjeistuksilla tarkoin säädeltyä infrarakentamista. Sähkömarkkinalain uudistuminen viimeisen kymmenen vuoden aikana on tuonut jakeluverkon haltijoille velvoitteita sähköverkkojen toimintavarmuuden parantamiseen sekä laatuvaatimusten täyttämiseen. Vuonna 2021 sähkömarkkinalakiin tehdyt muutokset toivat huomattavia lisämuutoksia, ja samalla Energiavirasto antoi tiukentuneen määräyksen verkonhaltijoiden kehittämissuunnitelman sisällöstä. Uudet määräykset koskevat erityisesti laatuvaatimusten täyttämistä, ja vaikuttavat siten ketjun kaikkiin toimijoihin.

Lähtökohtana on, että sähkömarkkinalain (588/2013) 51 §:n mukaan sähkönjakelun keskeytys ei saa olla asemakaava-alueella verkon käyttäjälle yli 6 tuntia ja muilla alueilla yli 36 tuntia. Tähän vaatimukseen verkonhaltijat pyrkivät vastaamaan sillä, että sähköverkon rakentamisessa valitaan alueeseen ja ympäristöön sopiva toteutustapa keskeytysten välttämiseksi. Uusien vaatimusten mukaan laatuvaatimukset tulee täyttää viimeistään vuoden 2036 loppuun mennessä. Suomessa ollaan Energiaviraston kyselyn mukaan yleisesti hyvin pitkällä laatuvaatimusten täyttämässä, mutta laatuvaatimukset parhaiten täyttävillä verkonhaltijoilla maantieteellinen verkkoalue on melko pieni, ja ne toimivat usein kaupunkimaisessa ympäristössä. Suuri osa haja-asutusalueiden toimijoista ei vielä ole niin lähellä laatuvaatimusten täyttämistä, sillä niiden käyttöpaikkojen saaminen laatuvaatimusten piiriin on huomattavasti hitaampaa pidempien etäisyyksien takia. (Energiavirasto 2023.)

Verkonhaltijoilla on vapaus valita minkälaisilla toimenpiteillä he kehittävät verkkoaan toiminnan laatuvaatimukset täyttäväksi, kunhan toimenpiteet on osoitettu kustannustehokkaiksi. Maakaapelointi on yksi näistä mahdollisista vaihtoehtoista. (Energiavirasto 2023.) Harvaan asutulla alueella toimivan Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n strategian mukaisesti taajama-alueiden laatuvaatimusten mukaisen verkostotyön valmistuttua painopiste siirtyy maaseutuverkkoon. Siellä

vaihdetaan taajamien läheisyydessä olevat keskijännitteiset runkojohdot maakaapeleiksi. (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2023.) Verkostourakointiyhtiö Enerke Oy:n toiminnassa tämä on näkynyt viime vuosina toiminnan voimakkaana kasvuna. Lisäksi Enerke toimii urakoitsijana muille sähköverkonhaltijoille.

Maakaapelin rakentamisen laadun tarkastelu on näin ollen ajankohtaista ja toimijoiden kannalta merkityksellistä. Laadunvarmistuksesta on tullut toimijoille entistä tärkeämpää, ja sen keinoja joudutaan tehostamaan. Volyymin kasvaessa myös aliurakoitsijoiden määrä on lisääntynyt, mikä aiheuttaa omat haasteensa projektinhallinnalle, sekä ohjeistusten ja työn laadun valvomiselle. Lisäksi Energiaviraston selvityksen mukaan ammattitaitoista työvoimaa on paikoin vaikea saada jo nyt, ja osaavan työvoiman saaminen koetaan haasteeksi myös tulevaisuudessa, kun uudet ratkaisut ja tekniikat tuovat tarpeita uudelle osaamiselle (Energiavirasto 2023).

Tämä opinnäytetyö tarttuu yhteen infrarakentamisen kriittiseen vaiheeseen, eli varsinaiseen rakennustyön toteutukseen pääurakoitsijan näkökulmasta. Tätä työtä varten tehty opinnäytetyökatsaus osoittaa, että näin tarkkaan yhteen prosessin vaiheeseen ei ole laadun näkökulmasta aiemmin tartuttu maakaapelin rakentamisessa. Villanen (2018) on diplomityössään kartoittanut maakaapelirakentamisen koko prosessia, sekä tekijöitä, joihin tulisi kiinnittää huomiota onnistuneen projektin läpiviemiseksi. Villasen mukaan prosessin onnistuminen ratkeaa pitkälti jo suunnitteluvaiheessa. (Villanen 2018.) Lesosen (2018) insinööriydessä puolestaan keskitytään infraprojektin laadunhallintaan toimintajärjestelmän rakentamisella. Työnaikaista laadunvarmistusta sivutaan Lesosen työssä. (Lesonen 2018.) Voidaan siis todeta, että aihetta on käsitelty monessa sähköalan opinnäytetyössä, mutta näkökulma on vaihdellut.

1.1 Työn tavoitteet, rajaus ja rakenne

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella työnaikaisen laadunhallinnan keinoja sähköverkon, erityisesti maakaapelin rakentamisessa pääurakoitsijan näkökulmasta. Tavoitteena on selvittää, miten pääurakoitsija voi varmistaa, että työ täyttää laatuvaatimukset silloin, kun työtä tekevät sekä yrityksen omat

työntekijät että aliurakoitsijat. Tutkimuskysymyksen on, miten työnaikainen laadunvarmistus toteutetaan maakaapelin rakentamisessa?

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Pohjois-Karjalan sähkön tytäryhtiö Enerke Oy, jonka sähköverkot-liiketoiminnan painopiste on sähköverkkourakointi. Toisena tavoitteena on samalla tarkastella, miten Enerken käytössä olevien laadunvarmistuksen menetelmät toimivat, ja voidaanko niitä kehittää.

Lisätarkennuksena tämän opinnäytetyön rajaamiseen voidaan todeta, että tarkastelun kohteeksi on valittu infraprojektista rakentamisen vaihe. Lisäksi rajauksena toimii maaverkon rakentaminen, jolloin esimerkiksi ilmajohdon ja muuntamoiden rakentaminen rajautuvat ulkopuolelle. Työ rajautuu koskemaan ainoastaan pien- ja keskijänniteverkkoja, jotka ovat alle 20 kV.

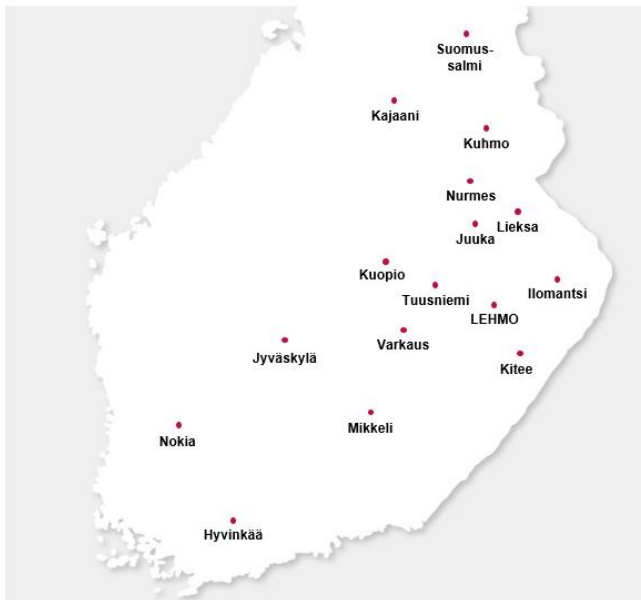
Opinnäytetyön rakenne muodostuu siten, että toisessa kappaleessa määritellään laatua käsitteenä, sekä laadunvarmistusta infrahankkeessa. Kolmannessa kappaleessa tehdään katsaus lakeihin, standardeihin ja ohjeistuksiin, joihin rakentamisen tulee perustua. Neljännessä kappaleessa käsitellään rakennusprojektin eri toimijoiden välisiä vastuita ja velvollisuuksia laadunvarmistuksen näkökulmasta, sekä maakaapeloinnin rakentamista käytännössä, jotta syntyy käsitys siitä, missä käytännön työvaiheessa mahdolliset poikkeamat laatuun voivat syntyä. Viidennessä kappaleessa käsitellään varsinaisia laadunvarmistuksen keinoja. Kuudennessa kappaleessa esitellään johtopäätökset sekä käytännön huomiot ja oman työn arviointi.

1.2 Enerke Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja Enerke Oy tarjoaa Suomessa laaja-alaisia sähkönjakelujärjestelmien palveluita, joihin kuuluvat suuret projektikokonaisuudet suunnittelusta dokumentointiin sekä pienemmät urakat ja yksikköhintaiset työt. Lisäksi yritys tarjoaa kunnossapidon palvelusopimuksia verkkoyhtiöille ja teollisuuteen. Toiminta on jakautunut kuuteen eri liiketoimintasektoriin: sähköverkot, sähköasemat, tietoverkot, teollisuus ja sähköntuotanto, valaistusverkot sekä varavoimapalvelut. (Enerke Oy 2023.)

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n (PKS) verkonrakennusyksikkö yhtiöitettiin ja uusi tytäryhtiö Enerke Oy perustettiin vuonna 2002. Tällä ennakoitiin tulevaa sähkömarkkinalakia, jonka mukaan verkkotoiminta oli eriytettävä verkon hallinnasta ja sähkönmyynnistä. Vuonna 2006 PKS:stä Enerkelle siirtyivät maastossa tapahtuva sijainti- ja rakennussuunnittelu, korjaamoyksikkö sekä tekninen asiakaspalvelu. Verkostosuunnittelu ja verkkotietojen ylläpito siirtyivät PKS Sähkönsiirrosta Enerkeen vuonna 2017. Vuonna 2009 Enerke osti varkautelaisen SLT-Consultin vahvistaakseen sähköasema- ja teollisuusasennuksien osaamista, ja yritykset sulautuivat vuoden 2021 alussa. (Enerke Oy 2023.)

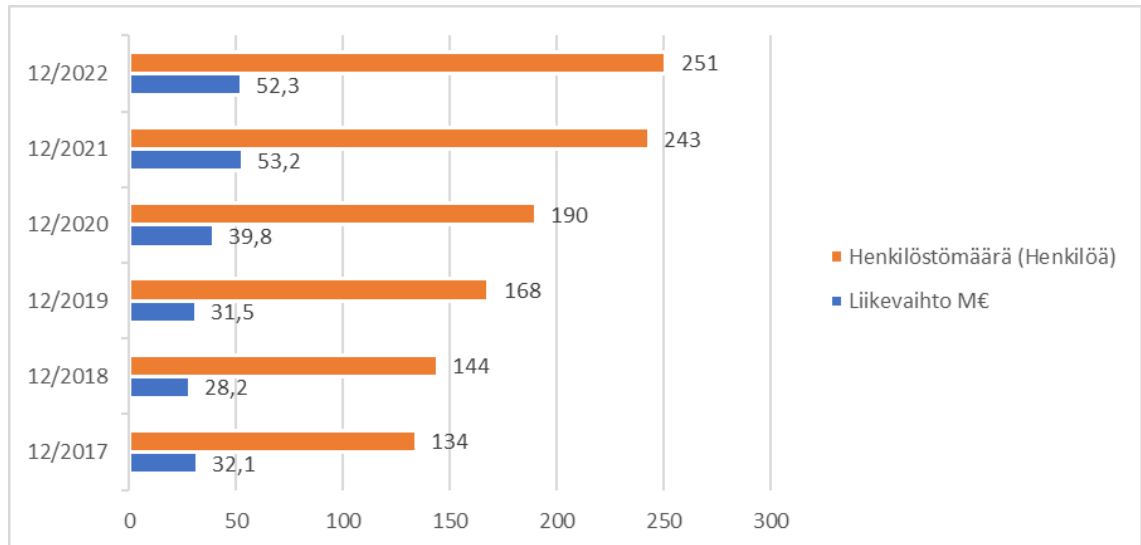
Enerkellä on toimintaa 16 paikkakunnalla Hyvinkäältä Suomussalmelle ja Nokialta Ilomantsiin, painottuen itäiseen Suomeen. Päätoimipiste sijaitsee Kontiolahden Lehmossa, jossa tapahtuu suurin osa kiinteistä toiminnoista (kuvio 1). (Enerke Oy 2023.)



Kuvio 1. Enerke Oy:n toimipisteet vuonna 2023 (Kuva: Enerke Oy).

Vuonna 2022 Enerke Oy:n henkilöstömäärä oli noin 250 henkilöä käsittäen johdon, esihenkilöt, verkostosuunnittelijat, verkostoasentajat, dokumentoijat sekä muut asiantuntijat. Yrityksen verkonrakennusprojektien lukumäärä on kasvanut, ja samalla liikevaihto on noussut tasaisesti viimeisten viiden vuoden aikana

saavuttaen reilun 50 miljoonan vuositason. Vuonna 2022 liikevaihto oli 52,3 miljoonaa euroa ja henkilöstöä 251 (kuvio 2). (Enerke Oy 2023.)



Kuvio 2. Enerke Oy:n liikevaihto ja henkilöstömäärä vuosina 2017–2022.

Liikevaihdon sekä henkilöstön määrä ennustetaan nousevan vuoden 2023 aikana. Tätä selittää osaltaan vuonna 2023 laajentunut tietoliikenneliiketoiminta sekä sähköasema toiminnan kasvaminen. Opinnäytetyön toimeksiantajana Enerke voi hyödyntää tämän opinnäytetyön sisältöä myös tietoliikennetoiminnassaan, sillä työtavat ja laadunvarmistuksen menetelmät ovat valokuituverkon rakentamisessa vastaavanlaisia kuin sähköverkkorakentamisessa, tiettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta. (Enerke Oy 2023.)

2 Käsitteiden määrittely

Laatukäsitteellä on erilaisia merkityksiä riippuen siitä, missä kontekstissa termiä tarkastellaan. Tähän kappaleeseen on poimittu infraprojektin eli rakennustyömaan näkökulmasta keskeisiä määrittelyjä. Lisäksi tarkastellaan tämän opinnäytetyön kannalta merkityksellistä laadunvarmistuksen käsitettä, ja käydään läpi, mitä tarkoitetaan sähköverkkorakentamisella.

2.1 Laatu

Rakennustyömaan näkökulmasta puhutaan valmistuskeskisestä laadusta, jonka mukaan rakennuksen on oltava yhteneväinen suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjen vaatimusten kanssa. Vaatimuksia käsitellään tarkemmin kappaleessa kolme, mutta tässä vaiheessa todettakoon, että vaatimukset muodostukset sekä viranomais määräyksistä, alan yleisistä normeista ja organisaation omasta laadunhallintajärjestelmästä ja laadunhallintapolitiikasta (Kankainen & Junnonen 2001, 36–37).

Lecklin (2002) määrittelee laadun seuraavalla kolmella määritelmällä, jotka soveltuvat myös infrarakentamiseen:

- Ei tehdä virheitä.
- Asiat tehdään oikein jo ensimmäisellä kerralla ja joka kerta.
- Vielä tärkeämpää kuin virheettömyys, on kokonaislaadun kannalta oikeiden asioiden tekeminen. (Lecklin 2002, 20.)

Lecklin ja Laine (2009) nostavat teoksessaan esiin myös seuraavia laadun määritelmiä kansainvälisesti tunnetuilta laatuajattelun asiantuntijoilta ja tutkijoilta:

- Laatu on sopivuutta käyttötarkoitukseen (Juran 1999).
- Laatu on kykyä tyydyttää asiakkaan tarpeet (Edwards 1991).
- Laatu tuo tyytyväisyyttä ja rahaa (Roberts & Sergesketter 1993) (Lecklin & Laine 2009, 15.)

Lecklinin mukaan yleisesti laadulla puolestaan ymmärretään asiakkaan tarpeiden täyttymistä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Lisäksi laatuun liittyy tarve suoritustason jatkuvaan parantamiseen niin nopeasti, kuin kehitys sen sallii. (Lecklin 2002, 18–19.) Nämäkin käsitteen ominaisuudet näkyvät olennaisesti infraprojekteissa ja niille asetetuissa tavoitteissa, sekä alan toimijoiden laatujärjestelmissä.

2.2 Laadunvarmistus

Anttila ja Jussila (2016) johtavat laatukäsitteestä yhteyden käytännön ratkaisujen kannalta olennaisiin ammatillisiin käsitteisiin:

- laadunhallinta eli laadun aikaansaaminen
- laadunvarmistus ja laadun parantaminen (Anttila & Jussila 2016).

Hankkeen laadunhallinnan tarkoituksena on varmistaa, että hankkeen lopputulos täyttää sille halutun laatutason ja asetetut laatuvaatimukset. Laadunhallintaan kuuluvat toiminnon ovat laadun suunnittelu, laadun ohjaus ja laadun varmistus. Hankkeen laadunhallinta voidaan jakaa edelleen suunnitteluvaiheen laadunhallintaa ja toteutusvaiheen laadunhallintaan. Suunnitteluvaiheen laadunhallinnassa pyritään määrittämään hankkeen laatutaso ja usein myös toiminnallisten laatuvaatimukset. (Lindholm & Junnonen 2012.)

Työnaikainen laadunvarmistus on osa hankkeen normaalia suunnittelua ja toteutusta, ja tuotannon menettelytapojen tulisi olla sellaisia, että laatua tuotetaan ja tarkastetaan, ja että valvontatulokset kirjataan johdonmukaisesti. Mahdolliset poikkeamat laadusta tulisi estää. Lindholmin ja Junnoson mukaan rakentamisessa korkea laatu on haastavaa, koska rakentaminen toimintona on kertaluontoista, ja kohteet ovat erilaisia. (Lindholm & Junnonen 2012.)

Laadunvarmistus voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen laadunvarmistukseen. Sisäisellä laadunvarmistuksella annetaan varmuus laatujärjestelmän mukaisesta toiminnasta yrityksen omalle johdolle ja ulkoisella annetaan varmuus asiakkaille. Laadunvarmistuksen tehtävät ovat laadunvarmistustoimenpiteiden selvittäminen, suoritettujen laadunvarmistustoimenpiteiden ymmärtämisen varmistaminen, laaduntarkastuksen suorittaminen, laatuvirheiden kirjaaminen ja syiden selvittäminen sekä laatudokumenttien keräys, analysointi ja käyttö (Kankainen & Junnonen 2001, 36.)

Laatuvaatimukset koskevat pääasiassa työn lopputuloksen mittoja, toleransseja ja ominaisuuksia. Ne voivat koskea myös työsuoritusta tai toimintaa työmaalla, kuten varastointia, suojauksia tai jätteiden käsittelyä. Toimintaa koskevat laatuvaatimukset löytyvät työselostuksesta, tai ne on pääteltävä aikaisemman tuotannon virheiden perusteella. Työvaiheiden liittyvien laatuvaatimusten selvittämisen tarkoituksena on torjua ennalta toteutuksen ja työn ohjauksen virheet ja puutteet. (Lecklin & Laine 2009, 142.)

3 Laatuvaatimusten edellytykset

Sähköverkkotoimintaa ja -rakentamista säännellään lainsäädännöllä, valtioneuvoston asetuksilla, viranomaismääräyksillä, standardeilla sekä alan yleisillä työohjeilla että toimijoiden omilla laadunhallintajärjestelmiin perustuvilla laatuvaatimuksilla. Viranomaisohjeet muodostavat vähimmäistason, johon tulee pyrkiä. Haasteena hankkeissa voivat olla rakennuttajan ja urakoitsijoiden omien, korkeampiin laatuvaatimuksiin tähtäävien vaatimusten ymmärtäminen ja yhteensovittaminen. Sääntelykenttään pohjautuvat infra-alan yleiset käytännön toiminta- ja työohjeet tarjotaan toimijoille maksullisena pilvipalveluna, jota ylläpitää esimerkiksi HeadPower Oy (HePo). Seuraavaksi esitellään keskeisimpiä laadunvarmistuksen tavoitteiden edellytyksiä ja reunaehtoja.

3.1 Lainsäädäntö

Sähkömarkkinalaki (588/2013) velvoittaa Suomessa sähköverkon haltijoita, muun muassa verkon haltijan velvollisuuksista ja verkon toimintavarmuudesta. Energiavirasto toimii lupa- ja valvontaviranomaisena, joka toimeenpanee ja valvoo määräyksiä energiatoiminnan tehokkaaksi toteuttamiseksi. Tukes on puolestaan lupa- ja valvontaviranomainen, joka muun muassa julkaisee sähköturvallisuuteen liittyviä ohjeita ja oppaita, kuten tarkistuslistoja apuvälineeksi sähköalan ammattilaisille järjestelmälliseen sähköturvallisuuden oma-arviointiin.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) ohjaa alueiden käyttöä ja rakentamisen tavoitteita, ja se edellyttää, että rakentaminen tapahtuu tekniset määräykset huomioiden. Uusi nimike 1.1.2025 alkaen on alueidenkäyttölaki. Maakaapelien asentaminen edellyttää maaperän kaivamista, joten ennen töiden aloittamista on varmistettava, että suunnitellulle kaivuutyölle on kaivulupa. Kaivulupa haetaan alueen haltijalta ja/tai omistajalta, kunnan alueelle kunnan tai kaupungin viranomaiselta, tiealueilla työskentelyyn Ely-keskukselta ja rata-alueilla työskentelyyn Väylävirastosta. Luvat sisältävät tarkat ohjeet myös siihen, kuinka

tieliikenne on järjestettävä, tai mitä erikoisvaatimuksia työmaalla on noudatettava. (Kaivutyöt – Kaivaminen ja kaivannot 2023.)

Sähköverkkorakentamisessa on huomioitava, että työmaalla työskentelee sekä maarakentajia että sähköalan ammattihenkilöitä. Työnantajia, urakoitsijoita ja työntekijöitä velvoittaa tietty erityissääntely työtehtävien mukaan, mutta koska työtehtävät ovat vaaraa aiheuttavia, on työmaalla huomioitava myös yhteiset, kaikkia koskevat veloitteet. Sähkötyössä, käyttötyössä ja sähkölaitteiston lähellä tehtävässä työssä, jossa voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, noudatetaan työturvallisuuslakia. (Työturvallisuus sähkötyössä 2022.) Maakaapelien asentamisessa työskennellään sähkölaitteiston tai jännitteisten kaapeleiden läheisyydessä, ja lisäksi vaaraa aiheuttaa esimerkiksi työskentely kaivannossa ja liikenteen seassa sekä liikennejärjestelyt. Työturvallisuuslain (738/2002) tavoitteena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitautteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden terveyshaittoja.

Työturvallisuuslain 11 §:ssä todetaan, että jos 10 §:ssä tarkoitettu työn vaarojen arviointi osoittaa, että työstä saattaa aiheutua erityistä tapaturman tai sairastumisen vaaraa, tällaista työtä saa tehdä vain siihen pätevä ja henkilökohtaisten edellytystensä puolesta työhön soveltuva työntekijä tai tällaisen työntekijän välittömässä valvonnassa muu työntekijä. Työsuoritukset voidaan jakaa seuraavasti:

- työsuoritukset, jotka maarakentaja voi tehdä ilman sähkötyöiden johtajan ohjausta ja valvontaa
- työsuoritukset, joiden tekemisen ohjeistamiseen ja valvontaan vaaditaan sähkötyöhön oikeutetun yrityksen sähkötyöiden johtaja sekä
- työsuoritukset, joita maarakentaja ei voi lainkaan tehdä eli ne työt, joiden tekemiseen vaaditaan sähköalan ammattihenkilö (Sähkötyöiden työturvallisuusohje 2022).

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteen ja -laitteiston käytön pitäminen turvallisena ja estää sähkön käytöstä aiheutuvien häiriöiden haitalliset vaikutukset. Toisaalta lain tarkoituksena on myös varmistaa sähkölaitteiden vaatimustenmukaisuus ja vapaa liikkuvuus, sekä varmistaa vahingon kärsineiden oikeusturva. Sähköturvallisuuslaissa on annettu raamit myös ammatillisten tutkintojen, niitä täydentävien opintosuoritusten ja korkeakoulukoulutuksen vähimmäisvaatimuksille sekä siitä, mitä muita vaatimuksia pätevyyksien hyväksynnälle on. Pykälässä 64 säädetään maallikoille ja opastetuille henkilöille, joita työmaalla ovat maarakentajat, sallituista käyttötöistä. Sähkölalla ammattitaidoton saa tehdä käyttötöitä laitteistossa, jonka jännitteiset osat on suojattu koskettamiselta. Tehtävä- ja laitteistokohtaisen perehdytyksen saanut henkilö saa myös tehdä käyttötöitä laitteistossa, jossa jännitteiset osat on suojattu tahattomalta koskettamiselta ja riskit ovat hallittuja. Lisäksi pykälässä 65 säädetään, että sähkötöiden johtajalla ja käytön johtajalla on oltava kyseisiin töihin oikeuttava pätevyystodistus. Siitä, minkälaista pätevyyttä eri tehtävät edellyttävät, säädetään 66–71 §:ssä.

Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016) määrittää yleisiä sähköturvallisen työskentelyn turvallisuusvaatimuksia, joissa selviää mistä itse tekijä vastaa, mitä työmenetelmiä tulee käyttää, mitä työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja vastaa ja mitkä hänen vastualueensa on. Toiminnanharjoittamisen edellytyksenä on, että töitä johtamaan on nimetty henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus, ja sähkötöiden johtajan tulee olla toiminnanharjoittaja tai tällaista toimintaa harjoittavan palveluksessa.

Kaivutyöstä on säädetty valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009). Pykälässä 10 todetaan, että päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle rakennustöiden turvallisuutta koskevat suunnitelmat. Erityistä huomiota kiinnitettävä muun muassa maapohjan kantavuuteen ja kaivantojen tuentaan. Pykälän 16 mukaan rakennustyömaalla on työn aikana ainakin kerran viikossa suoritettavissa kunnossapitotarkastuksissa tarkastettava muun muassa maan ja kaivantojen sortumavaaran estäminen. Kunnossapitotarkastuksia käsitellään tarkemmin kappaleessa viisi, kun käsitellään laadunvarmistuksen keskeisimpiä keinoja.

Työturvallisuuslain 14 §:ssä säädetään, että työnantajan on annettava työntekijälle riittävät tiedot työpaikan haitta- ja vaaratekijöistä sekä huolehdittava siitä, että työntekijän ammatillinen osaaminen ja työkokemus huomioon ottaen hän saa riittävästi perehdytystä. Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä työntekijälle annettavasta opetuksesta ja ohjauksesta sekä kirjallisista työohjeista sekä niistä ammateista ja tehtävistä, joissa vaaditaan erityistä pätevyyttä, sekä tällaisen pätevyyden osoittamisesta. Perehdytystä käsitellään tarkemmin kappaleessa viisi yhtenä laadunvarmistuksen olennaisimmista keinoista.

Työturvallisuuslain 15 §:ssä säädetään, että työnantajan on hankittava ja annettava työntekijän käyttöön erikseen säädetyt vaatimukset täyttävät ja tarkoituksenmukaiset henkilönsuojaimet, jollei tapaturman tai sairastumisen vaaraa voida välttää tai riittävästi rajoittaa työhön tai työolosuhteisiin kohdistuvilla toimenpiteillä. Käytettävät suojaimet valitaan työn vaarojen tunnistamisen ja riskin-arvioinnin perusteella. Rakennustyössä, tiealutyössä ja sähkötyössä on kuitenkin säädetty osa suojaimista pakollisiksi. Työasusteen tulee täyttää standardien vaatimukset, ja sen on oltava ehjä ja puhdas. Suojahaalarina tulee käyttää yhtiön määrittämiä ja hankkimia haalareita tai irrallista takkia sekä housuja (kuva 1). (Enerke Oy 2023.)



Kuva 1 Sähköverkkotyömaalla vaaditut suojaimet ja työasu (Kuva: Enerke Oy).

Pylvästyöskentelyssä, kaivannoissa, kaivoissa sekä muissa ahtaissa tiloissa kypärää tulee käyttää aina. Muissa työkohteissa, kun rakennustyömailla kypärän käyttö perustuu työn ja työkohteen riskiarviointiin. Sähkö- ja tietoliikenneverkon rakennus-, huolto- ja suunnittelutyössä on mahdollista soveltaa rakennustyön mukaisia määräyksiä, jos se on työn luonteen mukaisesti turvallisempaa ja tarkoituksenmukaisempaa. (Työasut ja suojavaatetus, suoja-asu 2023.) Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) 71 §:n mukaan työnantajan tulee vaatia suojainten käyttöä, mutta niiden käytöstä ja toimintakunnosta vastaa työntekijä henkilökohtaisesti.

3.2 SFS-standardit

Säköturvallisuusviranomainen Tukes julkaisee luettelon niistä standardeista, joita noudattaen katsotaan sähkötyöturvallisuuden täyttävän sähköturvallisuuslain olennaiset turvallisuusvaatimukset (Säkötoiden työturvallisuusohje 2022). Maakaapelin rakentamisessa keskeiset SFS-standardit ovat Sähköturvallisuuslakiin perustuvat SFS 6002 sähköturvallisuus, jota sovelletaan kaikkeen sähkölaitteistojen käyttöön sekä työskentelyyn sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä sekä SFS 6001 suurjänniteasennukset, joka sisältää yli 1 kV sähköasennusten (sähkölaitteistojen) suunnittelua ja rakentamista koskevat vaatimukset, joilla varmistetaan asennusten turvallinen ja asianmukainen toiminta. (Suomen Standardisoimisliitto ry.)

SFS 6002 mukaan jännitetyö tulee aina suorittaa kansallisten käytäntöjen mukaisesti, ja jännitetyöntekijällä tulee olla työhön sopiva koulutus. Jännitetyöpätevyys säilytetään tekemällä kyseessä olevia töitä tai suorittamalla koulutuksen uudelleen. Henkilöstön koulutuksen ajan tasalla oleminen ja soveltuvuus nykyisiin työtehtäviin suositellaan tarkistettavaksi vuosittain. Jännitetyökoulutus pitää kerrata siten, että kertauskoulutuksen väli on enintään viisi vuotta. Kertauksessa voidaan ottaa huomioon henkilöiden kokemus jännitetöissä. Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002 määrittelee sähkötöissä käytettävän vähimmäistason, jonka mukaisia henkilösuojaimia on vähintään käytettävä. (Standardin SFS 6002 ohjeet jännitetyöhön.)

SFS 6001 -standardin pohjalta on laadittu tarkemmat kaivutöihin liittyvät ohjeet sähköverkon rakentamisessa. Kaivuutyössä tulee aina noudattaa kaivantosuunnitelmaa, joka perustuu maaperätutkimuksiin. Suunnitelman laajuus riippuu kohteen vaativuudesta sekä laajuudesta. Mikäli kaivannon sortumisvaaraa ei pystytä luotettavan selvityksen perusteella poistamaan luiskaamalla tai porrastamalla, tulee kaivanto toteuttaa tuettuna. (Kaivutyöt – Kaivaminen ja kaivannot 2023.) Rakennuttajan puolelta turvallisuuskoordinaattori valvoo, että suunnitelmassa on huomioitu kaivantotyön turvallisuus. Rakennuttajan suunnittelun tehtävä on myös varmistaa, että kaivantotyö ei vaikuta lähiympäristössä sijaitseviin rakennuksiin (Turvallisuuskoordinaattorin tehtävät 2023).

Kaivuutöissä on aina varmistettava työntekijöiden ja sivullisten turvallisuus. Tämän lisäksi työskentelyssä tulee huolehtia ympäristön suojauksesta ja suoje-
lusta. Kaivannot tulee tehdä niin, että kaivantoon on oltava turvallinen pääsy-
sekä poistumistie. Kaivannon reunan läheisyyteen täytyy asentaa aidat, joilla
estetään kaivantoon putoaminen. Liikennealueilla on käytettävä määräysten mu-
kaisia suojakaiteita, sulkupuomeja ja varoituslaitteita. (Kaivutyöt – Kaivannon
suojaus 2023.) Suoja- ja varoituslaitteet jaotellaan liikennealueilla toimintaympä-
ristönsä mukaisesti luokkiin S1, S2 ja S3. Luokka S3 edustaa korkeinta ja S1
alinta laatutasoa. (Tieturva 1 2012, 46.) Tarvittaessa voidaan myös aidata työ-
koneiden vaara-alueet, jolla turvataan turvallinen työskentely. Yleisillä alueilla
suojausten on oltava vähintään työluvassa määritellyn mukainen. Lupamenet-
tely ei kuitenkaan poista rakentajan vastuuta huolehtia rakennuskohteen turval-
lisuudesta, kuten riittävästä merkinnöistä ja suojuuksista. (Kaivutyöt – Kaivannon
suojaus 2023.)

Liikennealueella työskennellessä on työmaa vähimmillään merkittävä tietyömer-
killä kaikista tulosuunnista. Lisäksi kohde suojataan tarkoituksenmukaisilla
sulku- ja varoituslaitteilla. Suojauksella ohjataan ajoneuvojen- ja kevyenliiken-
teen kulkeminen työmaa-alueen ulkopuolelle. Tarvittaessa on käytettävä tör-
mäyssuojaa työkohteen ja työntekijöiden suojelemiseksi. Työkohteen kaivannot
on suojattava siten, että työntekijät tai kohteen mukaan jalankulkijat ja muu lii-
kenne eivät pääse tahattomasti putoamaan kaivantoon. Kaivannon suojaus on
suunniteltava ja tehtävä siten, että lapset, näkörajoitteiset jalankulkijat sekä

liikuntaesteiset pääsevät kulkemaan työmaan ohi turvallisesti ilman vaaraa kaivantoon putoamisesta tai suojarakenteen aiheuttamaa tapaturman vaaraa. (Kaivutyöt - Kaivannon suojaus 2023.)

Kaivannossa työskentelyssä on oltava riittävästi tilaa työskentelyyn sekä kulkeamiseen. Kaivannossa olevat on huolehdittava veden poisto sekä veden ohjaus ja kaivannossa olevien johtojen ja putkien riittävä suojaus on varmistettava. Myös kaivannon vakaus on varmistettava siten, että kaivannon reunat eivät pääse sortumaan tai kaivannon pohja ei pääse pettämään pohjaveden paineen vuoksi. Tämän lisäksi on aina varmistettava, että kivien, kamien ja vastaavien putoaminen tai vieriminen kaivantoon on estetty. (Kaivutyöt - Kaivaminen ja kaivannot 2023.)

3.3 ISO-standardit

Suomen Standardisoimisliitto määrittelee standardin asiakirjaksi, joka sisältää suosituksia, ohjeita tai vaatimuksia tietyistä aiheista. Standardit voivat olla kansallisia (SFN), eurooppalaisia (EN) tai maailmanlaajuisia (ISO). (Suomen Standardisoimisliitto ry.)

Laadunhallinnalle ja laadunvarmistukselle on luotu ISO 9000 -standardimääritelmät, jotka ovat yhteensopivia laatukäsitteen perusmääritelmän kanssa (Anttila & Jussila 2016). ISO 9000 -standardi määrittelee laadunhallintajärjestelmän johtamisjärjestelmäksi, jonka avulla suunnataan ja ohjataan organisaatiota laatuun liittyvissä asioissa. Laatujärjestelmä voidaan määritellä rakenteeksi, jonka avulla johdon tahtotila viedään systemaattisesti läpi koko organisaation. Se on toiminnan pelisäännöt sisältävä osa johtamisjärjestelmää. (Lecklin 2002, 31.)

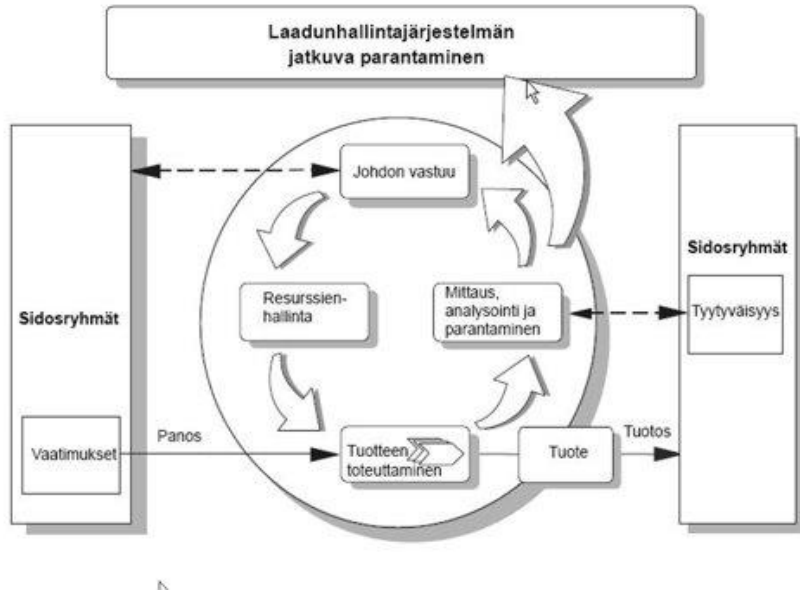
Enerken toimintaa ohjaavat standardit ovat ISO 9001 Laadunhallintajärjestelmä, ISO 14000 Ympäristöjärjestelmä sekä ISO 45001 Työterveyden ja -turvallisuuden johtamisjärjestelmä (Laatukäsikirja 2022). ISO 9001 -standardi asettaa vaatimukset organisaation laadunhallintajärjestelmälle. Standardin tavoitteena on yrityksen toiminnan jatkuva parantaminen, kehittäminen ja asiakastyytyväisyyden lisääminen. Standardin perusrakenteeseen kuuluvat yrityksen johdon

vastuu, resurssien ja prosessien hallinta sekä jatkuva mittaaminen, analysointi ja parantaminen- auditoinnit, prosessien valvonta ja jatkuva parantaminen. ISO 9001- standardin avulla yritys voi varmistaa, että yritys pystyy jatkuvasti tuottamaan asiakkaiden vaatimuksen mukaisia palveluita ja tuotteita. Tämän lisäksi yhtenä tärkeimpänä on parantaa henkilöstön osaamista, motivaatiota ja näiden avulla vähentää virheitä, joiden kautta vähentää laatu- ja kustannuksia ja parantaa asiakastytyvyyttä. (Suomen standardisoimisliitto SFS Ry 2023.)

ISO 14000 on ympäristöjohtamisen standardisarja, joka tarjoaa ympäristöasioiden hallintaan ja ympäristönsuojelun tason parantamiseen. Ympäristöjärjestelmän avulla voidaan osoittaa asiakkaille ja muille sidosryhmille organisaation sitoutuminen ympäristöasioihin. Toimiva järjestelmä tehostaa kustannusten hallintaa raaka-aineiden ja energian säästöä myöten. (Lecklin & Laine 2009, 35.)

ISO 45001 -johtamisjärjestelmän standardi auttaa löytämään ja hallitsemaan riskejä ja vaaroja, jotka voivat vaikuttaa työntekijöiden terveyteen ja sairauspoissaoloihin. Standardissa korostuu erityisesti johtajuus, sillä työturvallisuus lähtee johdon sitoutumisesta. Ylin johto on vastuussa paremmasta työhyvinvoinnista ja työtatapaturmien vähentämisestä. Iso painoarvo standardissa on myös henkilöstön kuulemisessa ja sitoutumisessa. Johto on vastuussa, mutta turvallisuutta edistävä toiminta pyritään saamaan koko organisaation asiaksi. ISO 45001 -standardin avulla yritys pystyy kohentamaan yrityskuvaansa niin laadun kuin kannattavuuden näkökulmasta, joka saattaa olla kilpailutuksen perusta. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2023.)

Jatkuvan parantamisen kulttuuriin kuuluu, että asiat voidaan tehdä aina paremmin. Yrityskulttuuri tulee saada sellaiseksi, että henkilöstö kokee toiminnan parantamisen tärkeäksi ja innostavaksi. Jatkuva parantaminen nähdään osana laatu- ja ympäristöstandardeja. (Lecklin & Laine 2009, 22.) Kuviossa kolme on kuvattu jatkuvan parantamisen työryhmän työskentelyä Enerlessä. Työryhmässä käsitellään saatu palaute, läheltä piti -tilanteet sekä tapaturmat, ja pohditaan, olisiko tilanne voitu estää, tai kuinka jatkossa voidaan välttää nämä tilanteet. Lisäksi kuviossa on hyvä huomioida, että toiminnan kehittämisessä on huomioitava sidosryhmien vaatimukset (kuvio 3). (Jatkuva parantaminen 2023.)



Kuvio 3. Laadunhallintajärjestelmän jatkuva kehittäminen (Enerke Oy 2023).

Enerken Jatkuvan parantamisen työryhmä työskentelee ISO 9001 -standardin mukaisesti. Työryhmään kuuluvat yrityksen HSEQ-päällikkö, kehityspäällikkö, järjestelmäasiantuntija sekä tiimpäälliköitä ja palvelupäälliköitä. Säännöllisissä auditoinneissa havaitut kehityskohteet dokumentoidaan, ja korjaustoimenpiteille valitaan vastuuhenkilöt, jotka vastaavat prosessiin parantamisesta. (Jatkuva parantaminen 2023.)

4 Sähköverkkorakentaminen

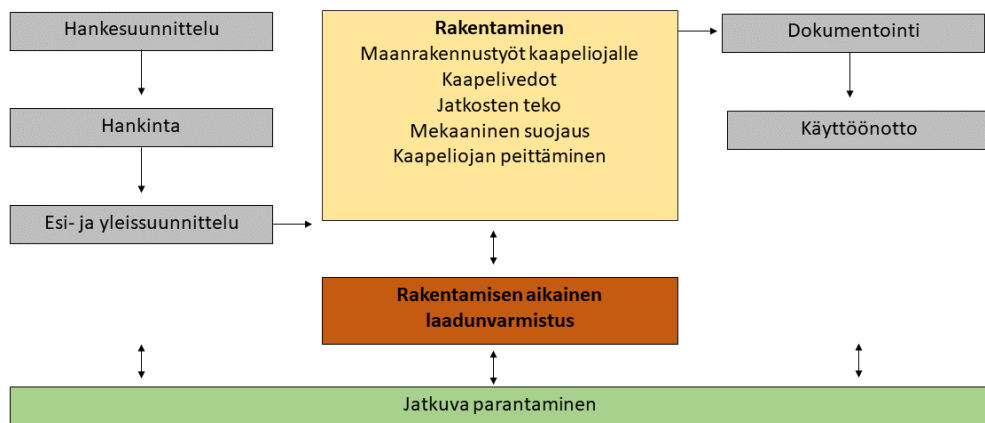
Laadun kannalta on olennaista, kenen vastuulla on huolehtia mistäkin toiminnoista, ja mitä vaatimuksia on rakentamisen eri vaiheissa, joten tässä kappaleessa on kuvattu sähköverkkorakentamisessa mukana olevia toimijoita ja heidän välistänsä vastuunjakoa. Lisäksi käsitellään maakaapelin asentamisen työvaiheet ja niiden laatuvaatimukset.

4.1 Rakentamisen vaihe infrahankkeessa

Yleisesti infrarakentamisella tarkoitetaan infrastruktuurin rakentamista, eli yhteiskunnan toiminnalle, tuotannolle ja taloudelliselle kehitykselle välttämättömiä palveluja kuten tie-, rautatie-, lento-, vesi-, energia- ja tietoliikenneverkkoja. Infrarakentaminen on pitkälti maa-, vesi- kalliorakentamista, mutta niihin liittyy usein myös rakennuksia sekä sähkö- ja tietoliikenneyhteyksiin liittyvää rakentamista. Tyypillisesti tällaiset hankkeet ovat suuria, kalliita, pitkäkestoisia ja monimutkaisia. (Lindholm & Junnonen 2012, 9). Sähköverkkourakointi on siis infrarakentamista. Suomen sähköjärjestelmä koostuu voimalaitoksista, kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista, jakeluverkoista ja sähkön kuluttajista (Fingrid 2023).

Tässä opinnäytetyössä keskitytään jakeluverkkoihin liittyvään sähköverkkourakointiin. Sähköverkkourakoiden laajuus ja kestot vaihtelevat. Pienimmillään verkon rakentaminen voi tarkoittaa yksittäisen liittymän rakentamista tai vaihtoehtoisesti uuden alueen tai jopa kokonaisen kunnan verkon uudelleen saneerausta. Erityisesti suurikokoiset sekä laajojen ja merkittävien projektien kohdalla tärkeämmäksi nousevat suunnittelu, riskien tunnistaminen, sekä työnjohtaminen, eli työnaikainen valvonta, seuranta ja laadunvarmistus. (Lindholm & Junnonen 2012, 6.) Sähköverkkourakoissa työskentelee sekä maarakentajia että sähkötyön ammattilaisia, ja urakointiin voi osallistua useita aliorakoitsijoita. Lisäksi on huomioitava ympäröivä muu infrastruktuuri ja liikenne sekä alueen mahdolliset asukkaat ja muut alueen lähellä liikkuvat henkilöt.

Kuviossa 4 on merkitty keltaisella tämän opinnäytetyön tarkastelun kohteena oleva hankkeen vaihe, eli rakentaminen. Keltaisella merkitystä Rakentaminen-laatikossa olevista työvaiheista voidaan huomata, että käytännössä maakaapelin rakentaminen on kaapelin asentamista maahan, jolloin suuri osa työstä on maarakennusta. Maarakentajien työvaiheisiin kuuluvat kaapeliojan kaivaminen ja peittäminen, kaapelivedot sekä ympäristön viimeistely. Sähkötöiden osuus projektin rakennusvaihetta koskee pääasiassa jatkosten tekemistä. Kuviossa on näkyvillä se, kuinka rakentamisen aikainen laadunvarmistus on yhteydessä jatkuvaan parantamiseen läpi infrahankkeen (kuvio 4).



Kuvio 4. Maakaapelin rakentaminen ja laadunvarmistus osana infrahanketta.

Infrahankkeen vaiheiden nimet ja vaihejako ovat erilaisia riippuen infrarakentamisen osa-alueista. Sähköverkkorakentamisessa työvaiheet voidaan jakaa karkeasti suunnitteluun, työn toteutukseen eli rakentamiseen sekä dokumentointiin, ja rakentamisen aikainen laadunvarmistus on jatkuvassa vuoropuhelussa jatkuvan parantamisen toiminnan kanssa. (Lindholm & Junnonen 2012, 6.)

4.2 Rakentamisen toimijat ja vastuut

Sähköverkkorakentamisen osapuolia ovat tilaaja, pääurakoitsija sekä aliurakoitsijat. Laadunvarmistuksen näkökulmasta osapuolena on myös viranomainen, joka edellyttää tiettyjä laadunvarmistuksen toimenpiteitä. Tilaajalla tarkoitetaan urakoitsijan sopimuskumppania, joka on tilannut urakkasuorituksen. Tilaajana voi toimia rakennuttaja tai urakoitsija. Pää toteuttaja on yleensä myös

pääurakoitsija. Aliurakoitsija on pääurakoitsijan tilauksesta työtä suorittava toinen urakoitsija, joita sähköverkkorakentamisessa voi työskennellä rakentamisen eri vaiheissa, kuten esimerkiksi maarakennuksessa, teiden alituksissa tai vanhojen rakenteiden purkamisessa. YSE 1998 -ehtojen mukaan pääurakoitsija on rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva urakoitsija, joka kaupallisissa asiakirjoissa on nimetty pääurakoitsijaksi, ja jolle sopimuksen mukaisessa laajuudessa kuuluvat työmaan johtovelvollisuudet. (Marttila 2016.)

Pääperiaatteina ovat, että laadun varmistaminen on niin rakennuttajan kuin urakoitsijoiden yhteinen asia ja että jokainen vastaa omiensa tai hankkimiansa suoritusten laadusta (Lindholm & Junnonen 2012, 138). Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998) ovat vakiosopimusehdot, jotka sisältävät urakoitsijan velvollisuudet, mutta niiden soveltamisesta sopimuksen osana on erikseen sovittava. Rakennuttajalle asetetaan laissa erityinen huolehtimisvelvollisuus, jonka mukaan tämän on huolehdittava siitä, että suunnittelu ja rakentaminen tapahtuvat säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. (Kankainen & Junnonen 2001, 40.)

Tilaaajan eli pääurakoitsijan vaatimusten tavoitteena on varmistaa, että mahdollisten aliurakoiden laatu vastaa vähintään pääurakoitsijan velvoitteita (Lecklin 2002, 62). YSE-ehtojen 10 §:n 1 momentti edellyttää, että urakoitsijan on noudatettava sopimusasiakirjassa edellytettyä laadunvarmistusta. Urakoitsijan on esimerkiksi käytettävä sellaisia rakennustuotteita, joiden takuu-aika vastaa vähintään urakoitsijan kahden vuoden takuu-aikaa, ellei kaupallisessa asiakirjassa ole toisin määrätty. (Lindholm & Junnonen 2012, 138.)

Pääurakoitsija vastaa lupien hakemisesta, yhteisen rakennustyömaan turvallisuuden ja terveyden tiedonkulun järjestelyistä, toimintojen yhteensovittamisesta sekä työmaa-alueiden siisteydestä sekä järjestyksestä. Pääurakoitsija on siis viime kädessä myös vastuussa aliurakoitsijoiden toiminnasta ja vastaa, että työt suoritetaan tilaaajan ohjeiden mukaisesti sekä työt tehdään suunnitelmien mukaisesti. Pääurakoitsijan tärkeimpänä tehtävänä on työntekijöiden perehdyttäminen, jotta jokaisella työalueella työskentelevällä on tieto alueella olevista riskeistä ja toteutustavoista. Pääurakoitsijalla on myös oltava reaaliajassa tieto

siitä, ketä työmaalla kulloinkin työskentelee. (Rakennushanke 2023.) Muutosten dokumentointivastuu työmaalla on urakoitsijalla. Kaikki muutokset tulee päivittää lopullisiin dokumentteihin, jotta ne vastaavat toteutuneihin suunnitelmiin. (Lecklin 2002, 80–81.)

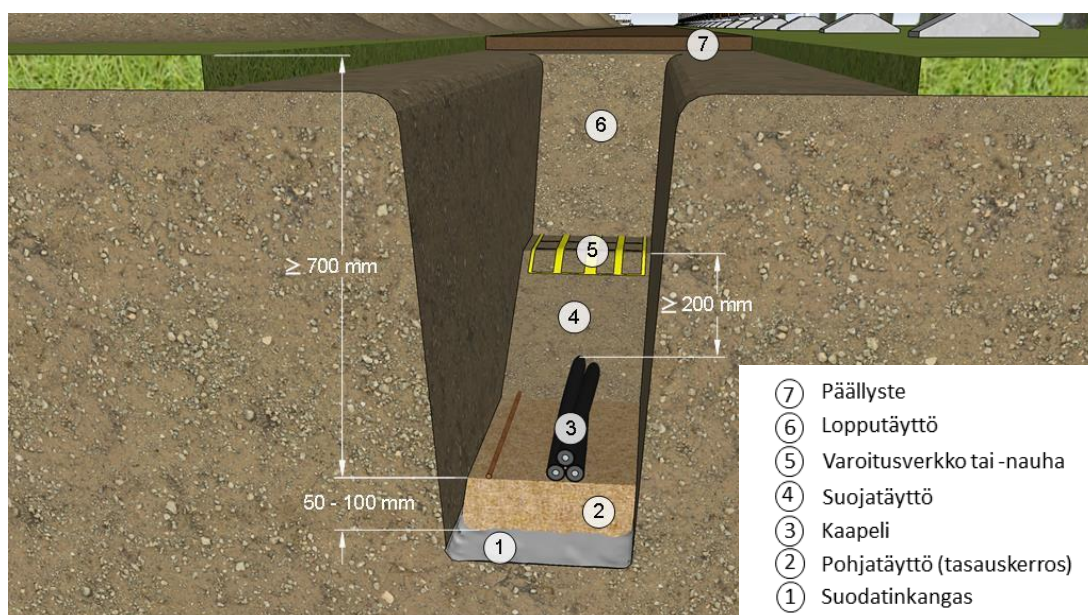
Työturvallisuuslain 50 §:n mukaan yhteisellä työpaikalla pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen varmistettava, että hänen työpaikallaan työtä teettävä ulkopuolinen työnantaja ja tämän työntekijät ovat saaneet tarpeelliset tiedot ja ohjeet työhön kohdistuvista työpaikan vaara- ja haittatekijöistä sekä työpaikan ja työn turvallisuuteen liittyvistä toimintaohjeista.

4.3 Maakaapelin asentaminen

SFS 6000 -standardi määrittää tekniset työ- ja laatuohjeet kaapelin asentamiseen maaverkkorakentamisessa. Lisäksi kaikissa asennuksissa tulee noudattaa alueen haltijan ohjeistuksia, kuten esimerkiksi Väyläviraston Sähkö- ja telejohdot ja maantiet-ohjeistuksia. Työn laadun ja laadunvarmistuksen kannalta maarakentamisessa tärkeää on varmistua, että maanrakennustyö suoritetaan siten, että pyritään välttämään kaapelirikkoja tai kaapelin vioittamista. Työvaiheita ovat kaapeliojan kaivaminen ja kaivannon tarkistaminen, kaapelin asentaminen sekä tarvittaessa tehtävä kaapelin suojaus, kaapelijatkosten tekeminen ja kaapeleiden päiden suojaus esimerkiksi jakokaapilla. Kohteessa työskentelee sekä maanrakentajia että sähköverkkoasentajia, joiden vastuulla on esimerkiksi kaapelijatkosten tekeminen. (Kaapelin asentaminen kaivantoon 2023.)

Jakeluverkoissa yleisesti käytetään kaapelin asennussyvyytenä 700 mm maanpinnasta. Poikkeuksena on pellot, joissa kaapelin asennussyvyys on vähintään 1000 mm. Mikäli vaadittua asennussyvyyttä ei voida toteuttaa, voidaan poikkeuksellisesti hyväksyä matalammat asennukset, mutta tästä tulee sopia maanomistajan sekä tilaajan kanssa erikseen. Oikean asennussyvyyden esteenä voi olla alueella aiemmin toteutettu infrarakentaminen tai alueen haasteellinen maaines, kuten kallio ja suuret kivimassat. (Kaapelin asentaminen kaivantoon 2023.)

Kuviossa 5 on esitetty läpileikkauskuvana asennussyvyudet sekä komponentit, joita kaivantoon asennetaan. Mikäli maakerros ei ole kantava, tai se on louherakenteinen, tulee kaivannon pohjalle asentaa suodatinkangas. Pohjatäyttö tehdään, mikäli kaivannossa on halkaisijaltaan yli 50 mm kokoisia kiviä, joita ei saada poistettua. Kaapelin päälle tehdään aina suojatäyttö. Kaapelinvaroituserkko tai -nauha vähintään 200 mm:n päähän kaapelin yläpinnasta ja vähintään 200 mm maanpinnasta mitattuna. Maan alla lähestyvistä kaapelista varoittaminen on edellytys turvalliselle työskentelylle samalla alueella, jossa voi työkennellä muita urakoitsijoita muiden infraprojektien parissa. Lopuksi tehdään lopputäyttö ja päällyste ennallistamisella tai maa-alueen haltijan muun ohjeituksen mukaisesti. (Kaapelin asentaminen kaivantoon 2023.)



Kuvio 5. Kaapelin asentaminen kaivantoon (Kuva: HeadPower Oy 2023).

Kaapelirikkoja tai kaapelin vioittamista pyritään välttämään sillä, että kaivannon tulee olla vaatimusten mukainen. Tämä tarkoittaa sitä, että maaperä ei sisällä liian suuria kiviä, ja että tarvittaessa tehdään oikeanlainen kaapeliojan suojatäyttö. Kaapelirikkojen paikantaminen jälkikäteen aiheuttaa urakoitsijoille tai verkonhaltijalle kustannuksia, sillä korjaustyöt on hoidettava sähkömarkkinalain toimintavarmuudelle asettamassa aikaikkunassa. Kaapelin asennuksessa kaapeliojaan tulee noudattaa maakaapelin käsittelyohjetta sekä kaapelivalmistajan ohjeita. Myös näillä ohjeilla pyritään estämään kaapelin vaurioituminen.

Ohjeessa määritellään sallittu käsittelylämpötila, kaapelin minimitaivutussäteet vedossa ja loppuasennuksessa, kaapelin suurimmat sallitut vetovoimat sekä puristus- ja sivuseinämäpaineet. Asennuksessa tulee välttää vetorasitusta, ja vetoa helpottamaan suositellaan käytettäväksi vetorullia. (Kaapelin asentaminen kaivantoon 2023.)

Kaapeleita yhdistetään toisiinsa kaapelijatkoksilla, jotka tehdään esimerkiksi erillisessä jatkoskaivannossa tai jatkoskaapilla. Jatkoskaivannolle asetetuilla kokosuosituksilla pyritään varmistamaan turvallinen ja laadukas työskentely. Kytkemättä jääneet kaapelipäät tulee tupittaa kylmä- tai lämpökutistepäätetuppi- loilla tai teippaamalla kaapelin päät, jotta ne ovat suojassa kosteudelta ja lialta. (Kaapelin asentaminen kaivantoon 2023.) Kuvassa 1 kaapelin päät on teipattu ja jakokaapin ovi suljettu väliaikaisesti teippaamalla (kuva 1).



Kuva 1. Kaapelinpäät sekä jakokaappi on suljettu teipillä ja maanpinta viettää poispäin (Kuva: Kalle Keränen).

Jakokaapin ympäristön siistimisvaiheessa maarakentaja varmistaa, että jakokaappi on suorassa, ja että se on upotettu oikeaan syvyyteen. Jakokaapin upotusmerkki osoittaa oikean asennussyvyyden. Jakokaapin ympäristössä maanpinta pitää muotoilla kaapista poispäin viettäväksi, jotta sadevedet eivät pääse kertymään jakokaapin juurelle. (Kaapelin asentaminen kaivantoon 2023.)

5 Laadunvarmistuksen keinot sähköverkkorakentamisessa

Laadunvarmistuksen keskeisimpinä keinoina käytetään työmaaperehdytystä, valokuvadokumentointia ja raportointia MVRs-työturvallisuusmittauksilla. Perehdytyksen tavoitteena on, että työmaalla työskentelevät tuntevat kunkin työmaan erityispiirteet, ja näin pyritään välttämään inhimillisistä syistä tai tietokatkoksista johtuvia virheitä ja varmistamaan niin työmaan kuin siellä työskentelevien henkilöiden turvallisuus. Dokumentoinnin ja raportoinnin tavoitteena on tallentaa työvaiheet, jotta ne voidaan tarvittaessa myöhemmin tarkistaa ja arvioida suunnitelmien toteutumista.

5.1 Työmaaperehdytys

Työturvallisuuslain (738/2002) mukaan kaikille työmaalla työskenteleville, myös osa-aikaisille, vuokratyöntekijöille, kesätyöntekijöille sekä kausityöntekijöille, tulee järjestää perehdytys. Työturvallisuuslain 50 §:ssä veloitetaan, että työtä teettävän on annettava kaikille työpaikalla työskenteleville tarpeelliset tiedot sekä turvallisuuteen liittyvät ohjeet, jotta työt voidaan suorittaa turvallisesti. Lisäksi Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) 3 §:ssä todetaan rakennushankkeen osapuolten yleisistä velvollisuuksista sitä, että päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet.

Rakennustyömaalla perehdyttämisen tarkoituksena on antaa työmaalle tuleville työntekijälle tietoa yleisistä toimintaohjeista, erikoisolosuhteita sekä riskeistä, joita työmaalla esiintyy. Ne liittyvät sekä henkilöturvallisuuteen, ympäristön suojaamiseen sekä rakentamisessa huomioon otaviin asioihin. Työmaat ovat erilaisia, ja jokaisella työmaalla on omat erityispiirteet ja vaaratekijät. Työmaaohjeissa voi lisäksi olla poikkeavuuksia eri työmailla esimerkiksi tilaajan ohjeiden takia. Eroavaisuuksia voi olla myös suojavarusteiden käytössä, mutta on hyvä huomioida,

että tilaajanohteet voivat olla tiukemmat kuin lain vaatimat vähimmäisohjeet. (Perehdyttäminen rakennustyömaalla 2016.)

Maarakentajien sähköturvallisuusohjeen mukaan jokaisen maarakentajan on saatava sähköturvallisuutta koskeva opastus, jossa opetetaan tunnistamaan ja ymmärtämään omaan työhön liittyvät sähkön vaarat, heidän on osattava noudattaa annettuja turvaetäisyyksiä ja työohjeita, sekä toimia oikein sekä vaaratilanteissa että tapaturmatilanteissa. (Sähköturvallisuusohje maarakentajille 2023.) Työnantajan tulee varmistua siitä, että työmaalla toimii vain sellaisia työntekijöitä, joilla on oikea asenne sekä tarvittava sähköturvallisuusosaaminen. SFS 6002 -standardiin perustuva sähkötöiden turvallisuusohje korostaa henkilön asennetta ja suhtautumista työturvallisuuteen, ja nostaa esille seuraavat ominaisuudet: henkilön asenne turvallisuuteen, luotettavuus, huolellisuus ja vastuuntunto. (Sähkötöiden työturvallisuusohje 2022.)

Käytännössä työmaaperehdytys toteutetaan perehdytyslomakkeen avulla. Liitteenä on esimerkki Enerken käyttämästä lomakkeesta (liite 1). Kuvio 6 havainnollistaa työmaaperehdytystä osana koko prosessia. Voidaan huomata, että perehdytys ja turvallisuus korostuvat siten, että ne ovat esillä useammassa kohdassa. Lisäksi työturvallisuuslain 14 §:n mukaisesti työntekijälle opetusta ja ohjausta on täydennettävä tarvittaessa. Perehdytettävät asiat käydään läpi ensin teoriassa ja sen jälkeen käytännössä työmaakerroksella (kuvio 6).



Kuvio 6. Työmaaperehdytyksen sisältö.

Enerken työmaaperehdytyslomakkeen mukaisesti (liite 1) suunnitelmien läpikäyntiin sisältyy hankkeen yleisesittely, eri toimijoiden, tilojen ja alueen esittely sekä kyseisessä kohteessa rakentamisessa huomioitavien seikkojen perehdyttäminen ja poikkeavien tilaajan ohjeiden läpikäyminen. Perehdytyksessä käytetään apuna työmaakarttoja, joista ilmenee rakennusalue. Aluekäyttösuunnitelmaan merkitään työmaatilat, varastot sekä P-paikat eli niin sanotut laanipaikat, joihin tavarantoimittajat voivat tuoda rakennustarvikkeita. (Työmaaerehdytyslomake Enerke Oy 2023). Tukesin ohjaan mukaan varastoalueen tulee olla rajattu esimerkiksi varoitusnauhoin tai se voi olla tarvittaessa aidattu alue. Lisäksi varastoaluetta valittaessa tulee huomioida ympäristön maaperä, ja varastoalue tulee sijoittaa tarpeeksi kauas ilmalinjoista. (Tukes 2023.)

Työmaakerros on olennainen osa perehdyttämisprosessia. Työmaakerroksen aikana käydään läpi turvallisuuden kannalta kriittiset asiat työmaalla, kuten kulureitit, materiaalien varastointipaikat sekä työmaan siisteydestä huolehtiminen ja jätteiden käsittely. Lisäksi kierroksella käydään läpi turvallisen työskentelyn kannalta erityistä huomiota vaativat kohteet. Työmaan turvallisuussäännöt -ohjeistuksessa käydään läpi yhtiökohtaiset sekä yleiset ohjeet, jotka saattavat poiketa tilaajan vaatimuksista. Poikkeuksia voi olla esimerkiksi henkilökohtaisten suojausten käytössä. Osa tilaajista vaatii esimerkiksi silmäsuojien käytön kaikissa tilanteissa ja osa arvioi riskiarvioinnin kautta, onko niiden käytölle tarvetta. (Työturvallisuuskeskus 2016). Työmaaperehdytyksen yhteydessä tulee myös tarkistaa uusien työntekijöiden kuvalliset henkilökortit sekä vaadittavat korttipätevyydet sekä niiden voimassa olot. Yleisesti vaaditut korttipätevyydet ovat työturva-, tieturva- sekä ensiapukortti. (Työsuojelu 2022). Lopuksi perehdytysmateriaali käydään vielä läpi yhdessä, allekirjoitetaan sekä tallennetaan tietojärjestelmään, josta se on tarvittaessa esitettävissä. Perehdytyksen yhteydessä perehdytettävälle jaetaan tarvittava materiaali, kuten työmaakartat ja paperit. (Työmaaerehdytyslomake Enerke Oy 2023).

5.2 Dokumentointi

Dokumentoinnilla tarkoitetaan työmaalla tapahtuvaa havainnointia, mittauksia tai muita huomiota, jotka tulee tallentaa. Havaintojen avulla voidaan todeta

jälkikäteen poikkeamat alkuperäisistä suunnitelmista tai ohjeistuksista. Osa työnaikaisesta raportoinnista on lakisääteistä eli pakollista. Esimerkiksi Valtio-neuvoston asetuksessa työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008) 5 §:ssä todetaan, että työnantajan on jatkuvasti seurattava työvälineen toimintakuntoa tarkastuksilla, testauksilla, mittauksilla ja muilla sopivilla keinoilla. Usein dokumentointi ja raportointi ovat osa yrityksen toiminnassa noudatettavia standardeja, kuten ympäristöjohtamisjärjestelmää ISO 14001, jonka tarkoituksena on johtamis- ja laatujärjestelmän kehittäminen. Tärkeimpänä osana on työturvallisuuden parantaminen sekä kehittäminen.

Alan toimijat ovat ratkaisseet dokumentoinnin ja raportoinnin ottamalla käyttöön alalle yhteisesti kehitettyjä järjestelmiä, joita tarjoaa esimerkiksi aiemmin mainittu HeadPower Oy, tai ne ovat voineet kehittää itselleen omia järjestelmiä. Enerkellä on käytössään yhteistyössä palveluntoimittajan kanssa Enerkelle kehitetty dokumentoinnin ja projektinhallinnan järjestelmä, jolle on annettu nimeksi Mape. Vaatimuksena mobiilisovellukselle määritettiin helppokäyttöisyys, työmaalta otettujen kuvien saaminen kartalle tarkalla sijaintitiedoilla, ja että projektinhallintatietoja tullee olla helppo käsitellä. (Mediasignal Industrial Oy 2023.)

Rakentamisen aikana dokumentoituja tietoja verrataan projektin loppudokumentoinnin vaiheessa suunnitelmiin, ja tarvittaessa selvitetään, mistä mahdolliset poikkeamat johtuvat, ja tehdään tarvittavat korjaustoimet. Helppokäyttöisyys toteutuu, kun työmaalla eri vaiheista kuvat otetaan puhelimella ja ladataan suoraan sovellukseen. Sovellus on tarkoitettu kaikkien rakennustyömaalla työskentelevien käyttöön aina suunnittelusta loppudokumentointiin, ja se on käytössä myös kaikilla aliurakoitsijoilla. Sovelluksen avulla kuviin tulee paikkatieto ja kuvat sijoittuvat karttapalveluun (kuva 1). (Mape valokuvausohje 2020.)



Kuva 1. Mapen karttapalvelussa näkyvät työmaakohteet (Kuva: Enerke Oy).

Työkohteen dokumentointi Mapeen tapahtuu projektin etenemisjärjestyksessä. Ensinnä suunnittelijat vievät kohteen ennakkotietoja ja muut tarvittavat dokumentit sovellukseen. Tämän jälkeen työmaalla työskentelevät täyttävät sovelluksen mukaisessa järjestyksessä dokumentointia työmaalta. Maarakennusurakoitsijat kuvaavat työkohteen ennen urakoinnin aloittamista. Mape-sovelluksen avulla voidaan todentaa työn laatua esimerkiksi maan alle jäävien komponenttien asennuksissa ja hankalapääsisissä maastokohteissa. Kuvien avulla voidaan todentaa kaapeleiden reitit, upotussyvyudet sekä suojaukset, joita aiemmassa kappaleessa on kuvattu laadun kannalta kriittisinä työvaiheina. Verkostoasentajat kuvaavat esimerkiksi kaapelijatkot, valmiit kytkennät sekä valmiit jakokaapit ja muuntamot. Kaapelijatkon jokaisesta vaiheesta otetaan kuva, jotta työnlaatu voidaan todentaa ilman, että kaapelia tarvitsee kaivaa esille. Kun työkohte valmistuu, lopputuote kuvataan ja kohde merkitään valmiiksi (kuva 2). (Mape valokuvausohje 2020).

Kansio 1.1	Tiedostoja 1
01 Suunnittelu	411
02 Ennen työn aloittamista	61
03 Alitus	0
04 Liikennejärjestely	0
05 Työvaihe 1	720
06 Valmis	552
07 Laskun liite	0
08 Purkaminen	21
09 Materiaalivarasto	0
10 Poikkeama	0
11 Vastaanottotarkastus	0
12 Dokumentti	79
13 Sisäinen havainto	0

Kuva 2. Dokumentoinnin työvaiheet Mape-sovelluksessa (Kuva: Enerke Oy).

Valokuvien lisäksi Mapeen voidaan lisätä muita tiedostoja ja valmiita lomakkeita. Työkohteeseen liittyvät dokumentit, kuten työkartat, työluvut ja muut työmaahan liittyvät dokumentit lisätään aina Mapeen, josta urakoitsijat voivat tarvittaessa esimerkiksi esittää dokumentteja työmaavalvojalle. Tarvittaessa kaikki työkohteeseen liittyvät valitut tiedostot voidaan lähettää sovelluksesta sähköpostiin. Työmaalla tehtävät tarkastukset dokumentoidaan Mapeen rakennetulla lomakkeella tai erillisellä lomakepohjalla, joka tallennetaan sovellukseen kuvana tai tiedostona. Tyypillisiä valmiita lomakkeita työmaalla tehtäviin tarkastuksiin tai ilmoituksiin ovat työmaapäiväkirja, työkoneiden tarkastuspöytäkirja sekä turvallisuushavainto,- tapaturma,- vaaratilanne- ja poikkeamailmoitus (kuva 4). (Mape valokuvausohje 2020).

9.14 Kuvat Kartalle

Testi Itä, 9000003
Työkoneen tarkastuspöytäkirja
Tekijäyritys : Mediasignal

Tarkastuskohteen tiedot

Koneen tunnisteen*

Koneen omistaja*

Käyttötarkoitus työmaalla*

Muistiinpanot

Valaisimet, huomiovilkut ja suuntavalaisimet*

OK Ei koske Puute

Hydrauliikkaletkut*

OK Ei koske Puute

Nostokoukut sekä kuormitustaulukot*

OK Ei koske Puute

Laittekiinnitykset*

OK Ei koske Puute

Ajo- ja hallintalaitteiden sekä sähkölaitteiden toiminta*

9.14 Kuvat Kartalle

Testi Itä, 9000003
Turvallisuushavainto, tapaturma-, vaaratilanne- ja poikkeamailmoitus
Tekijäyritys : Mediasignal

Valitse tyyppi*

Milloin*

Missä*

Välittömät toimenpiteet*

Toimet, jotta ei toistuisi*

Kuvaus*

TALLENNA PERUUTA

Kuva 4. Mape-sovelluksen valmiita työmaalomakkeita (Kuva: Enerke Oy).

5.3 MVRs-työturvallisuustarkastus

Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) mukaan työmaiden turvallisuustilannetta on seurattava viikoittaisilla turvallisuustarkastuksilla. Tarkastuksissa keskitytään turvallisuuden kannalta merkittäviin asioihin. Työkohteittain tapahtuvat tarkastukset ovat tärkeitä, koska seuraava työvaihe usein peittää alleen edellisen vaiheen. Työ- ja osakohteittain tapahtuvassa tarkastuksessa urakoitsija itse varmistaa työnsä suunnitelman mukaisuudesta sekä dokumentoi tekemänsä tarkastukset yhteisesti sovitulla tavalla. Tilaaja saattaa teettää satunnaisesti pistokoemittauksia ja tarkastuksia, joilla selvitetään, miten hyvin urakoitsijan raportti vastaa toteutunutta laatua, ja onko laatuvaatimukset ymmärretty oikein. (Lindholm & Junnonen 2012, 142–143.)

MVR-mittari on alun perin kehitetty 1990-luvulla infra-alan työturvallisuuskilpailutuksen yhteydessä ja ollut alkuun käytössä maa- ja vesirakennustöiden turvallisuustason arviointimenetelmänä, mutta muokkautunut vuosien aikana

käytettäväksi myös sähkötöissä. MVRS-mittarilla tarkoitetaan maa-, vesi- sekä sähköverkkorakentamisessa tarkastuksissa käytettävää havaintomenetelmää. MVRS-pöytäkirjoja käytetään sähköverkkotyömaiden kunnossapitotarkastuksiin, ja se on hyväksytty lakisääteisen viikoittaisen kunnossapitotarkastuksen välineeksi. (Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu 2023.)

Tarkastuskierroksella havainnoidaan silmämääräisesti työmaan turvallisuuteen liittyviä asioita pöytäkirjan ja täyttöohjeen mukaisesti. Kierroksella kaikki alueet käydään läpi, mukaan lukien ne alueet, joihin työmaan toiminta vaikuttaa, kuten työmaan läheiset kulkuväylät ja tie. Jos työmaa-alue on laaja, osa havainnoista voidaan tehdä autosta käsin. Keskeisillä alueilla havainnointi tehdään kävellen. Jokaisesta havainnosta tehdään joko positiivinen tai negatiivinen merkintä tarkastuskohteeseen. (Maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointi ja kehittäminen 2017.) Positiivinen merkintä tarkoittaa kunnossa olevaa kohdetta ja negatiivinen tarkoittaa, että tarkastuskohteessa on korjattavaa tai huomautettavaa. Mikäli tarkastettavaa kohdetta ei esiinny työmaalla, ei tarkastuskohtaan tule merkintöjä. Lisäksi voidaan kirjata huomioita, jotka eivät kuitenkaan vaadi toimenpiteitä. Jälkikorjattavalle puutteelle voidaan liittää kuva, määrittellä korjausaikataulu ja korjauksen tekevä taho sekä vastuuhenkilö (kuva 5). (IWD-pöytäkirjat, MVR ja MVRS-turvallisuustarkastus 2023.)

Tarkastus		MVRS-Turvallisuustaso: 100%	
Näytä infotekstit			
Työskentely ja koneenkäyttö			
Suojainten käyttö ja riskinotto	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Kaapelin käsittely ja tuenta	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Kaapelisuojausputken käsittely ja tuenta	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Purkutöiden toteuttaminen purkusuunnitelman mukaisesti	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Kalusto ja työkoneet			
Työpukit, tikkaat, kulkusillat, aidat	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Työkoneet ja nostokalusto	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Pienikalusto	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Valaistus	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0
Sammutuskalusto	✓ 1	✗ 0	Huomiot 0 Puutteet 0

Kuva 5. MVRS-lomake (Kuva: Headpower Oy).

Tarkastuksen perusteella määritetään työkohteen MVRS-turvallisuustaso. Pöytäkirja summaa automaattisesti kunnossa / ei kunnossa -merkintöjen määrän ja laskee kohteen turvallisuustason indeksin (prosentti). Vaihtoehtoisesti turvallisuustason indeksi voidaan laskea manuaalisesti jakamalla oikeinhavaintojen määrä oikein- ja väärinhavaintojen summalla, mikä kerrotaan lopuksi sadalla, jotta saadaan vastaukseksi prosenttiluku (kaava 1). (Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu 2023.)

$$\text{Indeksi} = \frac{\text{Oikein} - \text{havainnot}}{\text{Havaintojen kokonaismäärä}} * 100$$

Kaava 1. MVRS-laskukaava (Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu 2023).

Mikäli kohteessa ei havaittu lainkaan puutteita, indeksiksi tulee 100 %. Mikäli tarkastuskohtaan ei tule ollenkaan havaintoja ei sitä lasketa mukaan indeksiin. Esimerkiksi indeksin taso 94 % tarkoittaa, että 94 prosenttia havaituista asioista oli kunnossa. Eli mitä suurempi osa tehdyistä havainnoista on kunnossa, sitä parempia ovat indeksi ja turvallisuustaso. Tilaaja voi määritellä turvallisuusindeksille raja-arvot, joiden alittuessa vaaditaan erityistoimenpiteitä. (IWD-pöytäkirjat, MVR ja MVRS-turvallisuustarkastus 2023.)

6 Pohdinta

Opinnäytetyön viimeisessä kappaleessa tiivistetään työn sisältö ja johtopäätökset. Lisäksi esitetään havaintoja ja kehittämisehdotuksia Enerke Oy:n laadunvarmistuskeinoista. Lopuksi arvioidaan opinnäytetyön kirjoitusprosessia ja tekijän omaa työtä.

6.1 Yhteenveto ja johtopäätökset

Opinnäytetyö on tehty sähköverkkourakoitsijana toimivan Enerke Oy:n toimeksiannosta. Työ rajautuu maakaapeliin rakentamiseen pien- ja keskijänniteverkkoihin, sillä Enerke toteuttaa toimialueellaan tällä hetkellä runsaasti maakaapelointia. Opinnäytetyön tieto-osiossa käydään läpi sääntelyä ja standardeja, jotka on huomioitava sähköverkkotyöskentelyssä. Työskentelyssä ja vastuissa korostuu ennen kaikkea turvallisuus ja huolellisuus. Turvallisuutta uhkaavat virheet voivat aiheuttaa vaaraa henkilöturvallisuudelle tai ympäristölle. Lisäksi rakennusvirheiden korjaaminen on haastavaa ja kallista, ja aiheuttaa usein hankkeiden viivästymistä. Tästä syystä Lecklinin määritelmä laadulle infrahankkeissa on mielestäni erittäin osuva: aina on pyrittävä virheettömyyteen työskentelyyn (Lecklin 2002).

Työn tavoitteena oli tarkastella laadunvarmistuksen keinoja, sekä samalla pohdita, miten Enerken käytössä olevat laadunvarmistuksen keinot toimivat käytännössä. Pääurakoitsijan näkökulmasta keskeisimpinä laadunvarmistuksen keinoina voidaan mainita työmaaperehdyttäminen, työnaikainen dokumentointi sekä työturvallisuustarkistukset.

Perehdyttäminen on keino varmistaa, että laatuvaatimukset ja ohjeet on ymmärretty. Verkko-yhtiöiden tilaajanohjeet sekä vaatimustasot voivat poiketa hieman toisistaan, jonka takia ennen työn aloittamista on tärkeä käydä yhtiökohtaiset säännöt läpi, sillä ne voivat olla tiukemmat kuin yleiset ohjeistukset. Hintojen voimakas nousu on myös vaikuttanut urakoitsijoiden katteiden pienentymiseen,

mikä on tarkoittanut sitä, että urakoitsijat ovat joutuneet tehostamaan toimintaansa selvitäkseen kovasta kilpailusta. Tämä ei kuitenkaan saa johtaa laadusta eikä turvallisuudesta tinkimiseen. Sidosryhmien mielikuvat ja brändin arvo on yritykselle tärkeää, joka voi hyvin vaikuttaa urakoiden saamiseen yritykselle, ja osa tilaajista voi vaatia tiettyjen standardien käyttöä tai tiettyjen laatukriteerien täyttymistä, mikä takaa laatuun halutaan panostaa.

Tietotekninen kehitys mahdollistaa nykyaikaiset ja räätälöidyt järjestelmät dokumentointiin. Dokumentointi on laadunvarmistuksen keino, mutta samalla myös jokaisen työntekijän omaa oikeusturvaa, sillä raportoimalla tekemänsä työn laadusta voi todistaa toimineensa oikein ja ohjeistusten mukaisesti. Tätä näkökulmaa olisi hyvä tuoda esille myös perehdytyksessä. Työturvallisuustarkastukset ovat osa lakisääteistä toimintaa, ja samalla nostavat esiin huomiota tai korjausta tarvitsevat kohteet. Kun laaduntarkkailua tehdään viikkotasolla, päästään mahdollisiin huomioihin kiinni ajoissa. Näin voidaan välttyä esimerkiksi turvallisuusriskeiltä. Esimerkkinä voidaan mainita esimerkiksi työmaa-alueen aitaaminen ja sillä tavalla muun liikenteen turvaaminen ja suojaaminen.

6.2 Käytännön huomiot ja kehittämisehdotukset

Käytännön havainnointia on tehty tutkijan oman työn ohessa peilaten tietopohjaa käytännön työhön. Enercellä on käytössään keskeisimmät standardit, ohjelmistot ja ohjeistukset laadunvarmistukseen. Jatkuvan kehittämisen työryhmän työskentely tukee työnaikaista laadunvarmistusta, ja toisaalta työnaikaiset laadunvarmistuksen keinot tuottavat tietoa ja palautetta kentällä tapahtuvasta työskentelystä. Viime vuosina on otettu käyttöön uusi dokumentoinnin mobiilisovellus Mape.

Mape-järjestelmän etuna on, että työn etenemistä voidaan seurata reaaliajassa, mahdolliset virheet saadaan kiinni jo rakentamisen aikana ja rakentamisen vaiheet tulevat dokumentoiduiksi. Esimerkkinä mainittakoon, että valokuvien avulla on helpompaa selvittää jälkikäteen poikkeavuuksia, mikäli työkohteesta on tarkat "mittatikkukuvat", joissa näkyy paikalla todettu syvyys sekä suojaukset. Tämän lisäksi Mape-kuvausta voi hyödyntää esimerkiksi jakokaappien, nousujen

ja muuntamoiden kaapelimerkinnot, arvokilvet, maadoitukset yms. Mikäli valokuvista nähdään esimerkiksi kaapelimerkintävirheitä, niihin tulee reagoida täsmällä työhjeita siten, että samaa virhettä ei toisteta muissa kohteissa.

Perehdytyksen haasteena on, että jokainen työmaalla työskentelevä ymmärtää, ohjelmiston käytön tarkoituksen ja hyödyt, jotta heidät saadaan sitoutettua dokumentointiin. Toisinaan sovelluksia on paljon, jolloin ulkona kenttäolosuhteissa niiden käyttäminen ei tapahdu helposti. Sovellusten aktiivista käyttämistä voitaisiin parantaa kehittämällä ohjeistuksia tuottamalla esimerkiksi video-ohjeita, joiden avulla jokainen voisi itsenäisesti tutustua ohjelman käyttöön.

Urakoitsijoiden sekä suunnittelijoiden ja työmaalla työskentelevien yhteistyö ja säännöllinen keskusteluyhteys lisäävät tiedonkulkua, mikä puolestaan vähentää väärinymmärryksiä ja tehostaa työskentelyä. Työmaakäynnit ja tarvittaessa ohjaus ovat samalla osa työturvallisuusvelvoitteiden täyttämistä. Myös rakentamisen aikaiset säännölliset tai tarvittaessa toteutettavat työmaakäynnit voisi nostaa yhdeksi laadunvarmistuksen keinoista.

Tämän opinnäytetyön käytännön arvona voidaan pitää sitä, että työ tarjoaa ensinnäkin Enerken johdolle sekä jatkuvan kehittämisen työryhmälle ajantasaista tietoa siitä, miten laadunvarmistuksen prosessi tapahtuu työmaalla, ja miten laadunvarmistuksen keinot ovat käytössä. Toiseksi työ itsessään toimii perehdytyksen tukena erityisesti uusille alan toimijoille. Työ auttaa ymmärtämään laadun merkityksen kokonaisuudelle, sekä toisaalta yksittäisten työvaiheiden ja niiden laadukkaan läpiviemisen merkityksen.

Tästä opinnäytetyöstä on rajattu pois useita rakentamisen menetelmiä, joita voidaan pitää erikoistyöskentelynä, sillä työssä on haluttu pitää selkeä rajaus niin sanottuihin tavanomaisiin menetelmiin maakaapeloinnissa. Prosessiin sisältyviä työvaiheita voitaisiin laajentaa niin, että prosessi alkaisi jo tarvikkeiden tilauksesta ja toimitusvaiheesta rakennuspaikalle. Jatkotutkimusaiheena voitaisiin pitää esimerkiksi laadunvarmistusta kaapeleiden asentamisessa vajaan vyyksissä ja suojuuksissa, jotka vaativat erityistä tarkkuutta laadunvarmistuksessa sekä dokumentoinnissa.

6.3 Oman työn arviointi

Halusin yhdistää opinnäytetyöni aiheen omaan työnkuvaani Enerke Oy:n projektisuunnittelijana. Ammatillisesta koulutuksesta valmistumiseni jälkeen olen tehnyt noin 15 vuoden mittaisen uran tuotannon tehtävissä. Tästä syystä tällaisen kirjallisen insinööriyön tekemiseen on liittynyt monia haasteita. Työn alkuvaiheessa lähdin tarkastelemaan laajasti työnaikaista rakentamista lakien ja standardien näkökulmasta, sillä koin, että alanvaihtajana itselläni oli paljon asioita selvitettävänä, jotta voin toimia uudessa työssäni. Koin haastavaksi päästä tästä ajattelusta, ja muodostaa ydinkysymystä siitä, mihin pyrin tällä insinööri-työllä, jotta se hyödyttäisi sekä itseäni että organisaatiota, ja auttaisi näkemään mahdollisia kehittämistarpeita. Uudenlaisen kysymyksenasettelun ja kyseenalaistamisen avulla päädyin rajaamaan työtäni tarkemmin työnaikaiseen laatuun, ja sen varmistamisen keinoihin, mikä olikin lähinnä omaa työnkuvaani Enerkellä.

Uutena toimijana alalla huomasin tarkastelevani laatuksymyksiä eri näkökulmista, ja pyrin myös laajentamaan näkemystäni keskustelemalla alalla eri tehtävissä toimivien kanssa. Opinnäytetyön kirjoittamisen loppuvaiheessa työkuvani Enerkellä laajentui myös sähköverkon rakentamisesta toisenlaisen infrarakentamisen puolelle tietoliikenneprojekteihin. Huomasin pian, että opinnäytetyössä tarkasteleman sähköverkkorakentamisen lainalaisuudet sekä laadunvarmistuksen keinot ovat käytössä myös muissa infrahankkeissa. Opinnäytetyön tekemisen avulla oma ammatillinen osaaminen vahvistui, ja ymmärrys laatu- ja turvallisuusmääräyksien taakse selkeytyi. Yhteistyö Enerken kanssa sujui mielestäni hienosti. Suurena apuna työssäni olivat Enerken asentajat, suunnittelijat sekä esihenkilöt, joiden näkemyksiä sekä kokemusta hyödynsin tiedon hankinnassa. Uskon, että saimme työn avulla selkeyttä käytännön laadunvarmistukseen.

Lähteet

- Anttila, J. & Jussila, K. 2016. Mitä laatu on? Suomen Standardisoimisliitto ry. 8.2.2016 <https://sfs.fi/mita-laatu-on/>. 5.11.2023.
- Energiavirasto. 2023. Yhteenvetoraportti vuoden 2022 sähköjakeluverkon kehittämissuunnitelmista. <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/22104830/Yhteenvetoraportti+vuoden+2022+s%C3%A4hk%C3%B6njakeluverkon+kehitt%C3%A4missuunnitelmista.pdf/859c5434-0979-9c27-6f5e-8a1a53f8472e/Yhteenvetoraportti+vuoden+2022+s%C3%A4hk%C3%B6njakeluverkon+kehitt%C3%A4missuunnitelmista.pdf?t=1687176575693>. 28.10.2023.
- Enerke Oy. 2023. Miten meistä tuli me? <https://enerke.fi/enerke/#miten-meistatuli-me>. 18.5.2023.
- Fingrid. 2023. Suomen sähköjärjestelmä. <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/suomen-sahkojarjestelma/>. 18.5.2023.
- IWD-pöytäkirjat, MVR ja MVRS-turvallisuustarkastus. 2023. Headpower Oy:n asiakkaiden intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.11.2023.
- Jatkuva parantaminen. 2023. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.5.2023.
- Kaapelin asentaminen kaivantoon. 2023. Headpower Oy:n asiakkaiden intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.11.2023.
- Kaapelikaivannot ja auraus. 2023. Headpower Oy:n asiakkaiden intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.11.2023.
- Kaivutyöt – Kaivaminen ja kaivannot. 2023. Headpower Oy:n asiakkaiden intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.11.2023.
- Kaivutyöt – Kaivannon suojaus. 2023. Headpower Oy:n asiakkaiden intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.11.2023.
- Kankainen, J. & Junnonen, J-M. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatu-toiminnot. Rakennustieto Oy.
- Laatukäsikirja. 2022. Enerke Oy:n henkilöstön intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 19.5.2023.
- Lecklin, O. & Laine, R. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki – Innovatiivisen johtamisjärjestelmän rakentaminen. Talentum.
- Lecklin, O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. Kauppakaari.
- Lesonen, S. 2018. Infraprojektin laadunhallinta. Tampereen ammattikorkeakoulu, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Infrarakentaminen. Opinnäytetyö. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146300/Lesonen_Toni.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 28.10.2023.
- Liikennevirasto. 2012. Tieturva 1 – Tietöiden liikenteen järjestely- ja turvallisuus-koulutus. Peruskurssin oppikirja. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121710/lop_2012-01_978-952-255-125-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 19.5.2023.
- Lindholm, M. & Junnonen, J-M. 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Suomen rakennusmedia Oy.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999.

- Maa- ja vesistö rakentamisen turvallisuusarviointi. 2017. Infra ry & Työterveyslaitos. https://www.rt.fi/globalassets/infra/tyoturvaluus/mvrmittari2017/mvr-mittari_fi_a5_24092017-1_web.pdf. 27.11.2023.
- Mape valokuvausohje. 2020. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.5.2023.
- Marttila, M. 2016. Päätoteuttaja - kuka se on? Vastuu Group. 20.10.2016. <https://www.vastuugroup.fi/fi-fi/blogi/p%C3%A4%C3%A4toteuttaja-kuka-se-on>. 12.11.2023.
- Mediasignal Industrial Oy. 2023. Loppuasiakkaan parempaan palveluun tähtäävä liiketoimintasovellus. <https://mediasignal.fi/referenssit/enerke/>. 18.5.2023.
- Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. 2023. Säävarma sähköverkko kuuluu kaikille. https://www.pks.fi/sahkoverkkopalvelut/toimitusvarmuus/?_gl=1*ye04ok*_up*MQ..&gclid=Cj0KCQjw4vKpBhCZARIsAOKHoWSu1SBBSu_m_MNAr8kNbw0tcOatZa-wlJb1mO0lpMH59d_CL7dZUe7saAn85EALw_wcB. 28.10.2023.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <https://sfs.fi/>. 20.5.2023.
- Sähkömarkkinalaki 588/2013.
- Säköturvallisuuslaki 1135/ 2016.
- Säkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry. 2023. <https://stek.fi/sahkoturvallisuus/sahkoturvallisuuden-vaatimukset/sahkoturvallisuuslainsaadanto/>. 27.5.2023.
- Sähköalojen työalatoimikunta. 2022. Sähkötöiden työturvallisuusohje. <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2023/02/Sa%CC%88hko%CC%88to%CC%88identyo%CC%88turvallisuusohje.pdf>. 26.11.2023.
- Standardin SFS 6002 ohjeet jännitetyöhön. 2023. Headpower Oy:n asiakkaiden intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 26.11.2023.
- Työasut ja suojavaatetus, suoja-asu. 2023. Headpower Oy:n asiakkaiden intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 26.11.2023.
- Työmaaperehdytyslomake Enerke Oy. 2023. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n intranet. Vain sisäiseen käyttöön. 18.5.2023.
- Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. 2023. Rakennushanke. <https://www.tyosuoja.fi/tyosuoja-tyopaikalla/vastuut-tyosuojelussa/rakennushanke>. 18.11.2023.
- Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. 2023. MVR-mittari. <https://www.tyosuoja.fi/tyosuoja-tyopaikalla/tyoolosuhdemittarit/mvr-mittari>. 18.11.2023.
- Työturvallisuuskeskus. 2016. Perehdyttäminen rakennustyömaalla. <https://ttk.fi/julkaisu/perehdyttaminen-rakennustyomaalla/>. 26.11.2023.
- Työturvallisuuslaki 738/2002.
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009.
- Valtioneuvoston asetus työvälaineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008.
- Villanen S. 2018. Maakaapelointiprosessin kartoittaminen sekä keskeisimpien haasteiden tunnistaminen ja kehityskohteiden määrittäminen. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/155148/Diplomityo%c3%b6_Villanen_Simo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 19.5.2023.



TYÖMAAPEREHDYTYKSEN

Työmaan numero/nimi: 123456 Projektin nimi

Perehdytettävä: Työntekijä/aliurakoitsija.

Perehdytettävät asiat	Läpikäyty/ kunnossa	Lisätietoja, huomioita
1. Kohteen yleisesittely	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
2. Aikataulun läpikäynti	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Toteutusorganisaatio	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
4. Tilaajan turvallisuusvaatimukset	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
5. Ensiapu, paloturvallisuus	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
6. Työmaatilat, -varastot, P-paikat	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
7. Työmaa-, ympäristö-, laatu- ja turvallisuus-suunnitelmiin perehtyminen	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
8. Työmaakierros tehty	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
9. Työmaan turvallisuussäännöt	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
10. Muut turvallisuusohjeet	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
11. Henkilösuojaimet (käyttö, tarve)	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
12. Henkilökohtaisten työvälineiden vastaanot- totarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
13. Muuta, mitä --	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirjoita
14. Perehdytyksen yhteydessä jaettu aineisto		

Päivämäärä: Kirjoita tai valitse

Paikka: Kirjoita

Perehdytyksestä vastaava

Nimi, Enerke Oy

Perehdytettävä

Hietalantie 14, 80710 Lehmo

Y-tunnus: 1747641-9

www.enerke.fi