

Pertti Schroderus

PIENJÄNNITEVIAN KORJAUSPROSESSI

Analysointi ja kehittäminen

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Lokakuu 2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Lokakuu 2016	Tekijä/tekijät Pertti Schroderus
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi PIENJÄNNITEVIAN KORJAUSPROSESSI, analysointi ja kehittäminen		
Työn ohjaaja Jari Halme	Sivumäärä 43 + 1	
Työelämäohjaaja Jussi Niskanen		
<p>Työssä tutkittiin Loiste Sähköverkko Oy:n pienjännitevian korjausprosessia, vian ilmoittamisesta sen korjaamiseen. Työssäni laadittiin nykytilakuvaus, analysoiden pienjännitevian korjausprosessia. Lopuksi tarkasteltiin aihetta prosessin kehittämisen näkökulmasta. Työssä oli käytettävissä Loiste Sähköverkko Oy:n vikatilastointi vuosilta 2005–2016, joka käsitti 5907 rekisteröityä pienjännitevikatapausta.</p> <p>Loiste Sähköverkko Oy:ssä on havaittu tarve eri toimintaprosessien tarkastamiseen ja kehittämiseen. Pienjännitevian korjausprosessiin kohdistuvassa työssäni selvitettiin tähän asiaan liittyvät yksityiskohdat, tukemaan mahdollisesti myöhemmin tapahtuvaa prosessin kehitystä ja mahdollisesti siihen liittyvää päätöstentekoa.</p> <p>Tutkittaviksi yksityiskohdiksi prosessissa tunnistettiin vikojen määrä, laatu, ajankohta, kustannus ja viankorjauksien kehitysnäkökohdat.</p>		
Asiasanat Analysointi, pienjänniteverkko, prosessikehitys, viankorjaus		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date October 2016	Author Pertti Schroderus
Degree programme Electricity technic		
Name of thesis Low-voltage fault repair process analyzing and development		
Instructor Jussi Niskanen		Pages 43 + 1
Supervisor Jari Halme		
<p>The thesis studies Loiste Sähköverkko Oy low-voltage fault repair process, fault reporting of its repair. I will prepare a description of the current state of my work, analyzing the low-voltage fault-repair process. Finally, the topic from the perspective of the development process.</p> <p>The work had been available Loiste Sähköverkko Oy's fault statistics from 2005-2016, which consisted of 5907 registered a separate case of failure. Loiste Sähköverkko Oy need for the various operating processes review and development have been identified. Statement low-voltage Fault repair processes in my work the resilience to relevant details to support the development process and, possibly, the related decision-making.</p> <p>The details of the examination process, the number of identified defects, quality, timing, cost, and low-voltage fault development aspects.</p>		

Key words

Analysis, fault repair, low-voltage network, process development

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

AMR	automaattinen mittauksen lukujärjestelmä
CAPRICODE SYSTEM	automaattinen puhelinvastauspalvelu
KAH - ARVO	keskeytyksestä aiheutunut haitta
NIS	verkkotietojärjestelmä
TRIMBLE - DMS	käytöntukijärjestelmä
UTG – WEB	verkko- ja käytöntukijärjestelmien mobilekäyttö

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 SÄHKÖNJAKELUVERKKOLIIKETOIMINTA	2
2.1 Sähkönjakelujärjestelmä	2
2.2 Pienjännitejakeluverkon rakenne.....	3
3 LOISTE SÄHKÖVERKKO OY	5
4 JAKELUMUUNTAJA JA JAKELUMUUNTAMOT	7
5 SÄHKÖN JAKELUVERKKOTOIMINNAN VIRANOMAISVALVONTA.....	8
5.1 Vakiokorvaus.....	8
5.2 Laatukannustin	9
5.3 Keskeytyskustannukset.....	9
6 LOISTE SÄHKÖVERKKO OY:N PIENJÄNNITEVERKKO.....	10
6.1 Pienjänniteilmajohdot.....	10
6.2 Pienjännitemaakaapelit	11
7 PIENJÄNNITEVIAN KORJAUSPROSESSI	12
7.1 Pienjännitevian korjausprosessin tarkoitus ja yleiskuvaus	12
7.2 Pienjännitevian korjausprosessin kuvaus.....	13
8 KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI PIENJÄNNITEVIAN KORJAUKSESTA	15
8.1 Alkutilanne.....	15
8.2 Korjaustyön valmistelut	16
8.3 Korjaustyövaihe	17
8.4 Pienjännitekaapelivahingon korvaus	19
9 PIENJÄNNITEVIKOJEN ANALYSOINTI	20
9.1 Pienjännitevikojen aiheuttajat	20
9.2 Pienjännitevikojen vuosittainen määrä.....	21
9.3 Pienjännitevikojen määrät eri kuukausina	22
9.4 Pienjännitevikailmoitusten määrä eri tunneille	23
9.5 Pienjännitevikailmoitusten sijoittuminen valvomovarallaoloon ja kotivarallaoloon.....	23

9.6 Pienjännitevikailmoitusten vastaanoton kustannustarkastelu	24
9.7 Asiakasohje ennen vikailmoituksen tekemistä	25
Käyttöpaikan sähkölaitteiden tarkistukset.....	25
Käyttökeskuksen yhteystiedot.....	25
10 KÄYTTÖKESKUKSEN VALMIUS JA VIKOJEN VASTAANOTTO.....	27
10.1 Käyttökeskuksen päivystys ja varallaolo	27
10.2 Pienjännitevikailmoitukset.....	27
10.3 Capricode - vastaajapalvelu	27
10.4 Pienjänniteverkon valvonta.....	28
10.5 Vikailmoituksen vastaanottajan toiminta.....	29
11 PIENJÄNNITEVIAN KORJAUS	31
11.1 Loiste Sähköverkko Oy:n toiminnalliset vastuualueet	31
11.2 Sähköverkon keskeytystilanne	32
12 PIENJÄNNITEVIKAILMOITUSTEN MÄÄRÄ	33
13 SUURHÄIRIÖMÄÄRITTELY JA ERI TASOT.....	36
13.1 Suurhäiriö	36
13.2 Suurhäiriön päätyminen	36
14. SUURHÄIRIÖT JA KESTOAJAT	37
14.1 Suurhäiriötasot.....	37
Paikallinen pitkäkestoinen häiriö	37
Suurhäiriötaso 1	37
Suurhäiriötaso 2	37
Suurhäiriötaso 3	38
Supersuurhäiriötaso.....	38
Kanta- ja alueverkkohäiriöt.....	38
14.2 Pienjännitevikojen vastaanotto suurhäiriötilanteessa	38
15 PIENJÄNNITEVIANKORJAUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN.....	40
15.1 Pienjännitevikojen tilastointi käyttökeskuksessa.....	40
15.2 Viankorjausurakoitsijan ajoneuvokäytäntö.....	40
15.3 Vika-ilmoituksen välittämien urakoitsijalle	41
15.4 Pienjänniteverkon valvonnan kehittäminen.....	41

16 POHDINTAA	42
---------------------------	-----------

KUVIOT

KUVIO 4.1 Loiste Sähköverkko Oy:n jakelumuuntamot.....	7
KUVIO 4.2 Loiste Sähköverkko Oy:n jakelumuuntajat.....	7
KUVIO 6.1 Loiste Sähköverkko Oy:n pienjänniteilmajohdot	10
KUVIO 6.2 Loiste Sähköverkko Oy:n pienjännitemaakaapelit	11
KUVIO 7.2 Ote pienjänniteverkon viankorjauksen prosessikaaviosta	14
KUVIO 9.2 Pienjännitevikojen lukumäärän vuosittainen jakautuminen	21
KUVIO 9.3 Pienjännitevikojen lukumäärä eri kuukausina	22
KUVIO 9.4 Pienjännitevikojen lukumäärä eri tunneilla	23
KUVIO 10.4 AMR-DMS integraation käyttöpaikan hakutulos.....	29
KUVIO 12.1 Pienjännitevikailmoitusten määrä eri kuukausina	33
KUVIO 12.2 Pienjännitevikailmoitusten määrä eri viikonpäivinä	34
KUVIO 12.3 Pienjännitevikailmoitusten määrät eri kellonaikoina	35

KUVAT

KUVA 2.1 Esimerkki 20 kV keskijännitejohdosta ja kaksipylväsjakelumuun- tamosta	3
KUVA 3.1 Loiste Sähköverkko Oy:n verkkovastualue.....	5
KUVA 8.1 Pienjännitevikapaikan verkostokartta	15
KUVA 8.2 Jupiter - laitteisto on kytketty ryhmän syöttökaapeliin.....	17
KUVA 8.3 Oikosulku-/ katkaisulaite on kiinnitetty kaapeliin, ennen laitteen laukaisua..	18
KUVA 11.2 Loiste Sähköverkko Oy:n keskeytystilanne	32

TAULUKOT

TAULUKKO 9.1 Pienjännitevikojen aiheuttajat.....	20
TAULUKKO 9.5 Vikailmoitusten tilasto.....	24
TAULUKKO 9.6 Pienjännitevikojen vastaanottokustannukset	24

LIITTEET

LIITE 1 PROSESSI Pienjännitevian korjaaminen 24.3.2016	44
---	-----------

1 JOHDANTO

Pienjännitevian korjausprosessi valikoitui opinnäytetyön aiheeksi, yhdessä nykyisen työnantajani Loiste Sähköverkko Oy:n kanssa yhteisesti sovittuna. Viankorjausten kokonaismäärä muodostuu sähköverkkoalueellamme pienjännitevikojen lisäksi myös kantaverkon- ja keskijänniteverkon vioista. Työni rajauksessa päädyttiin pienjännitevikojen valintaan. Tämän valinnan uskottiin olevan riittävän laajan, käytettävissä olevan aikataulun puitteissa.

Merkittävimmän osan tutkimuksen pohja-aineistosta muodosti Trimble NIS – järjestelmästä saadut verkkokomponenttitiedot, sekä korjatuista pienjännitevioista ylöskirjatut vikatiedot kymmenen vuoden ajalta. Ensimmäiseksi opinnäytetyössä tuli selvittää nykytila pienjännitevian korjausprosessissa.

2 SÄHKÖNJAKELUVERKKOLIIKETOIMINTA

2.1 Sähkönjakelujärjestelmä

Sähkönjakelujärjestelmän teknisenä tehtävänä on siirtää sähkönvoimansiirtojärjestelmän kautta tuleva tai jakeluverkkoon liitettyjen voimalaitosten tuottama sähkö sähkön loppukäyttäjille. Sähkönjakelujärjestelmän osia ovat alueverkko (110 kV ja 45 kV), sähköasemat (110/10 kV, 110/20 kV ja 45/20 kV), keskijänniteverkko (10 ja 20 kV), jakelumuuntamot (10/0,4 kV ja 20/0,4 kV) sekä pienjänniteverkko (0,4 kV ja 1 kV).

Sähkönjakelujärjestelmän arvo on suuri. Suomen sähkönjakelujärjestelmän jälleenhankinta-arvo on n. 12 Mrd €. Jakelujärjestelmä koostuu monista yksittäisistä komponenteista ja johdoista. Suomen Jakelujärjestelmässä on n. 6250 km 110 kV johtoja, 750 kpl sähköasemia, 133 000 km keskijännitejohtoja, 103 500 jakelumuuntamoja sekä 218 000 km pienjännitejohtoja. Suurin osa jakeluverkoista on ilmajohtoverkkoa, 110 kV ja 20 kV ilmajohdot ovat tyypillisiä avojohtorakenteita. Pienjänniteverkoissa käytetään AMKA-riippukierrejohtoa tai AXMK-maakaapelia. Kaupungeissa ja taajamissa käytetään pääasiallisesti maakaapeli-verkkoja.

(Erkki Lakervi & Jarmo Partanen Sähkönjakelutekniikka 2008, 2.)



KUVA 2.1 Esimerkki 20 kV keskijännitejohdosta ja kaksipylväsjakelumuuntamosta. (kuva Pertti Schroderus 2016)

2.2 Pienjännitejakeluverkon rakenne

Jakeluverkkoja käytetään lähes aina säteittäisenä. Säteittäisessä verkossa häiriöiden rajoittaminen on helpompaa, oikosulkuvirrat pienemmät ja jännitteensäätö sekä suojauksen toteuttaminen yksinkertaisempaa kuin silmukoidussa. Rengaskäytöllä puolestaan saataisiin jännitteen alenema ja energiahäviöt pienemmiksi.

Pienjänniteverkot rakennetaan lähes aina säteittäisinä. Rakentamiskustannusten kannalta keskijänniteverkkokin olisi edullisinta rakentaa säteittäisiksi. Tavallisin ratkaisu kuitenkin on, että keskijänniteverkko keskeisiltä osiltaan rakennetaan silmukoiduksi, mutta renkaita käytetään avoimina. Jakorajoina ovat tavallisesti käsin ohjattavat tai kauko-ohjattavat erottimet. Silmukoinnilla parannetaan verkon käyttövarmuutta erilaisissa vika- ja huoltotilanteissa. Rakenteeltaan silmukoidussa verkossa johtovian vaikutukset voidaan rajoittaa yhteen erotinväliin. Etenkin taa-
jamien maakaapeliverkoissa pyritään siihen, että kullekin jakelumuuntamolle tulisi ainakin kaksi keskijännitesyöttöä. Koska keskijännitekaapelin viankorjaus on hidasta, on rengasyhteyksien rakentaminen kaapeliverkossa kannattavaa paljon useammin kuin nopeasti korjattavassa avojohtoverkossa. Sen sijaan haja-asutusalueilla etenkin asumattomien seutujen reunoilla johdot jätetään yleensä säteittäisiksi. Näissä olosuhteissa jakelun varmistavien rengasjohtojen kustannukset

tulisivat usein paljon suuremmiksi kuin niistä jakelun keskeytyskustannusten pienemisenä saatava hyöty. Verkkoyhtiöiden maantieteellisillä raja-alueilla varayhteyden muodostaminen naapuriyhtiön verkkoon on usein neuvottelemisen arvoista.

Jakeluverkkojen toimintaympäristö vaihtelee merkittävästi maan eri osissa. Kasvavissa taajamissa verkon kuormitukset kasvavat edelleen voimakkaasti, johtojen tehojen kasvu voi olla 3-5 % vuodessa. Tällöin kymmenessä vuodessa kuormitukset lisääntyvät 35–60 % ja tämän seurauksena verkkojen sähkötekniistä siirtokapasiteettia on jatkuvasti lisättävä ennen uusintainvestointien avulla. Huomattavan suuri osa Suomen jakeluverkoista sijaitsee kuitenkin alueilla, joissa johtojen ja muuntajien kuormitusten kasvu on hyvin pientä tai jopa negatiivista. Tällaisissa olosuhteissa verkoston kehittämisen kannalta keskeisiä asioita ovat verkoston käyttövarmuuden ylläpitäminen ja parantaminen sekä verkkokomponenttien ikääntymisen takia toteutettavat korvausinvestoinnit.

(Erkki Lakervi & Jarmo Partanen Sähkönjakelutekniikka 2008, 3.)

3 LOISTE SÄHKÖVERKKO OY

Loiste-konserniin kuuluu useita yhtiöitä. Loisteella on Suomessa yhteensä 200 000 asiakasta. Sähköverkkoa on Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla sekä kaukolämpöverkko Kajaanissa. Yhtiöiden palveluksessa on noin 60 energia-alan osaa-jaa, jotka toimivat tiiviissä yhteistyössä laajan kumppaniverkoston kanssa. Vuonna 2015 Loiste-yhtiöiden yhteenlaskettu liikevaihto oli noin 149 miljoonaa euroa.



KUVA 3.1 Loiste Sähköverkko Oy:n verkkovastuualue. (Adato Energia Oy)

Loiste Sähköverkko kuuluu Loiste-yhtiöihin. Loiste Sähköverkko vastaa sähkön siirrosta, sähköverkon rakennuttamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta sekä näihin liittyvien palvelujen ostosta verkkovastuualueellaan, joka kattaa kaikki Kainuun kahdeksan kuntaa sekä Pyhännän kunnan ja osan Siikalatvan ja Vaalan kunnista Pohjois-Pohjanmaalla.

Loisteen verkkoalue on 22 500 neliökilometriä eli 7,2 % Suomen pinta-alasta. Sähköverkon pituus on 13 100 km eli 3,3 % Suomen sähköverkosta. Haastava verkkoalue on laajaa ja harvaanasuttua maaseutua, jossa on runsaasti metsää ja vaara-alueita. Kainuu on myös Suomen lumisimpia maakuntia.

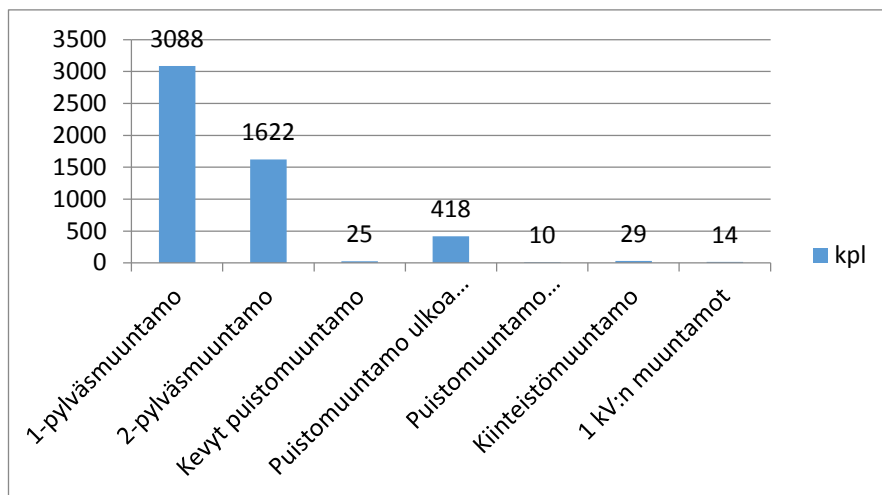
Loiste Sähköverkolla on 37 300 liittymää eli 2,2 % Suomen liittymistä. Sähkönkäyttöpaikkoja on 58 400 kpl eli 1,7 % Suomen käyttöpaikoista. Laaja verkkoalue on harvaanasuttua, sillä asukastiheys on 3,6 asukasta/ km^2 (koko maa 17,2 asukasta/ km^2). Vuonna 2015 kulutukseen siirretty sähkömäärä jakelu- ja alueverkossa oli 772 GWh.

Loiste-konsernin toiminta on sertifioitua ja perustuu standardeihin ISO 9001:2008 laatu järjestelmä, ISO 14001:2004 ympäristöjärjestelmä ja OHSAS 18001:2007 terveys & työturvallisuus.

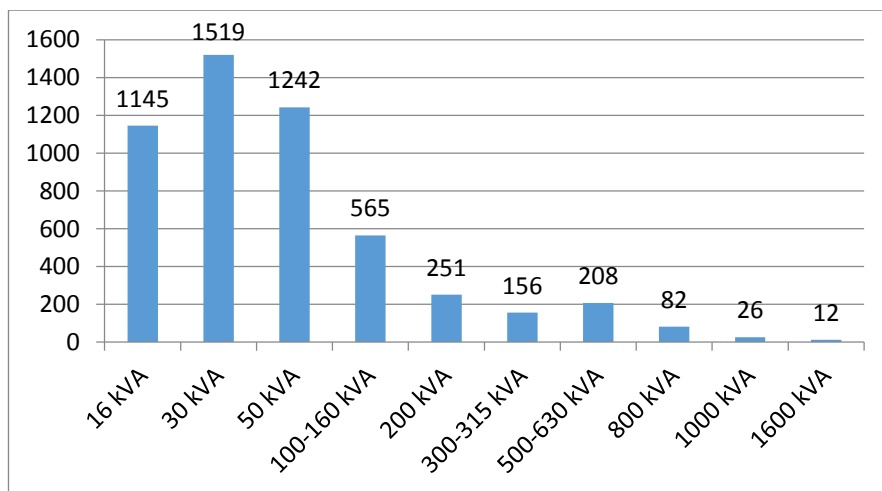
(Loiste Sähköverkko Oy 2016.)

4 JAKELUMUUNTAJA JA JAKELUMUUNTAMOT

Loiste Sähköverkko Oy:n verkkoalueella on jakelumuuntajia 5206 kappaletta. Muuntamorakenteista pylväsmuuntamoiden osuus on selvästi suurin, mikä osoittaa jakeluverkkomme laajaa maaseutupainotteisuutta. Jakelumuuntajien nimellisteholuokassa lukumäärällisesti 75 % muodostuu 16–50 kVA muuntajista.



KUVIO 4.1 Loiste Sähköverkko Oy:n jakelumuuntamot 1.1.2016.



KUVIO 4.2 Loiste Sähköverkko Oy:n jakelumuuntajat 1.1.2016.

5 SÄHKÖN JAKELUVERKKOTOIMINNAN VIRANOMAISVALVONTA

Loiste Sähköverkko Oy:n toiminta kuuluu Energiavirasto asettaman, sähkön jakeluverkkotoimintaan liittyvään valvontamenettelyn piiriin. Valvontamenettelyt on jaettu ajallisesti neljän vuoden pituisiin valvontajaksoihin. Tällä hetkellä valvontajaksoissa ollaan ajallisesti neljännessä jaksossa, joka käsittää aikavälin 1.1.2016 – 31.12.2019. Tässä on esitelty tämän työn kannalta olennaiset kohdat, viranomaisvalvonta on paljon laajempi kokonaisuus.

Energiaviraston valvontamenettelyn tavoitteena on verkkopalvelujen hinnoittelun kohtuullisuuden säilyttäminen ja korkean laadun varmistaminen.

(Energiavirasto, valvontamenetelmät 2016.)

5.1 Vakior korvaus

Sähkönmarkkina laissa (100 §) on määritelt y sähköntoimituksen yhtäjaksoisen keskeytymisen perusteella vakior korvaus, joka maksetaan loppukäyttäjän vuotuisen siirtopalvelumaksuun sidottuna seuraavasti:

- 1) 10 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 12 tuntia mutta vähemmän kuin 24 tuntia;
- 2) 25 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 24 tuntia mutta vähemmän kuin 72 tuntia;
- 3) 50 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 72 tuntia, mutta vähemmän kuin 120 tuntia;
- 4) 100 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 120 tuntia, mutta vähemmän kuin 192 tuntia;
- 5) 150 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 192 tuntia, mutta vähemmän kuin 288 tuntia;
- 6) 200 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 288 tuntia.

Loppukäyttäjälle kalenterivuoden kuluessa maksettavien vakior korvausten määrä on kuitenkin enintään 200 prosenttia vuotuisesta siirtopalvelumaksusta tai 2000

euroa. (Sähkömarkkinalaki 100§ Vakiokorvaus sähkönjakelun tai sähkötoimituksen vuoksi 2013.)

5.2 Laatukannustin

Energiaviraston valvontamenettelyn yhtenä osana ovat erilaiset kannustimet. Yksi näistä kannustimista on laatukannustin, jonka tarkoitus on kannustaa verkonhaltijaa kehittämään sähkönsiirron ja – jakelun laatua. Sähkömarkkinalaissa on määriteltä toimintavarmuustaso, joka verkonhaltijan tulee vähintään saavuttaa. Laatukannustimen tavoite on myös ohjata verkonhaltijaa oma-aloitteeseen kehitystyöhön sähkönsiirron ja – jakelun osalta.

(Energiavirasto, valvontamenetelmät 2016.)

5.3 Keskeytyskustannukset

Sähkönjakelun keskeytyksestä lasketaan kustannukset keskeytysajan ja yksikköhintojen mukaisesti. Saatu tulos on keskeytyksestä aiheutuneen haitan rahallinen arvo eli KAH-arvo, joka kuuluu yhtenä osana Energiavirastolle tehtävään raportointiin.

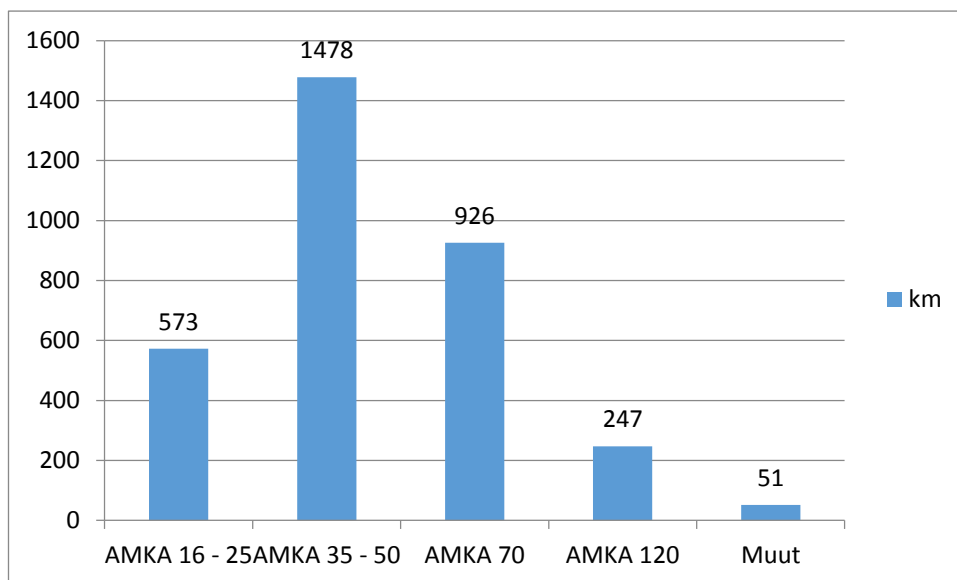
(Energiavirasto, valvontamenetelmät 2016.)

6 LOISTE SÄHKÖVERKKO OY:N PIENJÄNNITEVERKKO

Loiste Sähköverkko Oy:n pienjänniteverkko käsittää 5590 kilometriä, ilmajohtoja ja maakaapelia.

6.1 Pienjänniteilmajohdot

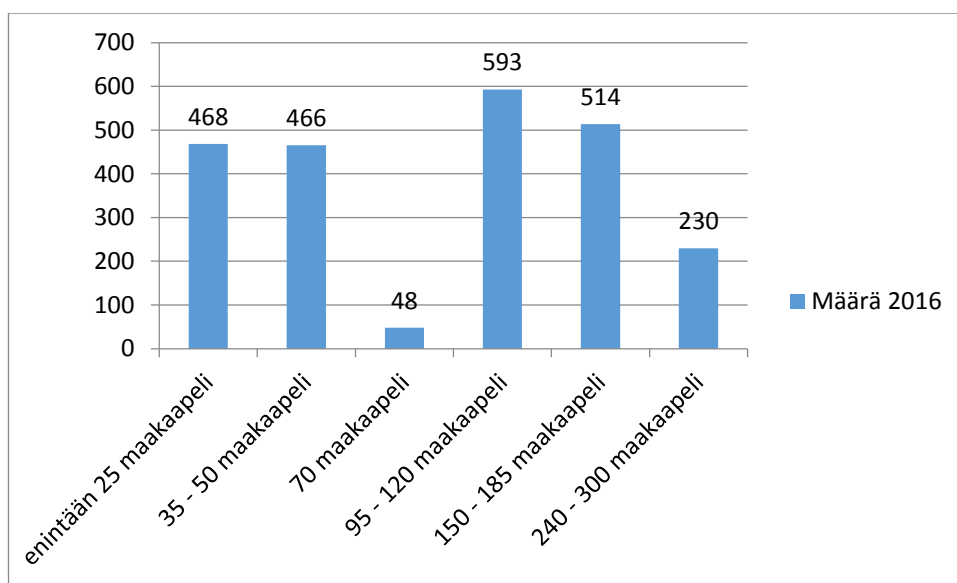
Pienjänniteverkon ilmajohtojen osuus on 3275 km. Avolinjojen osuus on supistunut systemaattisen vaihtotyön ansiosta 51 kilometriin. Tulevaisuudessa pienjännitteiset avojohdot tulevat poistumaan rakenneratkaisuna saneeraustöiden edetessä.



KUVIO 6.1 Loiste Sähköverkko Oy:n pienjänniteilmajohdot. (Loiste Sähköverkko Oy:n Energiaviraston verkonarvotilastointi 1.1.2016)

6.2 Pienjännitemaakaapelit

Pienjännitemaakaapeleiden osuus on Loiste Sähköverkko Oy:n alueella 2318 km. Maakaapeloinnin määrä on lisääntymässä, verkkoon tehtävien saneerauksien yhteydessä. Maakaapelointi ei ole yksinomaan taajama-alueilla suoritettava kaapelointitapa, sitä käytetään myös maaseudulla. Maakaapelin asentamiseen liittyvän auraustekniikan kehittyminen on lisännyt maakaapeleiden käyttöä.



KUVIO 6.2 Loiste Sähköverkko Oy:n pienjännitemaakaapelit vuonna 2016. (muokailen Loiste Sähköverkko Oy:n Energiaviraston verkonarvotilastointi 1.1.2016)

7 PIENJÄNNITEVIAN KORJAUSPROSESSI

Loiste Sähköverkko Oy:n pienjänniteviankorjauksesta on tehty kirjalliset määritykset ja kuvaukset, joissa tätä korjaustoimintaa on käsitelty omana prosessina. Määritysten ja kuvausten osalta tavoitteena on, että prosessinomainen toiminta ja dokumentointi vastaavat mahdollisimman hyvin toisiaan.

Prosessin dokumentointi tarkastetaan määräajoin ja tarvittaessa tehdään päivityksiä pienjänniteviankorjaustoiminnassa tapahtuneiden muutosten osalta. Tavoitteena prosessinmukaisessa toiminnassa on toteutuneen laadun varmistaminen ja sen jatkuva kehittäminen.

7.1 Pienjännitevian korjausprosessin tarkoitus ja yleiskuvaus

Prosessin tarkoituksena on vastaanottaa vikailmoitus ja selvittää, mihin verkon osaan vika kuuluu. Tämän jälkeen tehdään vikapaikan rajaaminen siten, että sähkönjakelun keskeytyksen piiriin jää mahdollisimman vähän asiakkaita. Vian analysoinnin perusteella ratkaistaan viankorjausaikataulu. Sähkön puuttuminen asiakkaalta käynnistää välittömän viankorjauksen.

Osa pienjännitevioista (noin 50 %) on sähkönkäyttäjän omistamassa verkossa, jolloin vian selvittämien ja korjaaminen jää sähkönkäyttäjän omalle vastuulle. Näiden vikojen korjaamiseksi asiakasta opastetaan tapauskohtaisesti, asiakkaan kanssa käytävässä puhelinkeskustelussa. (haastattelu: valvomoteknikko Jari Moilanen 3.11.2016)

Vian todellinen sijainti voi selvitä vasta käyttöpaikalla tapahtuvalla korjauskäynnillä. Loiste Sähköverkko Oy:llä on näihin tilanteisiin oma tuote: verkon kuntoisuuden selvittäminen. Tällä tuotteella selvitetään Loiste Sähköverkko Oy:lle kuuluvan jakeluverkon toimivuus.

Vikailmoitusten vastaanotto tapahtuu pääsääntöisesti käyttökeskuksen toimesta. Puhelun vastaanottanut henkilö kirjaa ilmoitetun vian TRIMBLE DMS -

käytöntukijärjestelmään. Vikailmoituksen vastaanottotilanteessa selvitetään, onko vika Loiste Sähköverkko Oy:n jakeluverkossa vai asiakkaan sähköverkossa.

Sähkövian paikallistamisen jälkeen vika-alue rajataan mahdollisimman pieneen osaan sähköverkkoa. Rajauksen tarkoituksena on palauttaa sähkönjakelu ennalleen siten, että mahdollisimman vähän asiakkaita jää sähköttömäksi. Vian rajausta ja korjaus tapahtuvat korjaustyöstä sovitun urakoitsijan toimesta.

Mikäli vikatilanteessa sähköt ovat osittain tai kokonaan poikki ja mikäli sähkönlaatuun liittyy ongelmia, jatkuu viankorjaustyö kiireellisenä. Ei-kiireellisissä tilanteissa, eli silloin kun sähkönjakelu ei ole keskeytynyt, viat korjataan rakennuttamisen prosessin mukaisesti myöhemmin.

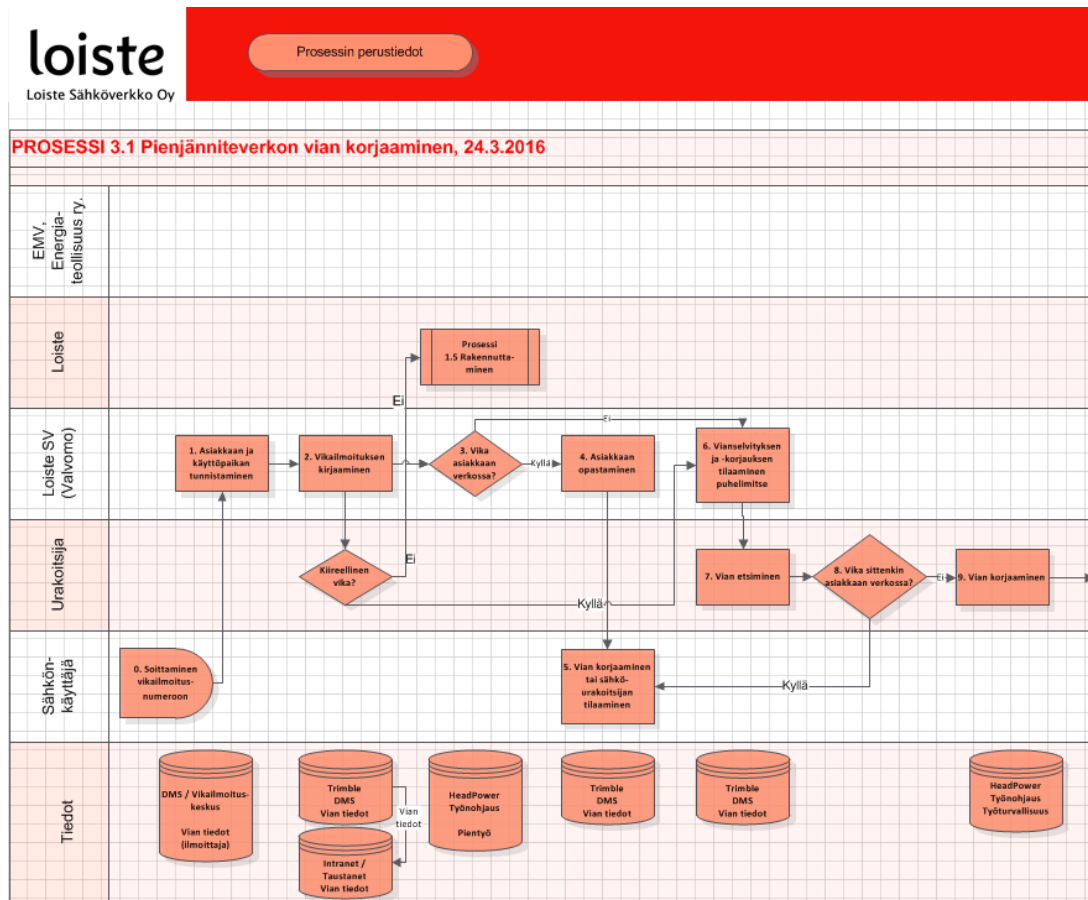
Jokaiselle sähkönjakelukeskeytykselle tehdään keskeytysanalyysi, jonka avulla lasketaan ja hyväksytään keskeytyksen perustiedot raportointia varten. Hyväksytyistä keskeytystiedoista muodostetaan keskeytysraportit, Loiste Sähköverkko Oy:n sisäistä käyttöä ja viranomaisia varten.

Pienjännitevian korjaustyön laskutus perustuu työtilauksesta tehtyyn laskutusehdotukseen. Laskutusehdotukselle kirjataan käytetyt työtunnit, ajokilometrit ja korjaustarvikkeet. Jokaisesta kirjauksesta on olemassa oma yksikköhintansa, jonka mukaan pienjänniteviasta suoritettava laskun loppusumma muodostuu.

7.2 Pienjännitevian korjausprosessin kuvaus

Loiste Sähköverkko Oy:n johtamiseen liittyvät eri liiketoiminta-alueilla tehtävät prosessien kuvaukset. Näissä kuvauksissa laaditaan keskeisimpien liiketoimintojen prosesseista kirjallinen kuvaus ja tätä täydennetään erikseen ylläpidettävällä kaaviokuvalla. Kaaviokuvan y-akselille sijoitetaan prosessiin liittyvät eri osapuolet ja resurssit. Vastaavasti x-akselin suuntaan kuvataan prosessin eteneminen ajan suhteessa. Prosesseja käydään prosessinomistajien johdolla läpi kaksi kertaa vuodessa. Tarkistuksissa päivitetään prosessiin liittyvät dokumentoinnit. Näissä tilaisuuksissa prosessin kehittyminen ja virtaviivaistaminen konkretisoituu. Säännöl-

listen tarkastelujen tavoitteena on, että toimintaprosessi kehittyy ja tarkentuu koko toiminnan ajan. (LIITE 1)



KUVIO 7.2 Ote pienjänniteverkon viankorjauksen prosessikaaviosta. (Loiste Sähköverkko Oy, Pienjänniteverkon vian korjaaminen 24.3.2016.)

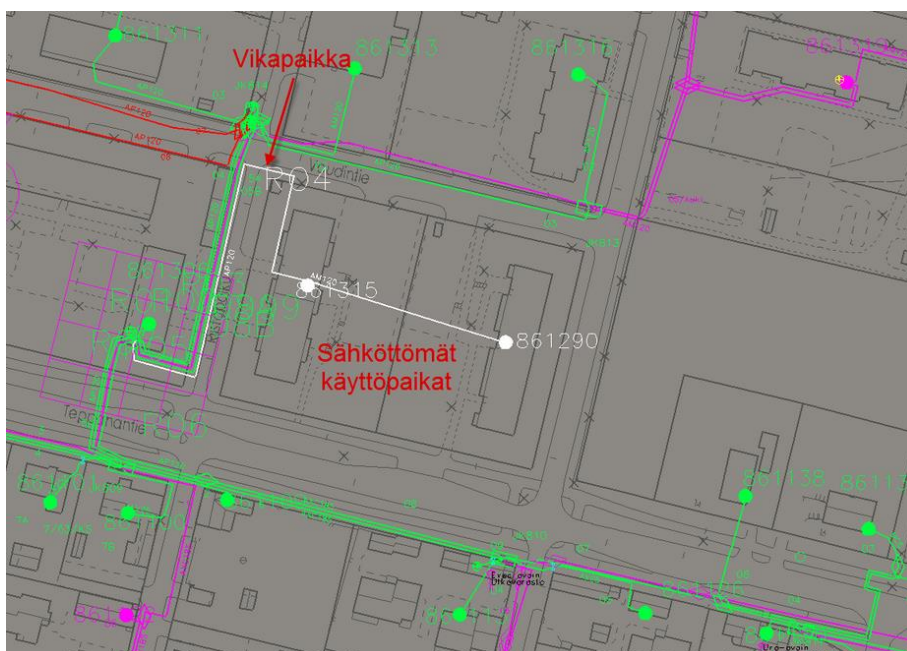
8 KÄYTÄNNÖN ESIMERKKI PIENJÄNNITEVIAN KORJAUKSESTA

Työskennellessäni Loiste Sähköverkko Oy:n käyttökeskuksessa otin vastaan viikailmoituksen, jossa kerrottiin jakelualueemme taajamassa olevasta pienjänniteviasta. Minulle tarjoutui mahdollisuus päästä tutustumaan viankorjaustyöhön ja liityin mukaan viankorjausryhmään. Korjaustyöstä minulta on aiempaa omakohtaista kokemusta työurani alkuvuosilta sähköasentajana toimiessani.

8.1 Alkutilanne

Vikailmoituspuhelussa ilmeni, että kaivinkonetyömaalla oli katkennut halkaisijaltaan n. 30 mm vahva sähkökaapeli. Heti tämän jälkeen tuli soitto kaapelivahinkopaikan viereisestä kerrostalosta. Puhelusta selvisi, että sähkönjakelu oli keskeytynyt muutamia minuutteja aiemmin.

Ilmoitin alueen viankorjauksesta vastaavalle työnjohtajalle vahingosta ja tilasin viankorjauksen.



KUVA 8.1 Pienjännitevikapaikan verkostokartta.

(Loiste Sähköverkko Oy, ote TRIMBLE DMS - verkostokartta 2016)

8.2 Korjaustyön valmistelut

Vikapaikasta oli kirjattu ylös paikka (katujen nimet), missä kaapelivahinko oli sattunut. Tämän lisäksi selvitettiin muuntopiirin numero, muuntajan pienjännitelähdön numero ja suojaavien sulakkeiden koko kyseisellä pienjänniteryhmällä. Tämän lisäksi selvitettiin kerrostaloa syöttävän kaapelin tyyppi, joka oli APAKM 3x120+120. Kysymyksessä oli maakaapeli, jossa kaapelin uloimmaisen muovivaipan alla on alumiinivaippa ja vaihejohtimet on suojattu öljykyllästetyllä paperilla. Tätä kaapelityyppiä ei nykyisin asenneta Loiste Sähköverkkoalueen uusissa maakaapeloinneissa, koska muovivaippaiset kaapelit ovat korvanneet tämän kaapelityypin.

Korjaustyön suorittamiseksi varustettiin työkunta-autoon tarvittavat tarvikkeet. Menimme vikapaikalle ja siellä selvisi, että kohteessa oli rikkoutunut kolme erillistä kaapelia. Yksi rikkoutuneista kaapeleista oli kerrostalojen pihavalaistukseen kuuluva syöttökaapeli ja siitä ilmoitettiin erikseen kyseisen kiinteistön huollosta vastaavalle henkilölle. Toinen kaapeleista kuului puhelinyltyölle ja siitä ilmoitettiin paikalliselle puhelinoperaattorille. Kolmas kaapeli oli aiemmin määritelty, kahta kerrostaloa syöttävä pienjännitekaapeli.

Korjattavaa kaapelia syötettiin naapurikerrostalon kellarimuuntamosta, ryhmältä 4. Menimme muuntamotilaan ja siellä todettiin kaikkien kolmen 160 ampeerin sulakkeen toimineen. Sulakkeet poistettiin varokkeesta ja ryhmä varustettiin kielto-kilvellä sähkötyöturvallisuusohjeiden mukaisesti. Kielto-kyltillä estetään, että vikakohteeseen ei kukaan henkilö kytke jännitettä, joka vaarantaisi korjaustyötä tekevää henkilöstöä.

Tämän jälkeen muuntamalla asennettiin kaapelitutkan lähetin syöttämään tunnistesignaalia korjattavaan kaapeliin. Kaapelitutkan vastaanottimella varmistettiin, että kyseessä on sama kaapeli, mikä verkostokartasta oli nähtävissä. Samalla kaapelireitillä oli kartan mukaan neljä muuta kaapelia, joten kaapelitutkaus oli välttämätön turvallisuustoimenpide.



KUVA 8.2 Jupiter - laitteisto on kytketty ryhmän syöttökaapeliin. (kuva Hannu Korhonen 2016)

8.3 Korjaustyövaihe

Varsinainen kaapelijatkosten tekovaihe aloitettiin katkaisemalla kaapeli siihen erikseen suunnitellulla kaapelinkatkaisulaitteella, jossa pienen räjähdyspatruunan avulla kaapeli saadaan katkaistua ja samalla oikosuljettua. Toimenpiteen ohjaaminen tapahtuu vedettävän laukaisunarun avulla, turvallisen etäisyyden päästä.



KUVA 8.3 Kaapelin katkaisulaite on kiinnitetty kaapeliin. (kuva Hannu Korhonen 2016)

Kaapelijatkoksia tehtiin tässä viankorjaustyössä kaksi kappaletta ja jatkoksien välinen vaurioitunut maakaapeli korvattiin uudella kaapelilla. Vaihejohtimien liitokset tehtiin työkalulla kiristettävillä momenttiruuviliittimillä. Liittimen kiristysvaiheessa liittimen kiristyspultit on mitoitettu siten, että kiristysruuvi katkeaa oikean kiristysmomentin saavutettuaan. Vaihejohtimien eristäminen tehtiin puhalluslampulla lämmitettävillä kutistemuoviholkeilla. Samoin uloimmaksi kaapelin vaipaksi laitettiin kutistemuovikerros. Työn valmistuttua kaapeliin kytkettiin jakelujännite ja oikean vaihejärjestyksen säilyminen varmistettiin sähkökatkoksen piirissä olleesta kerrostalosta, sen pääkeskustilasta. Samalla myös jännitemittauksella var-

mistettiin, että kaikki kolme vaihetta tuli käyttöpaikalle. Korjaustyö oli siis onnistunut oikealla tavalla.

8.4 Pienjännitekaapelivahingon korvaus

Katutyömaalle oli tilattu maakaapelinäyttö, ennen kaivutyön suorittamista ja kaapelinnäyttäjä oli merkinnyt kaapelitutkauksella selvitetyn kaapelireitin spraymaalilla maaperään. Tämän lisäksi kaivutyötä suorittavalle konemiehelle oli annettu kartta, jossa kaapelien reitti on merkitty. Tässä tapauksessa kaapelikorjauksen lasku lähetettiin kaivutyön tilaajalle, koska kaapelinnäytöstä huolimatta kaapeli rikottiin työn aikana.

Ennen maankaivutyön aloittamista tulee aina tilata maakaapelinäyttö maankaivukohteeseen. Loiste Sähköverkko Oy tarjoaa ilmaisen kaapelinnäytön ja merkitsee maalimerkein kaapelireitin niissä paikoissa, jossa tuleva työmaa on lähellä kaapelireittiä.

9 PIENJÄNNITEVIKOJEN ANALYSOINTI

Pienjännitevikojen määrän analysoinnissa käytettiin Loiste Sähköverkko Oy:n vikatietokantaa vuosilta 2005–2016. Vikatilasto käsitti 5907 erillistä pienjännitevikatapausta, ja niiden perusteella tehtiin seuraavia havaintoja.

9.1 Pienjännitevikojen aiheuttajat

Tilastoitujen vianaiheuttajien listauksessa lukumäärällisesti suurimman ryhmä muodostavat tuntemattomaksi kirjatut vikatapaukset. Vikatapaus kirjataan tuntemattomaksi silloin, kun sähkövika saadaan korjattua, mutta vian aiheuttaja jää usein tunnistamatta. Tämä tilanne tulee esimerkiksi niissä vikatapauksissa, kun muuntajalta palanut ryhmäsulake vaihdetaan uuteen ja sähkönjakelu palautuu normaaliksi. Tällaisissa tapauksissa verkon tarkastuksesta huolimatta vian aiheuttaja jää usein tuntemattomaksi.

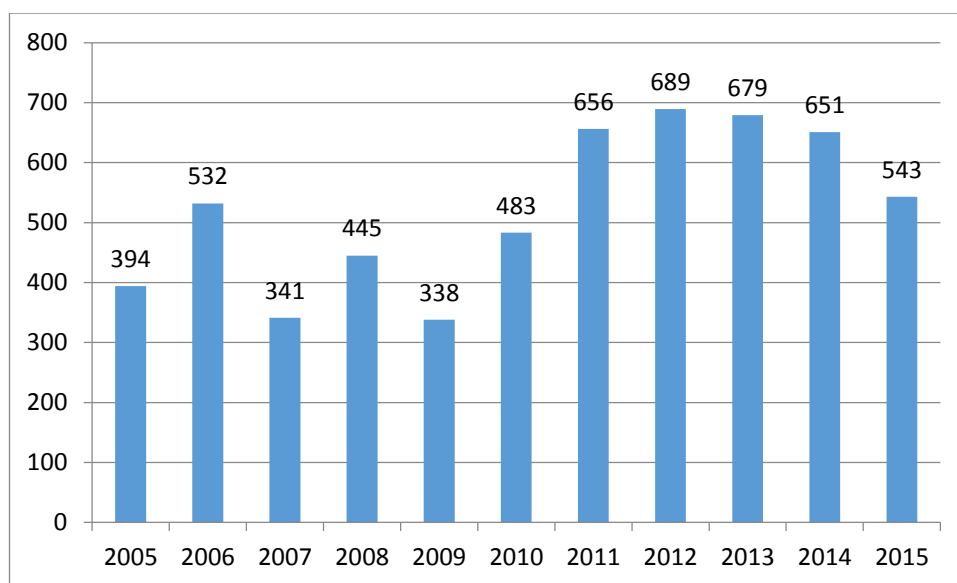
TAULUKKO 9.1 Pienjännitevikojen aiheuttajat.

(mukaillen Loiste Sähköverkko Oy, TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016)

Aiheuttaja	kpl
Tuntematon/määrittelemätön	3455
Rakenneviat	543
Tuuli ja myrsky	398
Ukkonen (salamointi)	323
Ulkopuoliset (muu)	309
Ulkopuoliset (maan kaivu)	281
Lumi ja jää (kuorma)	202
Lumi ja jää (puu)	122
Ulkopuoliset (puun kaato)	94
Muut sää- ja luonnonilmiöt/eläimet	91
Verkonhaltijan toiminta	84
Ulkopuoliset/Ilkivalta	5
Yhteensä	5907

9.2 Pienjännitevikojen vuosittainen määrä

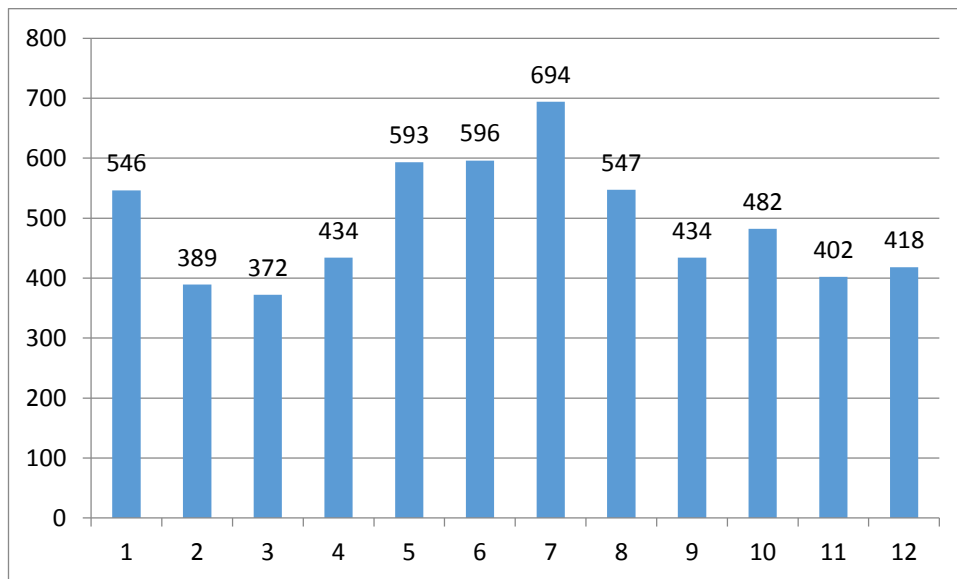
Pienjännitevikojen vuosittainen määrä on vakiintunut 500...700 tasolle, vuoden 2011 jälkeen. Vuoden 2016 osalta on lukumäärä jätetty pois, koska tilastointia on käytettävissä ainoastaan muutamalta kuukaudelta. Nykymuotoinen vikojen dokumentointitapa TRIMBLE DMS – järjestelmässä on vuodesta 2011 alkaen.



KUVIO 9.2 Pienjännitevikojen lukumäärän vuosittainen jakautuminen
(mukaillen Loiste Sähköverkko Oy TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016.)

9.3 Pienjännitevikojen määrät eri kuukausina

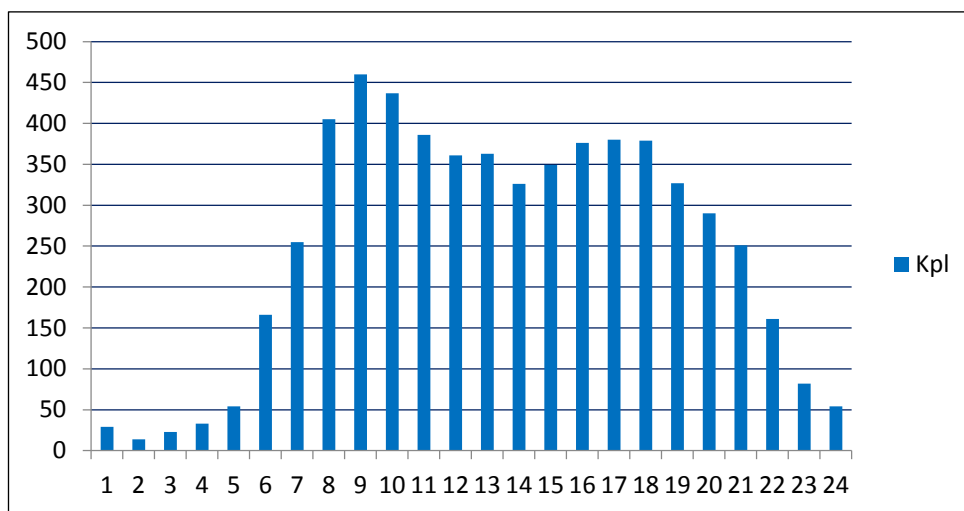
Kuukausittaisessa pienjännitevikojen määrässä on nähtävissä kesäkuukausien osalta ilmastollisten ylijännitteiden vaikutus. Talvikuukausien osalta tammikuussa oli vikoja eniten. Tämä johtui lumi- ja jääkuorman vaikutuksesta ilmajohtoverkkoon.



KUVIO 9.3 Pienjännitevikojen lukumäärä eri kuukausina (mukaillen Loiste Sähköverkko Oy, TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016)

9.4 Pienjännitevikailmoitusten määrä eri tunneille

Pienjännitevikailmoituksista suurin osa sijoittuu ajankohtaan, jolloin käyttökeskuksesta käsin suoritetaan valvontatehtävää, vuorolistan mukaisesti. On myös huomattava, että vikailmoitusten määrä sijoittuu suurimmaksi osaksi ajankohtaan, jolloin ollaan valveilla. Tällöin myös havainnointi sähköjen toimivuudesta ja mahdollisesta vikatilanteesta ilmoittaminen on luonnollisempaa.



KUVIO 9.4 Pienjännitevikojen lukumäärä eri tunneilla. (mukaillen Loiste Sähköverkko Oy TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016)

9.5 Pienjännitevikailmoitusten sijoittuminen valvomovarallaoloon ja kotivarallaoloon

Vikailmoituspuhelujen jakautumisen selvittämiseksi tarkastettiin 12 kuukauden jaksoa, vuosilta 2014 – 2015. Pienjännitevikailmoituksia rekisteröitiin puheluista yhteensä 3633 kpl. Puhelujen määristä selvitettiin niiden sijoittumisesta valvomossa tapahtuvaan päivystykseen ja päivystysvuorossa tapahtuvaan kotivarallaoloon.

TAULUKKO 9.5 Vikailmoitusten tilasto. (Capricode - puhelutilasto, pienjännitevikailmoitukset 2016)

Ajankohta	Kaikki kpl	Valvomovarallaolo kpl	Kotivarallaolo, kpl		
			ma-pe	la	su
Talvi	3106	2706	171	120	109
Kesä	527	366	121	26	14
Yhteensä	3633	3072	292	146	123
Prosenttiosuus	100 %	85 %	8 %	4 %	3 %

Tutkittavan vikaotannan analysoinnin perusteella 85 prosenttia pienjännitevikailmoituksista sijoittui valvomossa tapahtuvaan vuorotyöhön. Kotivarallaoloon sijoittuvien pienjännitevikailmoitusten määrä on 15 prosenttia.

9.6 Pienjännitevikailmoitusten vastaanoton kustannustarkastelu

Seuraavassa laskelmassa tarkastellaan pienjännitevikojen vastaanoton kustannuksia niistä pienjännitevioista, jotka vuorossa oleva varallaolija ottaa vastaan kotivarallaolossa. Loppusumma edustaa tämän työn hintaa nykyisellä tavalla toteutettuna.

TAULUKKO 9.6 Pienjännitevikojen vastaanottokustannukset vuodessa. (mukailen Loiste Sähköverkko Oy, tilastot 2016)

Pienjännitevikojen vastaanotto	Ma-Pe, kpl	Palkkakerroin	Sivukulukerroin	Tuntipalkka	Kustannus
Talviaika					
Arkipäivä	171	1,0	1,23	xx,xx	xx,xx
Lauantai	120	1,5	1,23	xx,xx	xx,xx
Sunnuntai	109	2,5	1,23	xx,xx	xx,xx
Talviaika yhteensä					xx,xx

Kesäaika					
Arkipäivä	121	1,0	1,23	xx,xx	xx,xx
Lauantai	26	1,5	1,23	xx,xx	xx,xx
Sunnuntai	14	2,5	1,23	xx,xx	xx,xx
Kesäaika yhteensä, €					xx,xx
Kustannukset yhteensä					xx,xx

9.7 Asiakasohje ennen vikailmoituksen tekemistä

Loiste Sähköverkko Oy:n kotisivulla on asiakkaille ohje, jossa pyydetään tekemään seuraavat tarkistukset ennen vikailmoituksen tekemistä:

Käyttöpaikan sähkölaitteiden tarkistukset

Jos jokin sähkölaitte lakkaa toimimasta, tarkista ensin, ettei laite ole rikki. Kokeile myös, ettei vika ole pistorasiassa kytkemällä siihen toinen laite.

Seuraavaksi tarkista sähkökeskuksesta, onko sulake palanut tai johdonsuoja-automaatti lauennut. Muista tarkistaa myös pääsulakkeet, palaako punainen vika valo kulutusmittarissa. Jos sulake on palanut viallisen sähkölaitteen takia, huollata laite sähköliikkeessä tai poista se käytöstä.

Etenkin pienissä asunnoissa sulakkeen palaminen voi johtaa koko kodin pimemiseen. Jos sulakkeen vaihtaminen ei auta, vika voi olla laajempi. Ennen sähköyhtiöön soittamista tarkista kuitenkin, onko naapurilla sähkö.

Käyttökeskuksen yhteystiedot

Vikailmoitusnumero on 0800 9 2500. Numero toimii ympäri vuorokauden.

Verkkoalueeseemme kuuluvat Kainuun kunnat sekä Pohjois-Pohjanmaalla Pyhännän kunta ja entisen Kestilän kunnan alue uudessa Siikalatvan kunnassa.

Yksittäisistä sähkön toimitusvarmuutta tai sähköturvallisuutta vaarantavista puista pyydämme ilmoittamaan sähköpostilla osoitteeseen valvomo@loiste.fi tai puhelimitse 0800 9 2500.

Lisäksi Loiste Sähköverkko Oy:n sivuilta on linkki, josta pääsee kaikkien sähköyhtiöiden häiriösivuille ja yhteystietoihin.

10 KÄYTTÖKESKUKSEN VALMIUS JA VIKOJEN VASTAANOTTO

Loiste Sähköverkko Oy:n käyttökeskuksessa, pienjännitevikojen vastaanottaminen on toteutettu seuraavien sovittujen toimintatapojen mukaisesti. Suurhäiriötilanteita varten on laadittu omat toimintatavat ja ohjeistukset.

10.1 Käyttökeskuksen päivystys ja varallaolo

Käyttökeskuksen toiminta on jaettu talvi- ja kesäaikaiseen varallaoloon. Kesäaika muodostuu kesäkuun puolestavälistä, elokuun puoleen väliin. Kesäaikana vuorossa oleva päivystäjä on käyttökeskuksessa 07:00-17:00. Talviaikana on päivystys käyttökeskuksessa arkipäivisin 06:00-21:00 ja viikonloppuisin 09:00-17:00. Muuna aikana päivystysvuorossa oleva henkilö suorittaa tehtävänsä kotona tapatuvasa varallaolossa. Kotivarallaoloon on olemassa tekninen valmius, jolla päivystäjä saa vikailmoitukset ja pystyy suorittamaan kauko-ohjauksella osan käyttötoimenpiteistä.

10.2 Pienjännitevikailmoitukset

Pienjännitevikailmoitukset otetaan vastaan pääsääntöisesti puhelimitse. Mikäli puhelinpalvelu on ruuhkautunut, vikailmoituksen voi sanella myös Capricode – vastaajapalvelun. Saneltu ääniviesti on kuunneltavissa käyttökeskuksen sähköpostipalvelusta jälkikäteen. Sähköpostilla on myös mahdollista lähettää erillinen vikailmoitus. Tämä tulee kysymykseen sen tyyppisissä vikailmoituksissa, joissa viankorjaukselle ei ole välitöntä tarvetta. Esimerkkinä sähköpostilla lähetettävästä vikailmoituksesta voi mainita tilanteen, jossa ilmajohdon päälle on kaatunut puu, mutta sähkönjakelu toimii edelleen normaalisti.

10.3 Capricode - vastaajapalvelu

Käyttökeskuksen vikailmoituspuhelimeen on kytketty Capricode-vastaajapalvelu, joka tunnistaa TRIMBLE DMS -käytöntuen järjestelmästä sähköverkossa olevat jakeluhäiriötilanteet. Vastaajapalvelu tunnistaa keskeytystilanteen muuntopiirin tarkkuudella, eli yksittäisen muuntopiirissä olevan asiakkaan vikatieto ei tule vas-

taajapalvelun tietoon. Kun muuntopiiri on kokonaan sähkötön, vastaajapalvelu tunnistaa ja muodostaa siitä automaattisen vastaajaviestin. Asiakkaan soittaessa vikanumeroon vastaajapalvelun puheviesti kertoo voimassa olevat sähkövika-alueet. Capricode-vastaajapalvelu tunnistaa TRIMBLE DMS -käytöntukijärjestelmästä vallitsevan vikatilanteen ja automaattivastauksen sisältö muotoutuu tämän perusteella. Mikäli asiakas tunnistaa ääniviesti-ilmoituksesta kuuluvansa vastaajapalvelussa ilmoitettuun vika-alueeseen, erillistä tarvetta vikailmoitukselle ei ole. Asiakas voi lopettaa vikailmoituspuhelun, koska vallitsevan vikatilanteen taustalla on laajempi sähkökatkos, jonka vaikutuspiiriin asiakkaan käyttöpaikka todennäköisesti kuuluu. Jos asiakkaalla on sähkönjakelukeskeytykseen liittyvää lisätietoa, kuten vikapaikkahavainto, voidaan se jättää automaattisten ääniviesti-ilmoitusten jälkeen. Automaattinen vastausviesti opastaa lopuksi odottamaan, mikäli asiakkaalla on tarve keskustella valvomohenkilön kanssa.

Capricode-vastaajapalvelussa on mahdollista ohjata tulevat vikailmoitukset erilliseen soittosarjaan, joka tulee kysymykseen suurhäiriötilanteessa. Asiakaspalvelusta ennakoon koulutettu vastaajaryhmä kytkeytyy soittosarjaan ja ryhtyy vastaanottamaan vikailmoituksia.

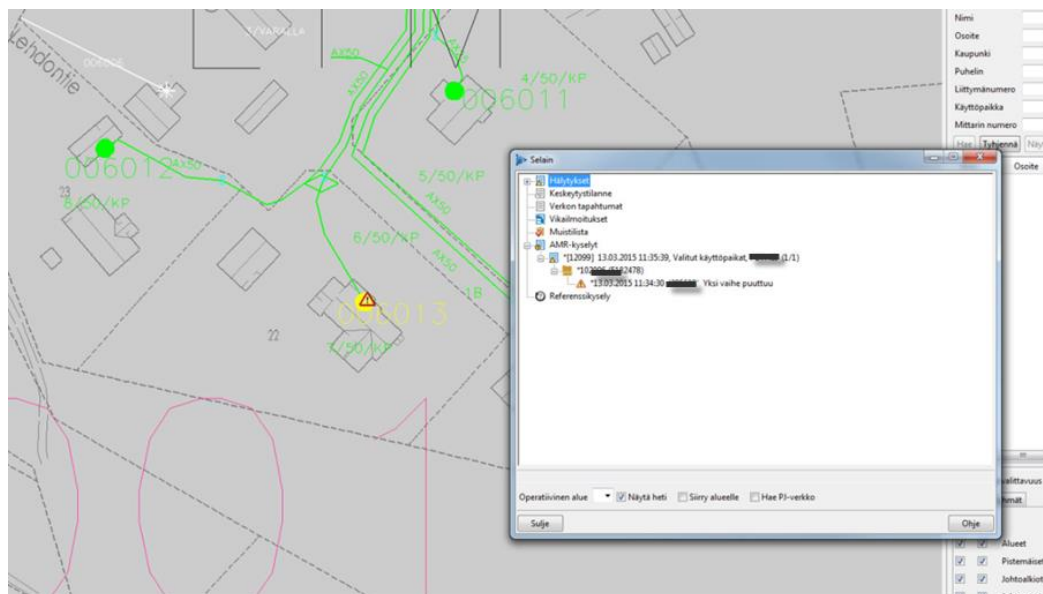
10.4 Pienjänniteverkon valvonta

Etäluettavissa mittalaitteissa on tapahtunut suurta kehitystä. Perinteisen energiamittarin luennan lisäksi tämän päivän mittalaitteet pystyvät antamaan myös muuta tietoa pienjänniteverkon tilasta käyttöpaikalla. Loiste Sähköverkko Oy:n etäluettavissa mittalaitteissa on tunnistettavissa kolme erilaista toiminnallista tyyppiä.

Ensimmäisen luokan muodostavat ne mittalaitteet, jotka toimivat luenta- ja ohjausyksikköinä. Sähköverkon tilasta ei näissä mittalaitteissa ole saatavilla muuta tietoa. Tämän tyyppisiä mittalaitteita on 9000 kappaletta.

Toisen kokonaisuuden muodostavat ne mittalaitteet, joiden rekisteröimiä tietoja voidaan kysellä erillisellä AMR-luentaohjelmalla. Näitä mittalaitteita on 44000 kappaletta.

Kolmannen kokonaisuuden muodostavat ns. point to point -mittalaitteet, joista asetteluarvojen mukaiset tiedot välittyvät automaattisesti AMR-DMS -integraation avulla käyttökeskuksen DMS - järjestelmään. Näitä mittalaitteita on 44600 kappaletta.



KUVA 10.4 AMR-DMS -integraation käyttöpaikan hakutulos. (Loiste Sähköverkko Oy 2016)

AMR-DMS -integraatiossa on mahdollista hakea ryhmän 2. mittalaitteen tiedot. Vaihejännitteen osalta sallittu vaihtelualue on 207 V – 253 V, joista poikkeaminen antaa hälytyksen (kolmio kartalla). AMR-kyselyllä voidaan selvittää jännitteen taso eri vaiheilla, siitä on myös nähtävissä jännitteiden puuttuminen.

10.5 Vikailmoituksen vastaanottajan toiminta

Käyttökeskuspäivystäjä tai asiakaspalvelija selvittää vikailmoituksen soittajalta vikapaikan sijainnin. Vian vastaanottoon käytetään TRIMBLE DMS - käytöntuki-järjestelmän Vian vastaanotto -lomaketta, johon kirjataan vikailmoitukseen liittyvät havainnot.

Käyttökeskuksen päivystäjän tehtävänä on ensisijaisesti selvittää asiakkaalta, mihin osaan sähkönjakeluverkkoa vika kuuluu. Mikäli kartoituskyselyssä selviää, että vika on asiakkaan omistamassa sähköverkon osassa, asiakasta opastetaan vian omatoimiseen korjaamiseen. Näiden asiakkaan verkossa olevien vikojen osuus on haastattelun mukaan n. 50 % kaikista vioista. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi palaneen sulakkeen vaihtamista uuteen tai vikavirtasuojakytkimen takaisin kytkentää. Jos vika jää asiakkaan omistamassa sähköverkossa sellaiseen verkon osaan, joka vaatii sähköalan ammattilaisen korjauskäyntiä, opastetaan asiakasta tekemään tilaus paikalliselle sähköurakoitsijalle korjaustyön tekemiseksi.

Vikatapaukset joissa käyttökeskuspäivystäjä tunnistaa vian olevan jakeluverkonhaltijan verkonosassa, merkitsevät jatkotoimenpiteitä, joissa vikapaikalle lähetetään viankorjauksen toteuttava työryhmä. Käyttökeskusvuorossa olevan henkilön sähkötekniinen ammattitaito ja vikailmoituksen perusteella tehty tilannekuva ovat ensiarvoisen tärkeitä, kun viankorjausryhmää opastetaan tulevasta viankorjaustyöstä.

11 PIENJÄNNITEVIAN KORJAUS

Pienjänniteverkossa tapahtuva viankorjaus tapahtuu Loiste Sähköverkko Oy:n valitsemalla urakoitsijan toimesta. Käyttökeskuksesta tehdään viankorjauksen tilaus puhelimitse. Normaalina työaikana tehdään tilaus vikapaikan alueesta vastaavalla työnjohtajalta. Normaali työajan ulkopuolinen aika on varmistettu varallaolojärjestelmällä, jossa jokaisella sähköverkon vastuualueilla on päivystys vikatilanteita varten. Vikapäivystys on pääsääntöisesti toteutettu jokaisella alueella, ennakoon nimetyllä pääpäivystäjällä. Vikatilanteessa pääpäivystäjä soittaa työparikseen toisen sähköasentajan, jotka yhdessä muodostavat viankorjaus työryhmän. Viankorjauksessa työryhmän koko on yleensä vähintään kaksi henkilöä, koska ennakoon ei ole tiedossa tarvitaanko korjaustyössä pylväässä tapahtuvaa työskentelyä. Työturvallisuusmääräysten mukaan pylväässä tapahtuvaa työskentelyä ei saa suorittaa yksin. Jos viankorjaukseen liittyen on tiedossa, että pylväässä tapahtuvaa työtä ei tarvita, voi päivystäjä mennä vikatyöhön myös yksin.

Juhlapyhien osalta, tai silloin kun sääolosuhteissa on ennustettavissa myrskyä tai sähkönjakelun kannalta haastavaa kuuratilannetta, nimetään lisähenkilöitä varallaoloon. Näin varmistetaan, että työryhmä pystyy täysipainoiseen viankorjaukseen myös silloin, kun hälytysluonteiseen työhön on haasteellista saada riittävää viankorjaushenkilöstöä. Haasteellisiksi ajankohdiksi ovat osoittautuneet mm. juhlapyhät, kuten joulun ja juhannuksen ajankohdat. Viankorjaustapahtuman jälkeen tehdään kustannusselvitys ja työtilausrutiinit, jossa saadaan jälkikäteen kohdistettua viankorjauksesta aiheutuneet kustannukset oikeille momenteille.

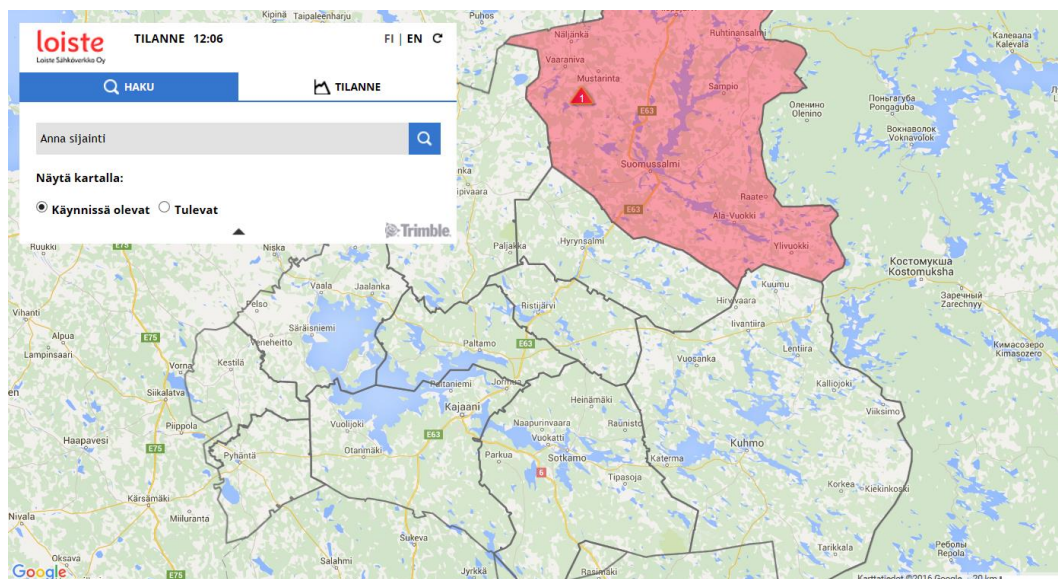
11.1 Loiste Sähköverkko Oy:n toiminnalliset vastuualueet

Loiste Sähköverkko Oy:n verkkoalue on jaettu neljään toiminnalliseen vastuualueeseen, jotka ovat pohjoinen, itäinen, eteläinen ja läntinen vastuualue. Käyttökessuksessa on lista vastuualueen päivystysvuoroista, josta valitsemalla saadaan hälytettyä vuorossa oleva päivystäjä sille toiminta-alueelle, mistä vikatapaus on ilmoitettu. Vikatyötä suorittava työryhmä on yhteydessä käyttökessukseen korjaustyön edetessä ja kaikkiin sähköverkon käyttötoimenpiteisiin pyydetään työryhmän toimesta lupa, ennen niiden suorittamista. Käyttökessuksen tehtävä on johtaa kaikki sähköverkossa tapahtuvat käyttötoimenpiteet. Työn johtamisessa on työ-

turvallisuudesta huolehtiminen karkisijalla. Viankorjauksen jälkeen päivystäjä ilmoittaa käyttökeskukselle korjaustyön valmistumisesta ja sähkönjakelun palautumisesta.

11.2 Sähköverkon keskeytystilanne

Loiste Sähköverkko Oy:n kotisivuilla on sähköverkon keskeytystilanteesta kertova keskeytysinfopalvelu, jossa keskeytys tilanne on punaisena sen kunnan osalta, mitä keskeytys koskee. Lisäksi punaiseksi maalautuneen kartan osassa on kolmiosymbolilla kuvattu lukumäärä keskeytyksen piirissä olevista käyttöpaikoista.



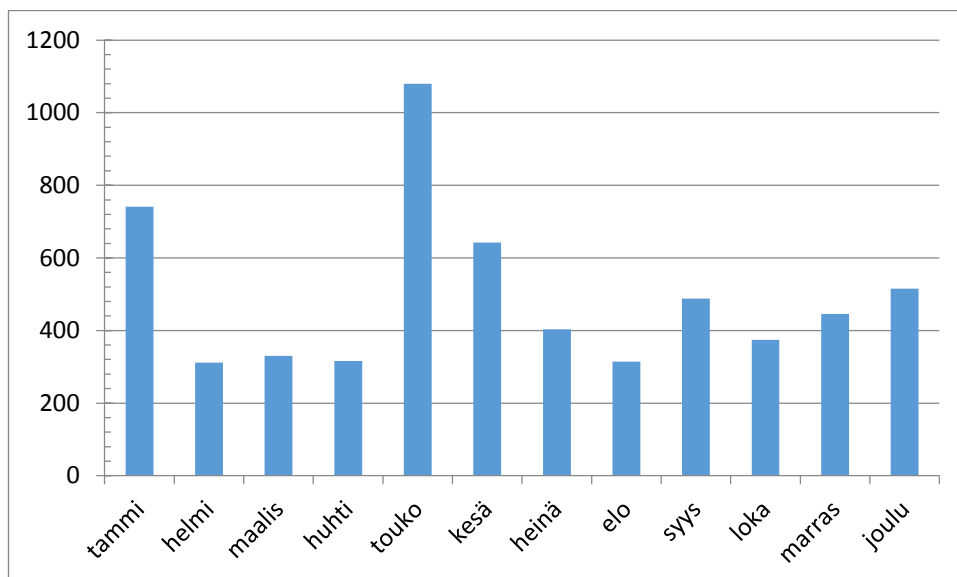
KUVA 11.2 Loiste Sähköverkko Oy:n keskeytystilanne.

(<https://www.loiste.fi/sahkonsiirto>)

Yllä esimerkki todellisesta vallitsevasta sähkönjakelun keskeytyksestä Suomussalmen kunnassa. Keskeytykseen kuului yksi käyttöpaikka, jossa vian alkamisen ajankohta oli (3.6.2016, klo 08:30:55). Pienjänniteviasta alkamisaika tulee asiakkaan ilmoituksen perusteella. Lisätietona oli lisäksi nähtävissä, että keskeytys johtui ukkosesta ja korjausajaksi oli arvioitu 1-tunti. Mikäli vika olisi keskijänniteverkossa, niin vian alkamisaika tulisi katkaisijan lopullisen laukaisutiedon perusteella. Sähköverkon keskeytystilanne välittyy TRIMBLE DMS -käyttötukijärjestelmän vikatilanteen mukaisesti.

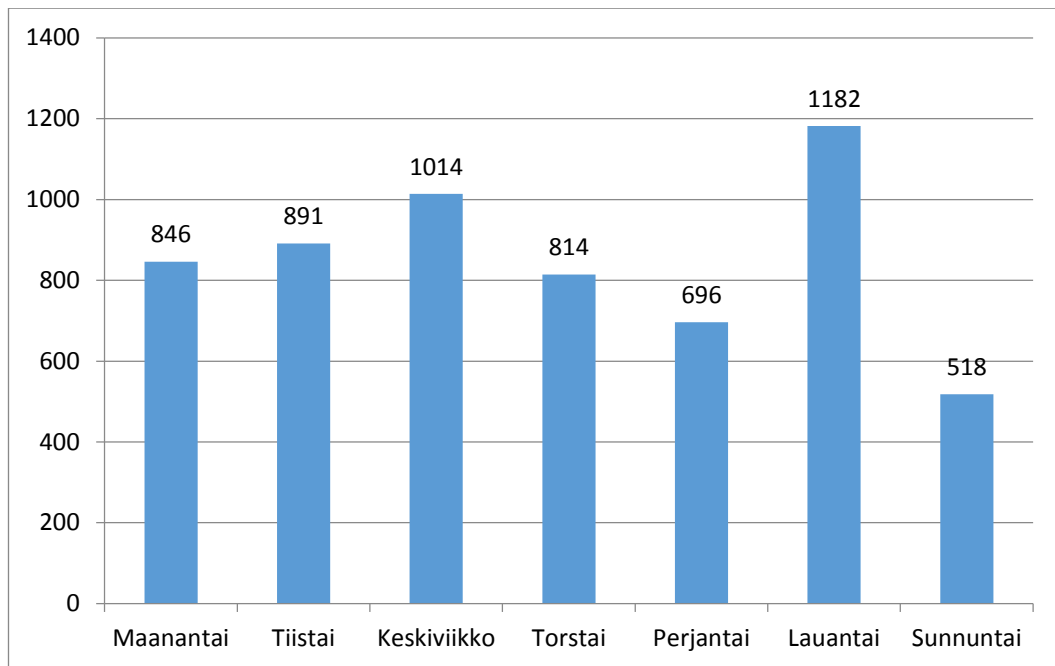
12 PIENJÄNNITEVIKAILMOITUSTEN MÄÄRÄ

Pienjännitevikailmoitusten tarkastelussa käytettiin liukuvan 12 kk:n aikana vastaanotettujen vikapuhelujen määrää, joita oli kirjautunut puhelinjärjestelmäämme 5961 kpl. Osassa ilmoituksia on päällekkäisyyttä, eli samasta vikatapauksesta voi tulla useampi ilmoitus. Tämän lisäksi on sellaisia vikatapauksia, joissa selviää vian olevan asiakkaan omassa sähköverkossa. Tarkasteltavassa määrässä ei ole suurhäiriötilanteen aikaisia vikailmoituksia, koska selvittelyssä haettiin normaaliolosuhteiden mukaista tilannetta.



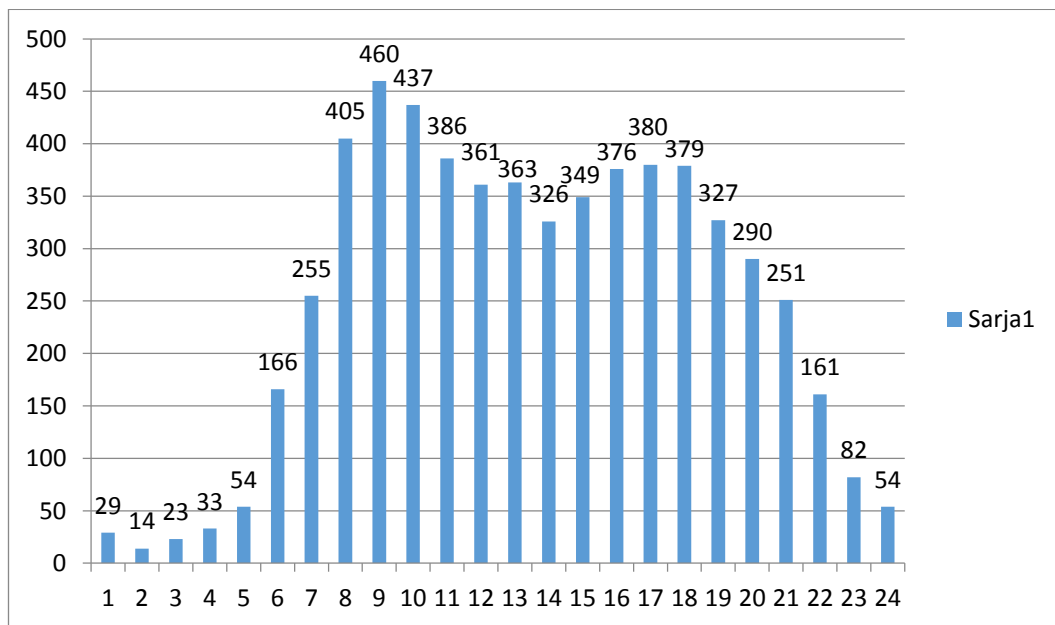
KUVIO 12.1 Pienjännitevikailmoitusten määrä eri kuukausina. (mukaiillen Loiste Sähköverkko Oy TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016.)

Vikailmoitusten määrässä on nähtävissä ilmastolliset vaikutukset sähkönjakeluverkkoon. Eniten ilmoituksia tulee ukkosten ja kuuran esiintymisten aikana, josta on pääteltävissä ilmastollisen tekijöiden huomattava vaikutus vikojen kokonaismäärissä.



KUVIO 12.2 Pienjännitevikailmoitusten määrä eri viikonpäivinä. (mukaillen Loiste Sähköverkko Oy TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016.)

Pienjännitevikailmoitusten määrää tarkasteltaessa, lauantaina tehtyjen vikailmoitusten määrä on suurin. Tästä on pääteltävissä mm. se, että asiakkaat ovat vapaa-ajan asunnoissaan runsaslukuisimmin paikalla ja pystyvät myös havainnoimaan mahdolliset vikatilanteet paremmin. Tätä havaintoa tukee valvomon päivystäjien kanssa käydyt keskustelut yllä olevan taulukon perusteita haettaessa.



KUVIO 12.3 Pienjännitevikailmoitusten määrät eri kellonaikoina. (mukaillen Loiste Sähköverkko Oy TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016.)

Kellonaikojen osalta on havaittavissa vikailmoitusten määrän sijoittuvan ns. val-veillaolon ajankohtaan. Tällöin pienjännitevikojen havainnointi ja ilmoittaminen on luontevaa.

13 SUURHÄIRIÖMÄÄRITTELY JA ERI TASOT

Loiste Sähköverkko Oy:ssä on laadittu suurhäiriöitä varten seuraavan ohjeen, jossa eri häiriötasot ovat kuvattuina.

13.1 Suurhäiriö

Kaikille häiriötasoille ovat yhteisinä tekijöinä seuraavat määritykset

- Oletetaan että sääolosuhteet jatkuvat samanlaisina
- Päättellään että häiriöitä on odotettavissa ennakkotietojen perusteella (sääennuste) lisää
- Vallitsee ukkosmyrsky-, lumikuorma- tai myrskytuuli olosuhteet

13.2 Suurhäiriön päättyminen

Suurhäiriötasoilla 1 – 3, kun verkosto on ollut keskijänniteverkon osalta vuorokauden ilman keskeytystä tai keskijänniteverkon keskeytys aiheutuu muista kuin suurhäiriöön johtaneista syistä.

Suurhäiriön aikana vikaantuneet pienjänniteverkon osat korjataan loppuun, suurhäiriöorganisaatio puretaan keskijänniteverkon määrittelyn mukaisesti.

Jälkikorjaukset hoidetaan normaaliorganisaatiolla.

Paikallisessa pitkäkestoisessa häiriössä suurhäiriö päättyy kun verkko on normaalitilassa.

Kantaverkon suurhäiriön katsotaan päättyneen, kun koko verkko käy tahdissa eikä sähköjärjestelmä aseta rajoituksia kuormituksille tai tuotannolle.

14. SUURHÄIRIÖT JA KESTOAJAT

Loiste Sähköverkko Oy on laatinut ohjeen suurhäiriöistä ja niiden kestoajoista. Ohje vaikuttaa varsinkin laajempien häiriötilanteiden tilanteessa, kuten myrskyissä, laajoissa kuuraongelmissa tai ukkosrintamissa.

14.1 Suurhäiriötasot

Paikallinen pitkäkestoinen häiriö

- keskijännitejohdolle sattuva paikallinen trombi
- oman verkon 110/45 kV häiriö
- sähköasemakentän tai kytkemön vika ja on oletettavissa, ettei häiriö laajene
- sähkötön aika asiakkaille max. 12 h

Suurhäiriötaso 1

- 5 - 10 yhtäaikaista keskijänniteverkon vikaa
- peräkkäisten keskijännitevikojen kokonaismäärä ylittää 15 kpl
- max. sähkötön aika muuntamoilla 12 h
- pienjänniteverkon maksimi häiriöaika enintään 12 h

Suurhäiriötaso 2

- 11 - 30 yhtäaikaista keskijänniteverkon vikaa
- peräkkäisten keskijännitevikojen kokonaismäärä ylittää 30 kpl
- max. sähkötön aika muuntamoilla 12 h
- max. sähkötön aika 90 %:lla vikaantuneista asiakkaista enintään 12 h
- pienjänniteverkon kaikki häiriöt on korjattu 24h aikana

Suurhäiriötaso 3

- yli 30 yhtäaikaista keskijänniteverkon vikaa
- peräkkäisten keskijännitevikojen kokonaismäärä ylittää 50 kpl
- max. sähkötön aika muuntamoilla 12 h
- tavoiteajan laskenta aloitetaan siitä kun korjaustyöt on voitu sääolosuhteiden vuoksi käynnistää
- max. sähkötön aika 80 %:lla vikaantuneista asiakkaista enintään 12 h
- pienjänniteverkon kaikki häiriöt on korjattu 48 h aikana

Supersuurhäiriötaso

- yli 80 yhtäaikaista katkaisijaa on lauennut ja verkon rakenteita on rikkoutunut laajasti (rakennettava uudelleen keskijänniteverkkoa ja muuntamoita)
- peräkkäisten keskijännitevikojen kokonaismäärä ylittää 100 kpl ja verkon rakenteita on rikkoutunut laajasti (rakennettava uudelleen keskijänniteverkkoa ja muuntamoita)
- max. sähkötön aika on muuntamoilla 48 h
- tavoiteajan laskenta aloitetaan siitä kun korjaustyöt on voitu sääolosuhteiden vuoksi käynnistää
- max. sähkötön aika 80 %:lla vikaantuneista asiakkaista on enintään 24 h
- pienjänniteverkon kaikki häiriöt on korjattu 1 viikon aikana asiakkaan ilmoituksesta

Kanta- ja alueverkkohäiriöt

- vieraan syöttävän verkon häiriötilanteet johdoilla tai voimantuotannossa
- Fingrid Oy:n vakavien häiriöiden selvittämisen yleisohjeen mukaisesti (Loiste Sähköverkko Oy, suurihäiriömäärittely ja eri tasot 2016)

14.2 Pienjännitevikojen vastaanotto suurihäiriötilanteessa

Suurihäiriötilanne pyritään ennakoimaan, seuraamalla sääennusteita säännöllisesti. Loiste Sähköverkko Oy on sopinut tarkemmasta sääennustepalvelusta Ilmatieteen-

laitoksen kanssa. Mikäli on ennustettavissa suurhäiriötilannetta enteilevä sääennuste, niin neuvottelu valmiuden kohottamisesta aloitetaan välittömästi. Annetun sääennusteen perusteella tehdään päätös, kuinka paljon lisätään päivystysresurssia verkkoalueemme eri osiin. Samalla päätetään kuinka monta henkilöä varataan käyttökeskuksen hoitamiseen ja lisäksi nimetään asiakaspalvelumme henkilöstöä valmiuteen, vikapuhelujen vastaanottamiseksi.

Olen ollut muutamassa suurhäiriötilanteessa käyttökeskuksen pienjännitevikojen jatkokäsittelijänä. Tässä työtehtävässä käsitellään vastaanotettujen vikapuhelujen perusteella tehtyjä vikojen ylöskirjauksia. Työvaiheen käsittelyssä ensisijaisena tavoitteena on muodostaa mahdollisimman tarkka tilannekuva vikapaikasta. Useissa tapauksissa tämä on tarkoittanut uudelleen soittamista asiakkaalle, joka alun perin on ilmoituksen jättänyt. Uudelleen suoritettu puhelu muodostaa asiakkaalle kuvan korjaustoiminnoistamme, jossa asiakkaan on vaikea ymmärtää sitä, että asialle ei vielä ole tapahtunut korjaustoimenpiteitä. Suurhäiriötilanteessa on mahdollista, että uusintasoitto suoritetaan tuntien jälkeen, asiakkaan alkuperäisestä ilmoituksesta. Tämän vuoksi on tärkeää, että vikapuhelun ensimmäinen vastaanotto johtaa riittävän tarkkaan tilannekuvaan ja korjaustoimet käynnistyvät mahdollisimman nopeasti. Tähän tilanteeseen pääseminen vaatii lisäkoulutusta vikapuheluja vastaanottavalle henkilöstölle, jolla saadaan kohotettua heidän ammatitaitiaan vikatilanteen kartoittamisessa.

15 PIENJÄNNITEVIAN KORJAUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Tässä tutkimustyössä tuli esiin muutamia prosessikohtia, joiden kehittämisellä saadaan parannettua pienjännitevian korjausprosessin kokonaisuutta. Osassa kehtyksistä on jo olemassa tekninen ratkaisu, eli prosessin parantamiseksi riittää ratkaisun käyttöönotto ja toimintaprosessin muutos. Muutamissa tapauksissa prosessin kehittämien voidaan toteuttaa, muuttamalla toimintatapaa.

15.1 Pienjännitevikojen tilastointi käyttökeskuksessa

Loiste Sähköverkon alueella tapahtuvan pienjänniteviankorjauksen ohjaus tapahtuu käyttökeskuksesta. Viankorjaustoiminnan johtamisen lisäksi viat kirjataan TRIMBLE DMS -järjestelmään ja vikatapauksesta ylösotettavia asioita on mm. aika, paikka, vikatyyppe, muuntopiiri, ryhmä, johdinmateriaalityyppi ja vianaiheuttaja. Tässä työssä tutkittiin hieman yli 5900 ylöskirjattua vikatapausta, noin kymmenen vuoden ajalta. Näistä vikatapauksista yli puolet oli kirjattu luokkaan tuntematon/määrittelemätön. Mielestäni vikakirjausten osalta on kehitettävää, joka tapahtuu vianmääritysvalikoiden läpikäynnillä. Tarvittaessa on muutettava vianmääritys valikoiden sisältöä siten, että tämä ei muodostu esteeksi vikatapauksia ylöskirjatessa. Toinen tärkeä kehityskohde on käyttökeskushenkilöstön tekemien vianmäärityspohusteiden harmonisointi. Lopputuloksena samasta vikatilanteesta tapahtuva määritys on samansuuntainen, vaikka kirjaus tapahtuu eri henkilöiden tekemänä.

15.2 Viankorjausurakoitsijan ajoneuvokäytäntö

Opinnäytetyön tekemisen aikana minulle avautui mahdollisuus tutustua pienjännitevian korjaukseen, olemalla mukana työryhmän kanssa viankorjaustilanteessa. Viankorjauksista pääsääntöisesti vastaavan urakoitsijan käytössä on oma ajoneuvokanta, josta löytyy erityyppisiä ajoneuvoja vallitsevan tarpeen mukaan. Ajoneuvoilla ei ole nimettyä kuljettajaa, vaan ajoneuvot ja niiden käyttäjät selviävät aina alkavan työpäivän käskynjaolla.

Olen itse tehnyt viankorjaustyötä aiemmin ja silloin korjaustyössä käytettyjen ajoneuvojen osalta oli nimetyt kuljettajat. Nimetty kuljettajan tehtäviin kuului kuljettajana toimimisen lisäksi, siisteydestä huolehtiminen ja viankorjaus komponenttien täydentäminen ajoneuvotarvikkeisiin. Kokemukseni tästä vuosien takaisesta käytännöstä olivat hyviä.

Viankorjausurakoitsijan nykykäytännössä asentajien henkilökohtaisten työkalujen osalta on tehtävä siirtoja työpäivän alussa ja sen päätyttyä. Ajoneuvon siisteys ei tässä mallissa pysy kunnossa, koska seuraavana työpäivänä ei voi tietää mikä työryhmä saa saman ajoneuvon käyttöönsä. Viankorjausprosessin näkökulmasta suosittelem, että ajoneuvoille nimetään pääsääntöiset kuljettajat.

15.3 Vika-ilmoituksen välittämien urakoitsijalle

Kaikista käyttökeskukseen ilmoitetuista pienjännitevikailmoituksista kirjataan käynnissä oleva vika, TRIMBLE DMS -järjestelmään. Vian korjausta varten on välitettävä tiedot korjaustyöstä vastaavalle urakoitsijalle. Tällä hetkellä näiden tietojen välittäminen on tehty puhelimitse ja muutamissa tapauksissa sähköpostin välityksellä. TRIMBLE DMS -järjestelmään on kehitetty UTG - WEB sovellus, jonka välityksellä on mahdollista välittää pienjänniteverkon tietoa, myös vikapaikkatietoa, työmääräyksen muodossa viankorjausta suorittavalle urakoitsijalle. Urakoitsijalla on mahdollista ottaa vastaan annettu työmääräys tällä sovelluksella ja välittää tietoa myös korjaustyön edistymisestä.

15.4 Pienjänniteverkon valvonnan kehittäminen

AMR-DMS -integraation jatkokehityksellä on mahdollista saada aikaan systemaattinen pienjänniteverkon valvonta. Tässä valvontamallissa kaikki energiamittarilta tulevat hälytykset analysoidaan ja tarvittaessa tilanne voi johtaa nopeutettuun pienjänniteverkon korjaustyöhön. Uusimmissa energiamittareissa on mahdollisuus automaattiseen jännitteen poiskytkentään kiinteistöissä, milloin jännitteen arvo poikkeaa asetteluarvon ulkopuolelle. Tämä ominaisuus on nollavikatilanteissa hyvä, koska se estää sähkölaitteiden vaurioitumisia ja samalla myös mahdollisesti vaarallisen kosketusjännitteen vaikutuksen käyttöpaikalla.

16 POHDINTAA

Pienjänniteviankorjausprosessi osoittautui laajaksi prosessiksi, johon liittyy runsaasti erilaisia yksityiskohtia. Koko viankorjausprosessin onnistuminen vaatii usean henkilön työpanoksen onnistumista halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Opinnäytetyön aihe sijoittuu lähelle nykyisiä työtehtäviäni Loiste Sähköverkon käyttökeskuksessa ja siksi mielenkiinto säilyi koko työn ajan. Tutustuminen prosessin eri vaiheisiin avasi omaa näkökulmaani ja opin paremmin ymmärtämään tätä kokonaisuutta. Analysointiosiossa pyrin muodostamaan mahdollisimman tarkan kuvan nykytilasta ja tämän jälkeen syntyi muutamia edellä kirjoittamiani kehitysideoita, joilla uskon parannettavan tätä prosessia.

LÄHTEET

Energiavirasto, valvontamenetelmät 2016.

Haastattelu: valvomoteknikot Jari Moilanen ja Reijo Kostet 3.11.2016

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Lakervi, E. & Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka: Otatietosarja.

Loiste Sähköverkko Oy TRIMBLE DMS – vikatilasto 2016.

Sähkömarkkinalaki 100§ Vakiokorvaus sähkönjakelun tai sähkötoimituksen vuoksi 2013.

Suurhäiriömäärittely ja kestoajat, Loiste Sähköverkko Oy 2016.

