

Niko Lindroos

SÄHKÖNJAKELUVERKON KÄYTTÖ- VARMUUS JA VIANHOITO

Opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka (YAMK)

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät Niko Lindroos	Tutkinto Insinööri (YAMK)	Aika Toukokuu 2018
Opinnäytetyön nimi Sähkönjakeluverkon käyttövarmuus ja vianhoito		68 sivua 3 liitesivua
Toimeksiantaja N3M Power Oy		
Ohjaaja Jorma Pekkanen		
Tiivistelmä <p>Projektissa tehtävänä oli tutustua jakeluverkon käyttövarmuuteen sekä kartoittaa N3M Powerin vianhoitoprosessi, joiden perusteella oli tarkoitus kartoittaa vianhoidon ongelmakohdat sekä etsiä keinoja niiden poistamiseen.</p> <p>Lähtökohdan selvittämiseen tutkittiin Energiaviraston verkkosivulta löytyviä tilastoja viankorjauksista sekä asentajilta kyselyllä saatuja vastauksia. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tutkimus olisi pitänyt toteuttaa laajemmin ja syvällisemmin, jotta lopputuloksesta olisi tullut suurempaa hyötyä yrityksen vianhoitoprosessin kehittämiseksi.</p> <p>Oheisella vianhoitoprosessin hahmottamisella saatiin yritykselle kuitenkin kartoitettua jonkinlainen lähtökohta, jonka perusteella voidaan tarvittaessa lähteä kehittämään laajemmin vianhoitoprosessia.</p>		
Asiasanat Sähkönjakeluverkot, vianpaikannus, viankorjaus, käyttövarmuus		

Author (authors)	Degree	Time
Niko Lindroos	Engineer, master's degree	May 2018
Thesis Title		
The reliability of the electrical distribution networks and fault repairing		68 pages 3 pages of appendices
Commissioned by		
N3M Power Oy		
Supervisor		
Jorma Pekkanen		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis was to study the reliability of the electrical distribution networks and to research the N3M Power's fault repairing process. The research was designed to identify the problems of the N3M Power's processes and to find out how to develop the company's fault location methods in distribution networks and speed up to fault the repairing process.</p>		
<p>The findings of the energy authority's website on the electrical distribution networks charts and questionnaires from electricians were investigated.</p>		
<p>As a conclusion, research should have been carried out in a wider and deeper way so that the outcome would have been of greater benefit to the development of the company's repairing process. However, the perceived identification of the N3M Power's process gave a starting point to the company, which could lead to a wider development of the fault repairing process.</p>		
Keywords		
Electrical distribution networks, fault location, repairing, reliability		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	N3M POWER OY	1
3	SÄHKÖNJAKELUVERKKO	2
4	SÄHKÖNLAADUN MÄÄRITTELY.....	2
4.1	Verkkopalveluehdot	3
4.2	Taloudellinen valvonta	4
4.3	Jakeluverkon käyttövarmuus	5
4.3.1	Vakiokorvaus.....	7
4.3.2	Toimitusvarmuus tavoite vuoteen 2030 mennessä	8
5	JAKELUVERKON KÄYTTÖKESKEYTYKSET	9
5.1	Jakeluverkon suojaus	10
5.1.1	Jälleenkytkennät	11
5.2	Jakeluverkon yleisimmät vikatyypit.....	12
5.2.1	Oikosulku	12
5.2.2	Maasulku.....	13
5.3	Vioista johtuva käyttökeskeytys	15
5.4	Suunniteltu käyttökeskeytys	16
5.5	Keskeytysten tarveharkinta.....	17
5.6	Keskeytysten tilastointi	18
5.6.1	Keskeytysten asiakkaille aiheuttama haitta (KAH)	18
5.7	Keskeytystilastot.....	18
5.7.1	Pohdintaa keskeytystilastoista	19
5.8	Maakaapeloinnin vaikutus keskeytysten määrään.....	21
6	VIKOJEN TOTEAMINEN VERKOSSA	23
7	VIANHOITO	24
7.1	Pätevyysvaatimukset käyttö- ja vikatehtävissä	24
7.2	KJ-viankorjaus	25

7.2.1	KJ-viankorjauksen prosessit.....	26
7.3	Pj-viankorjaus	30
7.3.1	PJ-viankorjauksen prosessit.....	31
7.4	Varallaolo.....	32
7.4.1	Työauton käyttö varallaolossa.....	33
8	SOPIMUKSEN MUKAINEN VIANKORJAUSPROSESSI	33
8.1	Työskentely turvallisesti vikakohteessa	35
8.2	Verkoston kaapeloinnin vaikutus viankorjaukseen.....	36
8.3	Viankorjausta nopeuttavat toimenpiteet.....	37
8.3.1	Varavoimakoneen käyttö vikatilanteissa	38
8.3.2	Kaapelivian paikantaminen syöksyaaltogeneraattorilla	39
8.3.3	Kaapelivian paikantaminen kaapelinhakulaitteella	39
8.3.4	Kaapelivian toteaminen eristysvastusmittarilla	39
8.3.5	Käytönvalvonnan hyödyntäminen vikatilanteissa	40
9	SUURHÄIRIÖ SÄHKÖNJAKELUVERKOSSA.....	41
9.1	Suurhäiriöorganisaatiot.....	42
9.1.1	Suurhäiriön johtoryhmä, SHJ	43
9.1.2	Alueorganisaatio, AO	43
9.1.3	Tilannekuvatiimi, TIKU	44
9.1.4	Ohjaus- ja suunnittelutiimi, OSu	45
9.1.5	Alueellinen suurhäiriöorganisaatio, ASO.....	45
9.1.6	Käyttökeskus.....	48
9.1.7	Laajennettu käyttökeskus, KAPU.....	48
9.2	Suurhäiriöön valmistautuminen.....	49
9.3	Töiden organisointi	49
9.3.1	Valmiustasojen kulku suurhäiriötilanteessa.....	50
9.4	Suurhäiriönaikaiset ulkopuoliset resurssit.....	51
9.5	Suurhäiriöissä havaittuja ongelmakohtia	52

10	YHTEENVETO N3M POWERIN ASENTAJILLE SUORITETUSTA KYSELYSTÄ.....	53
10.1	Parannuskohteita vianhoitoprosessiin	65
11	LOPPUPÄÄTELMÄT	66
	LÄHTEET.....	68

LIITTEET

Liite 1. EMV:n taulukoista kerätty aineisto

Liite 2. Alueorganisaation tarkastuslista, kohotettu valmius

Liite 3. Alueorganisaation tarkastuslista, suurhäiriö

1 JOHDANTO

Tämä työ on tehty N3M Power Oy:n antamasta aiheesta. Työn tavoitteena on perehtyä jakeluverkon käyttövarmuuteen ja sitä kautta N3M Powerin vianhoidossa käytettyihin menetelmiin sekä selvittää mahdolliset toimenpiteet viankorjaustoimenpiteiden tehostamiseksi.

Sähkö on nykypäivänä asiakkaille tärkeä kulutushyödyke, jolta odotetaan hyvää laatua ja keskeytymätöntä saatavuutta. Verkkoyhtiöiltä edellytetään, että sähkön laatu ja jakelukeskeytysten määrä eivät kohtuuttomasti häiritse asiakkaiden toimintoja. Verkkoyhtiöllä tai sen urakoitsijoilla on oltava valmius korjata vikoja nopeasti ja käyttää verkkoa ympäri vuorokauden vuoden jokaisena päivänä. Urakoitsijoiden normaaliolosuhteissa suorittama vianhoito tehdään nykyään pääsääntöisesti vikatehtäville määritellyillä yksikköhinnoilla muutamaa poikkeustapausta lukuun ottamatta. Poikkeuksena ovat asiakkaiden aiheuttamat viat, koko sähköasemaa koskevat viat sekä muut pientyöt tai tarkastusta vaativat työt, esimerkiksi avonaisen jakokaapin sulkeminen tai vioittuneen sähkömittarin vaihto. Viankorjausyksikkö sisältää työn, korjaukseen tarvittavan materiaalin ja raportoinnin/dokumentoinnin. Tästä johtuen urakoitsijan on syytä pyrkiä organisoimaan ja suunnittelemaan vianhoitoon liittyvä toiminta tehokkaaksi ja tarkoituksenmukaiseksi, unohtamatta kuitenkin turvallisia työskentelytapoja. Sähköverkon kunnolla on oma osansa vianhoidossa, kuten myös vikojen määrissä.

2 N3M POWER OY

N3M Power Oy on vuonna 2006 perustettu verkonrakennusyhtiö. Yrityksen toimialana on sähkö- ja televerkkojen sekä katuvalaistuksien rakentaminen ja kunnossapito. Pääyhteistyökumppaneina toimivat paikalliset teleoperaattorit, energiayhtiöt sekä kaupungit ja kunnat. Yrityksellä on kaksi toimipistettä, päätoimipiste sijaitsee Raaseporissa ja toinen toimipiste Lohjalla. Yrityksen palveluksessa on noin 45 henkilöä. Yrityksen liikevaihto on 10-15 miljoonaa euroa.

/11./

3 SÄHKÖNJAKELUVERKKO

Suomessa sähköverkko muodostuu eri verkkoyhtiöidenyhtiöiden ylläpitämistä sähkön siirto- ja jakeluverkoista, joiden välityksellä voimalaitoksissa tuotettu sähköenergia siirretään maan eri osissa oleville asiakkaille. Sähköenergia siirretään verkkoyhtiöille ja teollisuudelle kanta- ja alueverkkojen (110, 220 ja 400 kV) avulla. Jakeluverkko taas koostuu keski- (10 ja 20 kV) ja pienjänniteverkoista (0,4 ja 1 kV). Yleisimmin käytetyt jännitetasot ovat keskijänniteverkossa 20 kV ja pienjänniteverkoissa 0,4 kV. Suurin osa tämänhetkisestä Suomessa olevasta ilmajohtoverkosta on rakennettu 1950–1970 -luvulla. Verkosto on siis suurelta osin jopa 40 vuotta vanhaa osittain saneerattua ilmajohtoverkkoa. Alun perin ilmajohtoverkko on rakennettu lyhyimmän mahdollisen reitin mukaan luotettavuutta suuremmin miettimättä. /2./

Sähkönjakelun käyttövarmuutta koskevien kiristyvien määräysten johdosta verkkoyhtiöt ovat panostaneet viime vuosina laajoihin jakeluverkkoihin tehtäviin saneerausprojekteihin. Saneerausprojekteissa on tarkoitus saada suuri osa vanhaa ilmajohtoverkkoa säävarmaksi muun muassa maakaapeliverkolla. Alussa suurimmat saneerauskohteet käsittävät pääsääntöisesti keskijänniteverkon runkolinjojen kaapelointeja. Verkostoon tehtävillä saneerauksilla pyritään parantamaan huomattavasti sähkönjakelun varmuutta. Jakeluverkot ovat Suomessa joko maasta erotettuja tai kompensoituja. /2./

4 SÄHKÖNLAADUN MÄÄRITTELY

Sähkönjakelun laatua määrittäessä otetaan yleensä huomioon kaksi sähkön laatuun vaikuttavaa tekijää: häiriötön sähkönjakelu ja jännitteen tason pysyvyys. Tärkeimpänä vaikuttavana tekijänä sähkönjakelussa on asiakkaiden kokemana häiriötön sähkönjakelu. Häiriöttömällä sähkönjakelulla tarkoitetaan tilannetta, jossa asiakkaiden kokemat suunnitellut ja suunnittelemattomat, sähkönjakelun keskeytysten määrä saadaan minimoitua. Toisena asiakkaille jaettavan sähkön laatuun vaikuttavana tekijänä on jännitteen tason pysyminen standardien ja verkkoyhtiön itselleen asettamissa rajoissa. Jakeluverkon mitoitus- ja suunnittelusta lähtien on otettava edellä mainitut laatuun vaikuttavat tekijät huomioon standardien ja Energiateollisuus ry:n määrittelemien verkko-

palveluehtojen mukaisesti. Verkoston suunnittelussa on määritettävä kaapeleille riittävät poikkipinta-alat sekä otettava huomioon, että sähköasema- ja muuntamotiheys on riittävä, jotta asiakkaille toimitettavan sähkön laatu täyttää tarvittavat kriteerit myös tulevaisuudessa alueiden kehittyessä. Täysin häiriötöntä sähkönjakeluverkkoa ei ole kuitenkaan mahdollista luoda edes suurillaakaan investoinneilla. Häiriöiden määrään ja kestoaikaan voidaan kuitenkin vaikuttaa huomattavasti investoimalla riittävästi jakeluverkon saneerauksiin ja kunnossapitotöihin. Sähkönjakelussa aiheutuvia häiriöitä on kahdenlaisia. Ne voivat olla joko saneerauksista tai kunnossapitotöistä johtuvia suunniteltuja asiakkaille ennalta ilmoitettuja käyttökeskeytyksiä tai vikatilanteista johtuvia käyttökeskeytyksiä. /2./

4.1 Verkkopalveluehdot

Verkkoyhtiöiden on pyrittävä noudattamaan toiminnoillaan valmiiksi laadittuja verkkopalveluehtoja. Sähkönlaatu määritellään Energiateollisuus ry:n laatimassa suosituksessa, verkkopalveluehdot (VPE 2014), seuraavasti:

10.4. Verkkopalvelun laatua (laatupoikkeamia) arvioitaessa ovat seuraavat näkökohdat otettava huomioon:

10.4.1. Sähkön laatu määritetään liittämiskohdassa.

10.4.2. Jollei toisin ole sovittu, verkkopalvelussa on virhe, jos sähkö ei laadultaan vastaa Suomessa noudatettavia standardeja. Näiden ehtojen voimaan tullessa käytettävä standardi on SFS - EN 50160.

10.4.3. Kolmivaiheista sähköä koskevassa verkkopalvelussa yhden tai kahden vaiheen keskeytyminen voi olla kohdassa 10.5 tarkoitettu keskeytys.

10.5. Toimitustapaa arvioitaessa on otettava huomioon, että verkkopalvelulta ei voida edellyttää keskeytyksettömyyttä. Sähköverkko on alttiina erilaisille keskeytyksiä aiheuttaville luonnon- ja muille ilmiöille. Jollei toisin ole sovittu, verkkopalvelussa on virhe, jos verkkopalvelu on yhtäjaksoisesti tai toistuvasti keskeytynyt eikä keskeytymistä (sähkökatkosta) voida pitää keskeytyksen syyn ja olosuhteet huomioon ottaen vähäisenä. Verkkopalvelun keskeytymisestä johtuvaa virheellisyyttä arvioidaan kokonaisuutena.

10.6. Edellisen kohdan lisäksi toimitustapaa arvioitaessa otetaan huomioon mm. seuraavat kohdat:

10.6.1. Verkonhaltijalla on oikeus välittömästi tilapäisesti keskeyttää verkkopalvelu (katkaista sähkönjakelu), jos se on välttämätöntä ihmishenkeä, terveyttä tai omaisuutta uhkaavan vaaran torjumiseksi.

10.6.2. Olennainen häiriö sähköntuotannossa, sähköverkkotoiminnassa tai valtakunnan rajan ylittävässä sähkön siirrossa tai muu verkonhaltijasta riippumaton syy (kuten sota- tai muu kriisitilanne, työtaistelu tai poikkeuksellinen luonnonolosuhde) voi aiheuttaa sellaisen häiriön sähkön saatavuudessa, että sähkön saanti voi joko kokonaan keskeytyä tai vähentyä niin, että verkonhaltija joutuu keskeyttämään verkkopalvelun käyttäjille tai säännöstelemään sähkön saantia.

10.6.3. Jos verkonhaltija kahdessa edellisessä kohdassa mainituista syistä johtuen voi jakaa sähköä ja tarjota muita verkkopalveluja vain rajoitetusti, on verkonhaltijalla oikeus jakaa (säännöstellä) käytettävissä oleva sähkö käyttäjien kesken ottamalla huomioon yhteiskunnan yleiset elintärkeät tarpeet, mahdolliset viranomais määräykset, voimassa olevat sähköpulan hallintaa koskevat suunnitelmat tai veloitteet ja vallitsevat olosuhteet ja keskeyttää muu verkkopalvelu tarpeen vaatiessa.

10.7. Verkkopalvelu voidaan tilapäisesti keskeyttää, jos se on välttämätöntä palvelun ylläpitämistä varten tarpeellisten laitteiden huollon, muutoksen, tarkastuksen, vian selvittämisen tai muun vastaavan syyn vuoksi. Keskeytys ei saa muodostua tarpeettoman pitkäaikaiseksi ja sen tulee mahdollisuuksien mukaan tapahtua sellaiseen aikaan ja siten, että siitä aiheutuu käyttäjille mahdollisimman vähän haittaa.

10.8. Edellisessä kohdassa mainitusta syystä johtuvasta keskeytymisestä, josta verkonhaltija on ennalta tietoinen, tiedotetaan riittävästi. Jos tässä kohdassa tarkoitettua keskeytyksestä ei tiedoteta riittävästi tai keskeytyksen jälkeinen jälleenkytkentä aiheuttomasti viivästyy ennalta ilmoitetusta, on kyseessä kuitenkin verkkopalvelun virhe.

10.9. Keskeytyksen katsotaan alkaneen siitä, kun verkonhaltija on saanut siitä tiedon tai hänen voidaan katsoa olleen siitä tietoinen. /1./

4.2 Taloudellinen valvonta

Verkkoyhtiöiden taloudelliseen valvontaan liittyy myös sähkön laadun valvonta, joka kohdistuu ennen kaikkea sähkönjakelun käyttövarmuuden valvontaan. Verkkoyhtiöiden omistajat ja osakkaat toivovat mahdollisimman suurta

tuottoa ylläpitämästään liiketoiminnasta. Tällöin on vaarana, että jakeluverkkoon ja sitä kautta sähkön laatuun liittyvät saneerauksiin kohdistettavat investoinnit ja vanhaan verkkoon liittyvät kunnossapitoa jne. edistävät toiminnot jäävät vähälle huomiolle, mikäli asiaan ei valvonnan kautta kiinnitetä erityistä huomiota. Tästä syystä ulkopuolinen valvontaviranomainen (Regulaattori) asettaa verkkoyhtiöille velvoitteita tehostaa toimintoja taloudellisesti asettamalla vaatimuksia jakeluverkon käyttövarmuuteen. Sähkönjakelun keskeytykset (suunnitellut ja suunnittelemattomat keskeytykset) on otettu mukaan verkkoiminnan taloudelliseen valvontaan yhtenä parametrina yhtiöiden tehokkuusmittauksessa. Tehokkuusmittausten tulos vaikuttaa puolestaan verkkoyhtiöille sallittaviin kustannuksiin ja tuottoon, joihin voi vaikuttaa suoraan myös sähkön laatu sekä maksetut jakelukeskeytyksistä aiheutuneet asiakkaille maksettavat vakiorvaukset. Suomessa on käytössä menetelmä, jossa keskeytyskustannusten pienentyminen antaa verkkoyhtiölle mahdollisuuden lisätä investointeja ja/tai sähkönsiirrosta saatavaa tuottoa. Keskeytyskustannusten kasvu vaikuttaa vastaavasti päinvastoin. /3./

Suomessa sähkön laatu on ensimmäisen kerran ollut taloudellisessa valvonnassa (regulaatiossa) vuodesta 2008 alkaen. Jakeluverkon käyttövarmuutta kuvataan keskeytyskustannuksilla, jotka otetaan huomioon verkkoyhtiöille sallittua liikevaihtoa ja sähkönsiirtohinnoittelua määriteltäessä. Edellä mainitusta syystä jakeluverkon käyttövarmuudella ja sähkönjakelun laadulla voi olla joko positiivinen tai negatiivinen vaikutus verkkoyhtiölle sallittuun ja myös todelliseen toteutuvaan liiketaloudelliseen tulokseen. /3./

4.3 Jakeluverkon käyttövarmuus

Jakeluverkon käyttövarmuus kuvaa sähkönjakelun luotettavuutta ja siihen liittyviä erilaisia sähkötoimituksen keskeytyksiä. Standardissa SFS-EN 50160 keskeytys määritellään tilanteeksi, jossa jännite on liittämiskohdassa alle 1 % sopimuksen mukaisesta jännitteestä. Hetkellisestä kytkentätilanteesta tai muusta toimesta johtuvaa jännitteenalenemaa ei luokitella keskeytykseksi. /3.; 8./

Sähkönjakelussa aiheutuvat keskeytykset voidaan luokitella kahteen eri tyyppiin: suunniteltuihin keskeytyksiin ja vioista aiheutuviin keskeytyksiin.

Suunnitellut keskeytykset johtuvat yleensä jakeluverkossa tehtävistä töistä, pääosin verkon rakentamistöistä tai jännitteetöntä verkkoa vaativista kunnossapitotöistä. Esimerkiksi linjaraivaukset vaativat usein suunniteltuja käyttökeskeytyksiä, jotta linja-aukko saadaan siistittyä turvallisesti määräysten mukaisesti. Linjaraivauksilla saadaan myös pienennettyä riskiä puiden ja oksien aiheuttamille vikakeskeytyksille.

Häiriökeskeytykset aiheutuvat pysyvistä tai ohimenevistä jakeluverkossa aiheutuvista vioista. Häiriökeskeytykset ovat ei-ennustettavia, satunnaisia tapahtumia, jotka luokitellaan pitkiin ja lyhyisiin keskeytyksiin sekä jännitekuoppiin. /3./

Alle 3 minuuttia kestävä ohimenevän vian aiheuttama sähkönjakelukeskeytyks luokitellaan lyhyeksi keskeytykseksi. Ilmalinjan päälle pudonneen risun aiheuttaman vian aikaansaama pika- ja mahdollinen aikajälleenkytkentä on hyvä esimerkki lyhyestä keskeytyksestä. Lyhyistä keskeytyksistä noin 70 % saadaan hoidettua alle yhdessä sekunnissa pikajälleenkytkennän avulla. Pika- ja aikajälleenkytkennän tarkoitus ja toiminta selitetään myöhemmin tässä työssä.

Sähkönjakelun keskeytyks luokitellaan pitkäaikaiseksi sähkönjakelun keskeytykseksi, mikäli pysyvä vika aiheuttamaa sähkönjakeluun yli 3 minuuttia kestävä keskeytyksen. Pitkäaikaista vikakeskeytystä ei yleensä saada hoidettua jälleenkytkennöillä, vaan se vaatii varsinaisia korjaustoimenpiteitä vikaantuneessa kohteessa. Myös suunnitellut keskeytykset muodostuvat yleensä pitkäaikaisiksi keskeytyksiksi.

Jännitekuopalla tarkoitetaan äkillistä tilannetta, jossa jakeluverkon jännite äkillisesti alenee 1-90% normaalista jakelujännitteen tasosta, standardi SFS-EN 50160. Jännitekuopan kesto on tavallisesti kymmenestä millisekuntista yhteen minuuttiin.

Edellä kuvattujen käyttövarmuuden tunnuslukujen raja-arvoihin laatustandardi SFS-EN 50160 ei ota kantaa. Käyttökeskeytysten määrälle tai kestolle ei esitetä numeerisia raja-arvoja ja kvalitatiivisia ehtoja, vaan indikaatiivisia arvoja.

Sähkömarkkinalaissa käyttövarmuuden tunnuslukuihin otetaan kantaa ns. vakiokorvausten muodossa. Sähkönjakelun keskeytyksistä aiheutuvia vakiokorvauksia käsitellään tarkemmin luvussa 4.3.1. Sähkömarkkinalain mukaan verkkoyhtiön on maksettava sähkönkäyttäjälle hyvitystä, jonka määrä riippuu keskeytysten ajasta ja sähkönkäyttäjän vuotuisesta verkkopalvelumaksusta. /3.; 8./

4.3.1 Vakiokorvaus

Yli 12 tuntia kestävästä keskeytyksestä maksetaan automaattisesti sopimusehtojen mukaiset vakiokorvaukset. Keskeytys on määritelty alkavaksi siitä, kun vika on tullut verkkoyhtiön tietoon joko käyttöjärjestelmän kautta tai asiakkaan ilmoituksesta. /6./

Verkkoyhtiöllä on velvollisuus suorittaa vakiokorvaus asiakkaille yhtäjaksoisten sähkönjakelukeskeytysten perusteella ilman keskeytyksen kokeneiden asiakkaiden erillistä vaatimusta. Asiakkaalla on oikeus esittää verkkopalvelun keskeytymiseen perustuvat vaatimuksensa verkonhaltijalle vakiokorvauksesta, mikäli verkonhaltija ei ole, syystä tai toisesta, ollut tietoinen vakiokorvaukseen oikeuttavasta sähköntoimituksen keskeytyksestä. Verkkoyhtiön ei tarvitse maksaa vakiokorvauksia asiakkaille, mikäli voidaan osoittaa, että sähkönjakelussa aiheutunut häiriö johtuu hänen vaikutusmahdollisuksiensa ulkopuolella olevasta esteestä, jota hänen ei kohtuudella voida edellyttää ottavan huomioon toiminnassaan, ja jonka seurauksia hän ei kaikkea huolellisuutta noudattaen olisi voinut välttää tai voittaa. Esimerkiksi tilanteessa, jossa sähkönjakeluverkossa aiheutunut keskeytys johtuu asiakkaan omista sähkölaitteista, verkonhaltija ei ole velvollinen suorittamaan vakiokorvausta kyseiselle käyttäjälle eikä muillekaan käyttäjille, jotka ovat kyseisen keskeytysalueen vaikutuspiirissä. /1./

Asiakkaille maksettavissa korvauksissa käytetään taulukon 1 mukaisia arvoja.

Taulukko 1 Vakiokorvaus vuotuisesta verkkopalvelumaksusta

Keskeytysaika / h	Vakiokorvaus / %
0-12	0
12-24	10
24-72	25
72-120	50
120-192	100
192-288	150
288-	200

Taulukossa 1 verkkoyhtiöille suunnattu sähköjakelun keskeytyksestä aiheutuva suoraan asiakkaille maksettava vakiokorvaus määritellään Energiateollisuus ry:n laatimassa suosituksessa, verkkopalveluehdot, VPE 2014. Vakiokorvaus maksetaan asiakkaalle prosentuaalisesti vuotuisesta verkkopalvelumaksusta. /1./

Energiateollisuuden laatimassa suosituksessa on määritelty myös, että yksittäiselle asiakkaalle kalenterivuoden aikana maksettavien vakiokorvausten määrä on enintään 200 prosenttia vuotuisesta siirtopalvelumaksusta tai 2 000 euroa. Taulukossa 2 on esitetty korvausten enimmäismäärän kehitys. /1./

Taulukko 2 Enimmäiskorvausten kehitys

Päivämäärät	Maksimikorvaus / €
Ennen 1.1.2016	1000
1.1.2016-31.12.2017	1500
1.1.2018-	2000

Valtioneuvoston asetuksella vakiokorvauksen enimmäismäärää voidaan muuttaa rahanarvon muutoksen seurauksena.

4.3.2 Toimitusvarmuus tavoite vuoteen 2030 mennessä

Vuonna 2010 Energiateollisuus ry:n verkkovaliokunta on julkaissut suosituksen, jolla pyritään määrittelemään verkkoyhtiöille jakeluverkon toimitusvarmuuden tavoitetasot vuodesta 2030 eteenpäin. Tavoitteena on, että tavoitteita

tiukentamalla saadaan nopeutettua jakeluverkkoon tehtäviä saneeraustoimenpiteitä. Lisäksi tavoitteena on, että suosituksen asettamia toimintavarmuuskriteereitä käytetään verkkoyhtiön ensisijaisena suunnittelukriteerinä uusia sähköverkkoja rakennettaessa.

Vuodelle 2030 asetetut tavoitetasot ovat kaupunkikeskustoissa vikojen aiheuttamien kokonaiskeskeytysaikojen osalta maksimissaan yksi tunti vuodessa, eikä verkossa saa esiintyä lyhyitä alle kolme minuuttia kestäviä keskeytyksiä. Taajamien osalta tavoitteet ovat kokonaiskeskeytysajan osalta enintään kolme tuntia vuodessa ja maksimissaan kymmenen lyhyttä keskeytystä vuodessa. Maaseutuverkossa sallitaan suositusten mukaan vuotuisesti kokonaiskeskeytysajaksi enintään kuusi tuntia vuodessa ja alle kolme minuuttia kestäviä keskeytyksiä enintään 60 kappaletta. Työkeskeytyksien aiheuttamia sähkönjakelun keskeytyksiä ei kyseisessä suosituksessa vielä huomioida.

Verkkoyhtiöiden veloitteena on tehdä järjestelmä, jolla laaditaan tilastot, joissa esitetään kyseisen yhtiön jakelupiirissä olevien asiakkaiden kokemien vikakeskeytysten kokonaiskestoista ja lyhyiden keskeytysten määrästä. Lisäksi verkkoyhtiön tulee esittää lukumäärät asiakkaista, joilla asetetut tavoitearvot ovat kolmen vuoden aikajaksolla ylittyneet. Tavoitetaso saavutetaan tilanteessa, jossa kolmen vuoden aikajaksolla saa tapahtua maksimissaan yksi tavoiteajan ylitys. /4./

5 JAKELUVERKON KÄYTTÖKESKEYTYKSET

Keskeytyksistä asiakkaalle aiheutuvaan haittaan vaikuttaa toisaalta pitkien keskeytysten keskeytysajat ja kokonaismäärä sekä lyhyiden keskeytysten lukumäärä. Asiakkaiden kokemista keskeytyksistä huomattava osa, noin 90 %, aiheutuu keskijänniteverkossa aiheutuneista vioista. Keskijänniteverkon viat ovat pääasiassa joko ohimeneviä tai pysyviä oiko- tai maasulkuvikoja. Keskijännitteisen avojohtoverkon vioista suurin osa, noin 90%, on lyhytkestoisia ohimeneviä vikoja, joiden selvittämiseen käytetään pika- ja aikajälleenkytkentöjä. Pikajälleenkytkennät (pjk) selvittävät tyypillisesti noin 75 % vioista. Aikajälleenkytkentä (ajk) selvittää noin 15 % vioista. Loput vioista ovat pysyviä. Pjk ja ajk ovat verkon suojaustoimintoja, joiden tarkoituksena on välttää vioista aiheutuva pidempi keskeytys. Pysyvistä keskijänniteverkon vioista hieman yli puolet

johtuvat verkossa tapahtuvasta maasulusta ja loput erilaisista oikosuluista. Ohimenevistä keskijänniteverkon vioista noin 80 % johtuu maasulkuvioista. Tulevaisuudessa oikosuluista johtuvien vikojen määrä tulee luultavasti kaapelointien lisääntyessä kasvamaan kaapelivaurioiden myötä. Vaikka pienjänniteverkosta iso osa on vielä ilmajohtoverkkoa, niin vain noin 10 % asiakkaan kokemista kaikista sähkönjakelu keskeytyksistä aiheutuu pienjänniteverkon vioista. Pienjänniteverkon vikoja on kuitenkin huomattavan paljon. Pienjänniteverkon vioissa asiakasmäärät pysyvät yleensä kuitenkin keskijänniteverkon vikaan nähden varsin pieninä. Pienjänniteverkon viat aiheuttavat verkkoyhtiön näkökulmasta myös paljon korjauskustannuksia. /3.; 8./

5.1 Jakeluverkon suojaus

Sähköasemaa ja sen syöttämää verkkoa on aina pyrittävä suojaamaan mahdollista vikoja vastaan siihen suunnitellulla automaattisella suojausjärjestelmällä. Suojausjärjestelmästä on pyrittävä rakentamaan mahdollisimman selkeä ja käyttövarma. Kuitenkin monilla sähköasemilla on erilaiset kojeistot ja suojarieleet, mutta sähköasemien laitteistojen toimintatavat ovat keskenään samanlaiset. Helppokäyttöisyyden takia suojausjärjestelmässä pyritään välttämään niin sanottua ylisuojausta, mutta siinä ei saa kuitenkaan olla puutteita. Pääsääntöisesti suojausjärjestelmä toteutetaan relesuojauksella. Ylikuormitusuojat toteutetaan vakio- tai käänteisaika ylivirtareleillä ja termisillä suojoilla. Oikosulkusuojauskset toteutetaan hetkittäisylivirtareleillä. Maasulku ja katkeileva maasulkusuojaus toteutetaan suunnatuilla ja/tai suuntaamattomilla maasulkureleillä. Vaihekatkoksista johtuvat viat havaitsevat epäsymmetriareleet ja/tai vaihekatkossuojareleet. Vaurioituneen komponentin verkosta erottavan suojauksen tavoitteena on lisävaurioiden minimointi ja leviämisen estäminen sekä vaaran välitön rajoittaminen. Irtikytkevä suojaus on tarkoitettu toimivaksi maaja oikosulkutilanteissa, vaihekatkoksissa sekä maasulkutilanteissa. Verkon käyttöä valvovan suojauksen tavoitteena on rajoittaa verkon rasitusten kesto turvalliselle tasolle sekä laajan verkkohäiriön eli niin sanotun black-outin estäminen. Käyttöä valvovaa suojausta käytetään lähinnä verkon tilan tarkkailuun. Sillä pyritään havaitsemaan keskijänniteverkossa esiintyvät yli- ja alijännitteet, liialliset taajuusvaihtelut ja erilaiset ylikuormitustilanteet. /6.; 7./

Toimiva relesuojaus ei itsessään poista mahdollisten vikojen syntymistä, mutta oikein suunnitellulla selektiivisellä relesuojauksella saadaan pienennettyä vikojen aiheuttamat vahingot sekä käyttökeskeytykset murto-osaan suojaamattomaan verkkoon verrattuna. Selektiivisellä relesuojauksella tarkoitetaan suojausketjun oikea-aikaista toimintaa. Optimaalinen relesuojauksen selektiivinen toiminta saavutetaan, kun syötettävän verkon ja suojalaitteiston tekniset ominaisuudet, kuten toiminta-ajat, nimellisarvot jne. tunnetaan ja porrastetaan riittävän hyvin. Luotettava selektiivinen toiminta varmistetaan laitteistolle tehtävillä säännöllisillä koestuksilla ja testeillä. /6.; 7./

5.1.1 Jälleenkytkennät

Kaikkien keskijänniteverkon johtolähdöillä käytettävien relesuojausten kanssa on mahdollista käyttää automaattisia pika- ja aikajälleenkytkentöjä. Suojalaitteiston havaitessa vian verkossa se yritetään ensin selvittää pikajälleenkytkennällä (pjk). Pjk:ssä verkon osa tehdään jännitteettömäksi, tauko-aika on lyhyt yleensä 0,2-0,5 sekuntia. Mahdollinen viasta aiheutunut valokaari ehtii sammua jo noin 0,01 sekunnin jännitteettömyyden aikana, mutta sen uudelleen syttymisen estämiseksi pjk:n tauko-aika määritellään hieman pidemmäksi. Mikäli vika ei poistu pjk:n aikana, järjestelmä suorittaa aikajälleenkytkennän (ajk). Ajk:n tauko-aika on puolesta minuutista kahteen minuuttiin. Mikäli vika on pysyvä, yhden tai usemman ajk:n jälkeen katkaisija jää auki ja viasta tulee hälytys järjestelmään. Ajk:ta käytetään myös jonkin verran vikapaikan rajaamiseen ja etsimiseen. Liiallinen ajk:n käyttö voi tosin aiheuttaa esimerkiksi johtimen poikki palamisen tai muun verkon komponentin rikkoutumisen. /7./

Jälleenkytkennät näkyvät asiakkailta sähkönjakelun lyhytaikaisena keskeytyksenä ja otetaan huomioon tilastoinnissa, mutta niillä saadaan usein selvitettyä vikoja ilman pidempiaikaisia keskeytyksiä sähkön jakelussa. Jälleenkytkentä, yleensä oikosuluissa, saattaa myös aiheuttaa jännitekuopan sähköaseman viereisille lähdöille. /7./

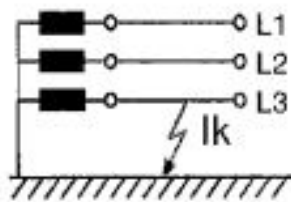
5.2 Jakeluverkon yleisimmät vikatyypit

Jakeluverkossa aiheutuvat viat voidaan jakaa kahteen yleisempään vikatyypin: oiko- ja maasulkuun. Kuitenkin muitakin vikatyyppejä voi olla mahdollista havaita niin keski- kuin pienjänniteverkoissakin. /6./

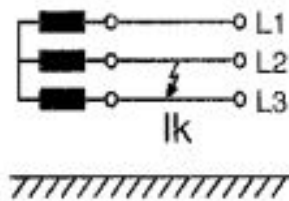
5.2.1 Oikosulku

Oikosulkuja on olemassa kolmenlaisia, yksivaiheisia, kaksivaiheisia ja kolmivaiheisia. Oikosulkuvirran suuruus riippuu vikatyypistä ja vian sijainnista. Pitkän johdon päässä oikosulkuvirta on huomattavasti pienempi kuin kojeistossa tapahtuvassa oikosulussa.

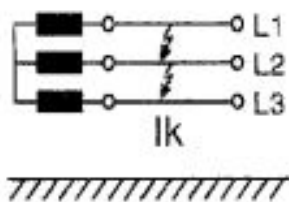
Kuvissa 1-3 on esitetty erilaiset oikosulkutilanteet.



Kuva 1. Yksivaiheinen oikosulku



Kuva 2. Kaksivaiheinen oikosulku



Kuva 3. Kolmivaiheinen oikosulku

Yleisimmät syyt verkossa aiheutuneille oikosuluille on laitteiden mekaaniset vauriot sekä ympäristön aiheuttamat vauriot, kuten esimerkiksi ilmalinjan

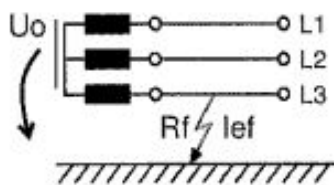
päälle kaatuneen puun aiheuttama johdinten yhteen osuminen. Lisäksi ikään-
tynyt verkko aiheuttaa omia ongelmiaan vanhentuneiden eristeiden ja verkos-
torakenteiden pettämisten muodossa. Kytkevirheet ovat myös mahdollisia,
kuten esimerkiksi virheellinen verkon vaiheistus tai jännitteen kytkeminen
maadoitettuun verkkoon.

Jakeluverkossa oikosulkusuojaus hoidetaan releillä ja sulakkeilla. Oikeanlai-
sella verkon selektiivisyydellä saadaan suojaus toimimaan siten, että lähim-
pänä vikaa oleva suoja toimii, ja vain vikaantunut verkonosa erotetaan muusta
sähkönjakelujärjestelmästä. /6./

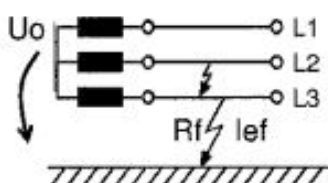
5.2.2 Maasulku

Maasulku syntyy, kun yksi tai useampi vaihe on sähköisesti yhteydessä maa-
han. Maasulkuvirran ja nollajännitteen suuruus riippuvat vikatyypistä, vikare-
sistanssista, verkon maadoitustavasta sekä vikaantuneen johtimien pituu-
desta. Vikapaikan etäisyydellä ei ole suurta merkitystä maasulkuvirran suuruu-
teen. Vikapaikalle mennessä on otettava huomioon, että maasulkupaikassa
saattaa olla isot kosketusjännitteet. Tästä syystä vikaa korjattaessa vikapaikka
on otettava jännitteettömäksi, koestettava työkohteen jännitteettömyys ja maa-
doitettava.

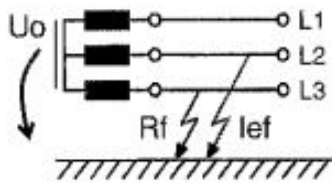
Kuvissa 4-7 on esitetty erilaiset maasulkutilanteet.



Kuva 4. Yksivaiheinen maasulku



Kuva 5. Kaksivaiheinen maasulku maakosketuksella



Kuva 6. Kaksoismaasulku

Yleisin maasulkuvian aiheuttaja ilmajohtoverkoissa on avojohtimille kaatunut puu, johtimen katkeaminen tai putoaminen maahan. Vieraat esineet ja eläimet muuntajakoneen navoissa tai erottimissa aiheuttavat myös maasulkuvikoja jakeluverkkoon. Kaapeliverkossa kaapeleiden mahdolliset eristysviat aiheuttavat maasulkuja.

Jakeluverkossa maasulkusuojauksen tulee olla riittävän tarkka, jotta kaikki verkossa tapahtuvat maasulut havaitaan. Kuten oikosulkusuojauksessa, maasulkusuojauksessa selektiivisyydellä saadaan erotettua vikaantunut verkonosa muusta sähkönjakelujärjestelmästä vikapaikkaa lähimpänä olevalla suojalaitteella eli suunnatulla maasulkureleellä.

Jakeluverkon saneerauksen yhteydessä osa verkosta toteutetaan kompensoidulla jakeluverkon mallilla. Kompensoitu keskijänniteverkko voidaan toteuttaa eri tavoilla: keskitetyllä tai hajautetulla kompensoinnilla tai niiden yhdistelmällä. Kompensoidun verkon perusidea on, että verkon maakapasitanssi kompensoidaan vastaavan suuruisella induktanssilla, suuri-impedanssisella kuristimella. Kompensoidussa verkossa maasulkuvirta pienenee 90-95% verrattuna vastaavaan maasta erotettuun jakeluverkkoon. Pienentynyt maasulkuvirta mahdollistaa sen, että maasulkua voidaan pitää päällä pidemmän aikaa, tällöin suuri osa maasuluista sammuu itsestään. Kompensoidun verkon suojauksen toteuttaminen on kuitenkin vaativampaa ja kalliimpaa verrattuna maasta erotettuun verkkoon. /6./

5.3 Vioista johtuva käyttökeskeytys

Säännöllisistä jakeluverkkojen tarkastuksista ja kunnossapitotöistä huolimatta tapahtuu sähkön jakelussa vioista johtuvia käyttökeskeytyksiä. Käyttökeskeytysten määrä on eräs tärkeimmistä sähkön laadun mittareista, kuten aiemmin on jo todettu. Täysin häiriötöntä sähköverkkoa on kuitenkin mahdotonta ja taloudellisesti kannattamatonta rakentaa.

Sähkönjakelussa tapahtuvien käyttökeskeytysten aiheuttama haitta vaikuttaa eri tavalla erilaisten sähkönkäyttäjän näkökulmasta. Kriittisimmille häiriötöntä sähkönjakelua tarvitseville asiakkaille jopa pjk:n aiheuttama käyttökatko/jännitteenalenema aiheuttaa suuria taloudellisia menetyksiä. Yleensä tällaisilla asiakkailla on toimintaa suojaamassa UPS- laitteisto (Uninterruptible Power Supply) tai mahdollisesti jopa varavoimakone, joiden tehtävänä on taata katkeamaton ja tasainen virransyöttö lyhyissä katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa. Pidempiaikaisista suunnittelemattomista käyttökeskeytyksistä saattaa aiheutua myös pienkuluttajille monenlaisia hankaluuksia.

Sähkönjakeluverkkojen käyttökeskeytykset ovat osittain riippuvaisia vallitsevista ympäristöolosuhteista. Ilmajohtoverkolle ukkonen on myrskytuulet ovat huomattava keskeytysten aiheuttaja. Linjoille tai linjojen läheisyyteen osuvat salamet aiheuttavat katkaisijoiden laukeamisia sekä erilaisia vaurioita johdoille, kaapeleille ja muuntajille. Kaapeloinnin on todettu parantavan verkon luotettavuutta huomattavasti. Kaapeliverkoissa myrskytuulilla ei ole merkitystä vikojen syntyyn, mutta ukkosen aiheuttamista vioista ei kuitenkaan päästä täysin edes kaapeloimisella.

Ulkopuolinen varomattomuus jakeluverkon läheisyydessä on myös yleinen syy jakeluverkon häiriöihin. Linjoille kaadettu puu tai kaivinkoneella poikki kaivettu kaapeli ovat yleisiä viankorjauskohteissa havaittuja käyttökeskeytyksen aiheuttajia. Ulkopuolisten aiheuttamissa vioissa suurimmat syyt käyttökeskeytyksiin löytyvät kiireisestä aikataulusta, taloudellista näkökulmista sekä pelkästä huolimattomuudesta. Ulkopuolisten aiheuttamiin vikoihin olisi saatavilla monia eri vaihtoehtoja, joilla vikaantumisen riskiä saataisiin pienennettyä, mi-

käli niitä osattaisiin käyttää oikein. Kaapelivauriot voisi välttää todennäköisemmin tilaamalla kaapelinäyttö kaivualueelle tai linjan lähellä kaadettaviin puihin olisi mahdollista tilata puunkaatoapua, jolloin linjat laskettaisiin alas puiden kaatojen ajaksi. Molemmat palvelut ovat asiakkaille ilmaisia. /2./

5.4 Suunniteltu käyttökeskeytys

Suunniteltuihin käyttökeskeytyksiin kuuluvat kantaverkon ja muun siirtoverkon keskeytykset ja jakeluverkkoyhtiön omassa verkossa tehtävien korjaus- ja kytkentätöiden aiheuttamat keskeytykset.

Kaikista keski- ja suurjänniteverkkoon suunnitelluista kytkennöistä, jänniteistöistä ja keskeytyksistä tehdään etukäteen yksityiskohtainen kytkentäohjelma järjestelmän kautta tehdyn työtilauksen perusteella. Suunniteltuja käyttökeskeytyksiä suunnittelevat urakoitsijoilla työskentelevät sertifioidut käytönsuunnittelijat sekä verkkoyhtiön omat käytönsuunnittelijat.

KytKentäohjelman suunnittelulla pyritään varmistamaan sähköverkon turvallinen käyttö ja sähkön luotettava toimitusvarmuus asiakkaille. Lisäksi suunnitelluista käyttökeskeytyksistä toimitetaan keskeytystä koskeville asiakkaille ilmoitus keskeytyksestä postitse tai mikäli asiakkaalla on viestipalvelu käytössä, niin ilmoitus keskeytyksestä tulee tekstiviestillä tai sähköpostitse. Tekstiviestillä ja sähköpostilla suoritettavat ilmoitukset saapuvat asiakkaille huomattavasti nopeammin, kuin postitse lähetetyt viestit. Myös pienjänniteverkkoon tehtävistä keskeytyksistä ilmoitetaan asiakkaille edellä mainituilla tavoilla, vaikka varsinaisia kytkentäsuunnitelmia ei pienjänniteverkon keskeytyksiin tehdä.

Suunniteltu käyttökeskeytys saa olla maksimissaan kolmen tunnin mittainen. Maksimi keskeytysaika voi vaihdella verkkoyhtiöiden välillä. Jännitetyötä tehdessä asiakkaille ei yleensä synny keskeytystä, joten työn kestoa ei ole tarve määrittellä. Keskeytyksien, joissa ei tule asiakaskeskeytyksiä, keskeytysaikaa ei myöskään ole rajattu tarkasti. Pääsääntönä on, että verkon kytkentätilanne saadaan palautettua viikonlopuksi normaalitilaan.

Valmiit kytkentäohjelmat pyritään tarkastamaan käyttökeskuksen toimesta kaksi vuorokautta ennen ohjelman toteutusta. Tarkastuksessa katsotaan, että

kytkennät ovat turvallista toteuttaa ohjelman mukaisesti eikä esimerkiksi verkon jakorajat ole muuttuneet kytkentäohjelman teon jälkeen. Tarvittaessa kytkentäohjelma päivitetään mahdollista tarkastuksessa havaittujen virheiden osalta ja toimitetaan päivitetty uusintatarkastuksen läpäissyt ohjelma kytkijöille.

Käyttökeskeytyksiä ei suoriteta, mikäli keskeytyksen aloitusajankohtana on verkkoyhtiön määrittelemään pakkasrajaa enemmän pakkasta, esimerkiksi -15°C tai keskeytyksestä on suurta taloudellista haittaa keskeytysalueella olevalle yritykselle. Määritelty pakkasraja voi vaihdella verkkoyhtiöiden välillä. Lisäksi töissä käytettävien materiaalien pakkasen kesto voi rajoittaa töiden suorittamista. /6./

5.5 Keskeytysten tarveharkinta

Suunniteltujen käyttökeskeytysten määrää avojohtoverkoissa kyettäisiin vähentämään huomattavasti, mikäli jännitetyönä tehtäviä kytkentöjä ja verkkoon suoritettavia kunnossapitotöitä saataisi lisättyä. Monia verkostoon tehtäviä töitä voitaisiin tehdä turvallisesti jännitetyönä, mutta se ei ole taloudellisesti urakoitsijan näkökulmasta kannattavaa. Esimerkiksi keskijänniteverkon pylvään vaihtoon on kehitetty menetelmät, joilla pylväs voidaan vaihtaa verkkoon jännite päällä aiheuttamatta käyttökeskeytystä asiakkaille. Toimenpide vaatii kuitenkin arvokkaat työvälineet ja koulutuksen, joten suurin osa pylväiden vaihdoista suoritetaan suunnitellulla keskeytyksellä. Jännitetyötä saa tehdä ainoastaan jännitetyökurssin käynyt henkilö jännitetyöhön suunnitelluilla työkaluilla. Jännitetyön käyttöä rajoittavat sääolosuhteet (vesisade, ukkonen, jne.) sekä olemassa olevan jakeluverkon rakenne. /6./

Energiateollisuus ry:n tekemän vuoden 2016 keskeytystilastoinnin mukaan vain noin 18,1 % sähkönjakelun keskeytyksistä aiheutui suunnitelluista käyttökeskeytyksistä. Suoritettujen jännitetyösuoritteiden määrää ei tilastoinnissa ilmoitettu. Keskeytystilastoinnissa on huomioitu 56 eri verkonhaltijan keskeytystiedot. /5./

5.6 Keskeytysten tilastointi

Verkkoyhtiöt tilastoivat jakeluverkkoon aiheutuvat keskeytykset standardin SFS-EN 50160 mukaisesti keskimääräisillä vikojen aiheuttamilla tunnusluvuilla.

- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index): Keskeytysten keskimääräinen lukumäärä tietyllä aikavälillä/ kaikkien asiakkaiden määrä
- SAIDI (System Average Interruption Duration Index): Keskeytysten keskimääräinen yhteenlaskettu kestoaika tietyllä aikavälillä/ kaikkien asiakkaiden määrä
- CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index): Keskeytysten keskipituus tietyllä aikavälillä/ keskeytysten määrä /2./

5.6.1 Keskeytysten asiakkaille aiheuttama haitta (KAH)

Vikatyyppistä riippuen vian aiheuttama haitta koskee yhtä tai useampaa asiakasta. Vian aiheuttamasta keskeytyneestä sähköjakelusta aiheutuneen haitan määrittäminen on vaikeaa. Keskeytyksestä aiheutunut haitta voi joillekin asiakkaille olla pieni ja joillekin muille taas erittäin suuri. Keskeytyksen aiheuttamalle haitalle voidaan kuitenkin määritellä rahamääräinen arvo. Rahamääräinen arvo riippuu keskeytyksen kokemasta asiakkaasta sekä keskeytyksen ajankohdasta ja pituudesta. Keskeytyksen aiheuttama haitta €/ kWh lasketaan oheisella kaavalla. /2./

$$KAH = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (1)$$

Kaavassa C_i on yksittäisen asiakkaan ilmoittama kustannus ja P_i yksittäisen asiakkaan huipputeho. /2./

5.7 Keskeytystilastot

Verkkoyhtiöt ovat vastuutettu kehittämään itselleen tietojärjestelmä, johon kirjataan sähköjakeluhäiriöihin liittyvät tiedot mahdollisimman tarkasti. Esimerkiksi keskijännitevioista järjestelmä luo automaattisesti aikaleimat vialle, mutta

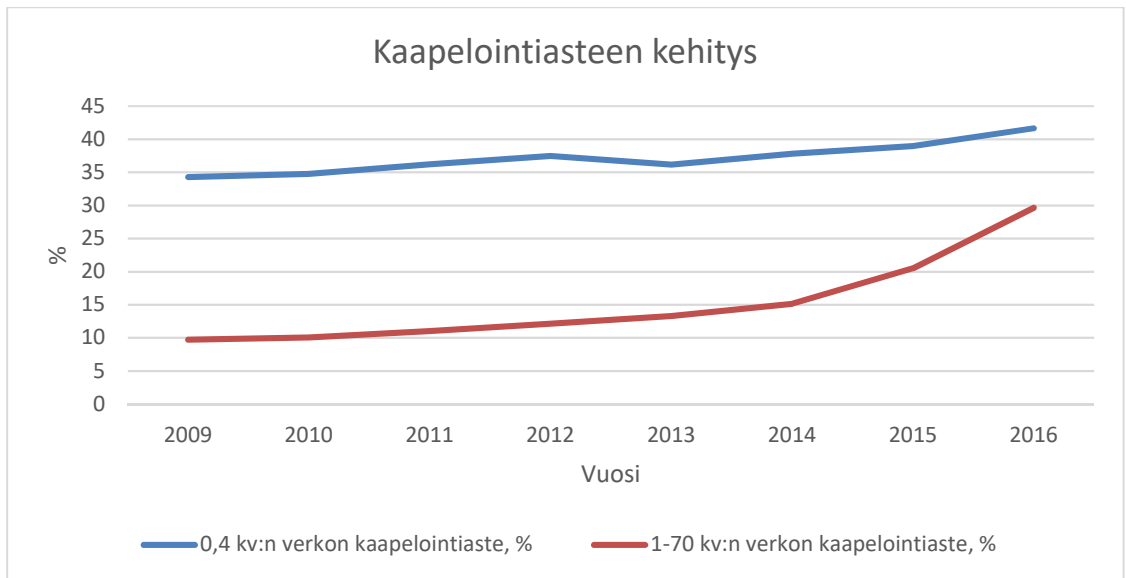
tarkentavat tiedot pitää syöttää järjestelmään käsin. Tilastoista voidaan seurata muun muassa sitä, miten verkoston kaapelointi vaikuttaa vikataajuuksiin sekä miten vianhoitoajat kehittyvät. /5./

Enease Oy laatii Energiateollisuus ry:lle vuosittain keskeytystilastoinnin sähköyhtiöiden antamien tietojen perusteella. Vuonna 2015 tilastointia uudistettiin, jonka ansiosta keskeytystietojen kerääminen voidaan suorittaa käyttöpaikka-kohtaisesti. Lisäksi voidaan tehdä aikaisempaa tarkempaa aluejakoa. Keskeytystietoihin kerätään sähköyhtiöiden tietojärjestelmistä tietoa muun muassa keskeytyksen aiheuttaja, paikka, vikatyyppejä, ajankohta ja laajuus. Energiateollisuus ry:n kokoama keskeytystilastointi kattaa 98,3 % Suomen jakeluverkkojen johtopituudesta, noin 140 000 km. /5./

5.7.1 Pohdintaa keskeytystilastoista

Varsinaisia tilastoja ei verkkoyhtiöltä ei ollut käytettävissä. Urakoitsijakaan eivät ole pitäneet omia tilastointeja keskeytyksistä, joten keskeytystilastojen pohdintojen pohjana käytettiin Energiaviraston vuosittain teettämää tilastointia. Energiaviraston teettämän tilastoinnin perusteella ei voida kuitenkaan pohtia verkkoyhtiöiden eri verkkoalueiden tilastoja toivotulla tarkkuudella, jonka perusteella olisi voinut selvittää varsinaista viankestoajien kehitystä urakoitsijoiden vianhoitoprosesseissa. Keskeytystilastojen lähdemateriaalina on käytetty Energiaviraston verkkosivuilta löytyviä sähköverkkotoiminnan tunnuslukujen taulukointeja vuosilta 2009-2016 (Liite 1). Keskeytystilastoinnin analysointiin on käytetty liitteen 1 taulukon arvoja.

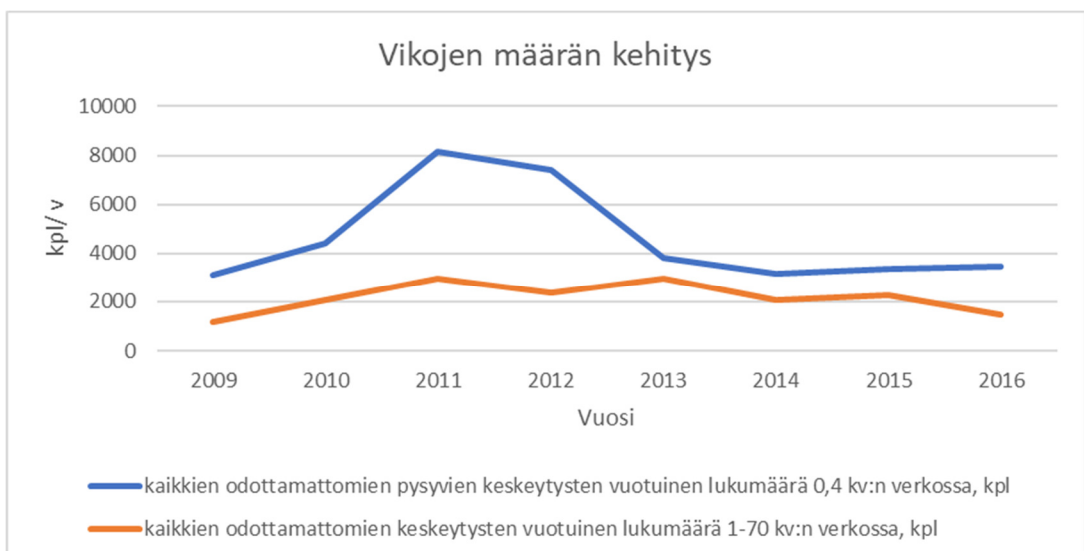
Kuvaajassa 1 on esitetty erään verkkoyhtiön pien- ja keskijänniteverkon kaapeloinnin vuotuista kehitystä.



Kuvaaja 1 Maakaapeloinnin osuuden kehitys verkoston kokonaismäärään suhteutettuna

Kuvaajasta 1 voidaan havaita, että keskijänniteverkon maakaapelointi on vuoden 2014 jälkeen lisääntynyt huomattavasti verrattuna pienjänniteverkon kaapelointiin. Nykyisellä verkon saneerausnopeudella keskijänniteverkon kaapelointiaste on pienjänniteverkon kaapelointiastetta korkeampi vuodesta 2027 alkaen. Lisäksi vuonna 2027 pien- ja keskijänniteverkon kaapelointiaste ylittää 50 %. Todennäköisesti verkkoyhtiöiden saneeraustahti on kuitenkin kiihtymässä lähivuosina, joten 50 % kaapelointiaste saavutetaan muutamia vuosia aikaisemmin.

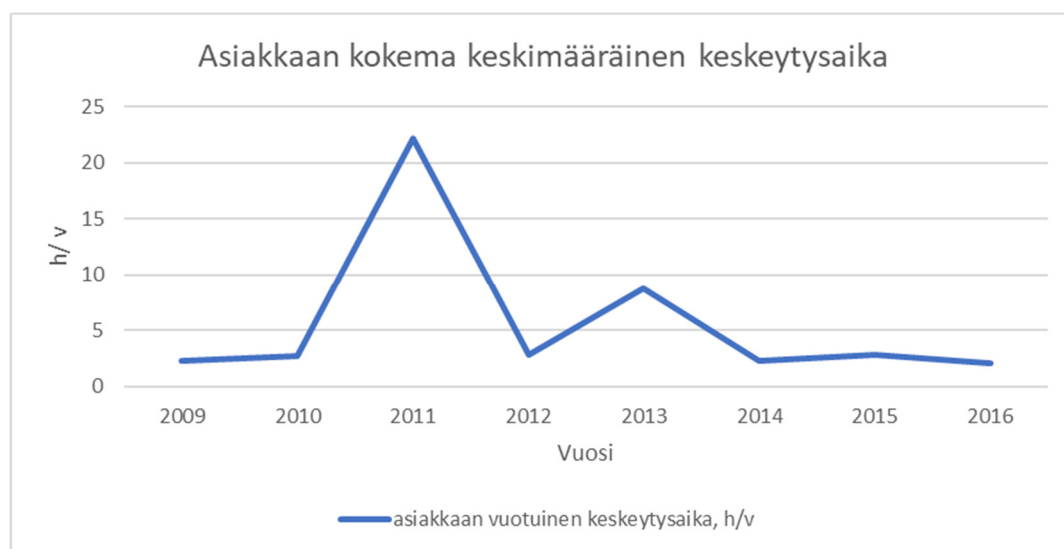
Kuvaajassa 2 esitetään pien- ja keskijänniteverkon odottamattomien pysyvien keskeytysten määrien kehittyminen aikavälillä 2009-2016.



Kuvaaja 2 pien- ja keskiverkossa aiheutuneiden vuosittainen vikojen määrä

Kuvaajasta 2 voidaan havaita, että tarkasteluajavälillä pienjänniteverkon pysyvien häiriöiden määrät ovat pienentyneet huomattavasti vuoden 2011 jälkeen. Keski-jänniteverkkoon aiheutuneiden pysyvien häiriöiden määrään suuret kaapelointiprojektit eivät ole vielä tehneen yhtä suurta vaikutusta, vaikkakin keski-jänniteverkossa tapahtuvien pysyvien häiriöiden määrä on suhteellisen tasaisesti pienentynyt.

Kuvaajassa 3 esitetään jakeluverkon häiriöistä johtuva asiakkaiden kokema keskimääräinen keskeytysaika. Kaaviossa on huomioitu sekä pien- että keski-jänniteverkossa aiheutuneet häiriöt.



Kuvaaja 3 asiakkaiden vuoden aikana kokema jakeluhäiriöiden aiheuttama keskeytysaika

Kuvaajasta 3 huomataan, että ilman suurhäiriön aiheuttamia laajoja pitkäkestoisia häiriöitä asiakkaiden kokema keskimääräinen keskeytysaika pysyy melko vakiona noin kahdessa ja puolessa tunnissa. Verkon kokonaiskaapelointi aste on vielä niin pientä, että kaapeloinnin vaikutusta keskeytysaikoihin on vaikea arvioida.

5.8 Maakaapeloinnin vaikutus keskeytysten määrään

Käyttäjärjestelmästä saadun informaation mukaan alueen kaapeloinnilla on suuri merkitys asiakkaiden kokemiin häiriöihin sähköjakeluverkossa. Tutkimuksessa käytetty liittymien määrä ja käsiteltävä aikaväli ovat kuitenkin varsin suppeat, joten täysin varmaa maakaapeloinnin merkitystä sähköhäiriöiden vä-

henemiseen ei saada. Osittain vikojen määrää on voitu alueilla saada pienennettyä myös verkon kytkentätilannetta muuttamalla eli verkon jakorajoja muuttamalla.

Taulukossa 3 on käyttöjärjestelmän avulla kerätty aineisto, jossa on erään satunnaisen liittymän kokemat häiriöt vuodesta 2005 vuoteen 2016. Alueen, jolle kyseinen liittymä kuuluu, keskijännitelinja on kaapeloitu vuonna 2014. Kaapeloinnin pitkäaikaista vaikutusta ei taulukon antamalla tiedolla saada, eikä kaapeloinnin jälkeiselle jaksolle ole suurhäiriötä osunut. Kuten taulukosta huomataan, vuodet eivät ole keskenään samanlaisia, joten ennen kaapelointiakin on ollut muutamia vuosia, jolloin liittymä ei ole kovin montaa häiriötä sähköjake- lussa kokenut.

Taulukko 3 tutkitun liittymän sähköjake- luvon häiriötilastot

Vuosi	PJK	AJK	Pj-vika	Kj-vika	Työkeskeytys
2005	19	7	1	5	0
2006	6	3	1	1	1
2007	12	1	2	2	2
2008	14	10	1	6	1
2009	19	1	1	0	0
2010	1	1	1	1	0
2011	30	1	2	3	0
2012	26	2	0	4	0
2013	5	9	0	6	0
2014	0	1	0	1	1
2015	0	0	0	1	0
2016	0	0	0	0	1

Taulukossa 4 on esitetty kyseisen liittymän kokemien vikakeskeytysten keskimääräiset kestot.

Taulukko 4 tutkitun liittymän kokemien häiriöiden kestoajat

Vuosi	PJ-vika (h:min)	KJ-vika (h:min)
2005	5:10	30:55
2006	17:11	3:01
2007	9:14	1:15
2008	0:16	0:47
2009	0:02	0:00
2010	0:57	0:24
2011	2:43	24:20
2012	0:00	4:05

2013	0:00	7:50
2014	0:00	0:17
2015	0:00	0:03
2016	0:00	0:00

Esimerkiksi vuoden 2006 liittymän kokemalle vikatehtävälle on järjestelmään dokumentoitu syyksi pienjännitekaapelissa olleesta vauriosta johtunut vaihevika, joka on uusiutunut vuonna 2007. Vuosien 2005, 2011 ja 2013 pitkät keskijänniteverkon vikojen keskiarvot johtuvat suurimmilta osin alueelle osuneista myrskyistä. Myrskyviat suodattamalla keskiarvot kyseisille vuosille olisi noin kolmen tunnin luokkaa.

Alueen maakaapeloinnin vaikutus saadaan kuitenkin pienentymään, mikäli kyseisessä johtolähdössä jakorajat on valittu väärin. Ideaalitilanne verkon jakorajojen sijoittelussa olisi, että maakaapeloitu verkon osa ja vielä ilmajohtoverkko-ona olevat johdonosat saataisiin rengasverkkotilanteissa erottimilla rajattua eri sähköaseman johtolähtöjen syöttämiksi tai jopa eri sähköasemien syöttämiksi. Kaikissa tapauksissa tämä ei ole kuitenkaan mahdollista.

6 VIKOJEN TOTEAMINEN VERKOSSA

Viankorjaajan tehtävät voidaan ryhmitellä karkeasti seuraavanlaisiin kategorioihin:

- pj- jakeluverkon (0,4 kV ja 1 kV) käyttö- ja vianselvitystehtävät
- kj- jakeluverkon (6-30 kV) käyttö- ja vianselvitystehtävät
- alueverkon ja sähköasemien käyttö- ja vianselvitystehtävät
- sähköverkon korjaustyöt
- mittarin vaihdot ja
- muut käyttökeskuksen pyytämät kiireellisesti hoidettavat tehtävät, kuten esimerkiksi avonaisen jakokaapin oven sulkeminen.

Esimerkiksi pien- ja keskijännitevioissa viat jaetaan erikseen ilmalinja- ja maakaapelivikoihin. Lisäksi löytyy yksikkö niin sanotuille uhkaaville vioille. Uhkaava vika voi olla esimerkiksi pienjännitelinjalle kaatunut puu, joka ei ole aiheuttanut keskeytystä sähkönjakeluun, eikä aiheuta välitöntä vaaraa ulkopuolisille. Uhkaavan vian toimitusaika on neljä arkipäivää tilauspäivä mukaan lukien. /6./

7 VIANHOITO

Vioista aiheutuneet sähkönjakeluhäiriöt voivat tapahtua milloin ja missä vain. Sähkönkäyttäjä voi jäädä ilman sähköä omassa laitteistossaan olevan sähköhäiriön vuoksi, esimerkiksi kiinteistön pääsulake voi olla palanut tms. Asiakaan omista laitteistoissa olevan vian korjaaminen ei kuulu verkkoyhtiön viankorjausvastuun piiriin. Tällaisissa tapauksissa asiakkaan on itse hoidettava vika kuntoon tai hänen on kutsuttava ulkopuolinen sähköasentaja paikalle. Sähkönkäyttäjän kokema sähkönjakeluhäiriö voi johtua myös sähköverkossa tapahtuneesta pien- tai keskijänniteverkon viasta. Verkkoyhtiö on jakanut verkonsa useisiin vianhoitoalueisiin, joiden vianhoidosta alueen sopimusurakoitsijat hoitavat. /6./

Sähkönkäyttäjälle pyritään palauttamaan sähkötkä mahdollisimman nopeasti ja turvallisesti. Joskus voi olla sellainen tilanne, että viankorjauksen aloittamista joudutaan lykkäämään keliolosuhteiden takia. Esimerkiksi ukkosmyrskyn ollessa käynnissä voi olla mahdotonta tai hengenvaarallista mennä suorittamaan viankorjauksia. Vian laadusta riippuen viankorjaus voi kestää kymmenistä minuuteista useisiin tunteihin. /6./

7.1 Pätevyysvaatimukset käyttö- ja vikatehtävissä

Käyttö- ja vikatehtäviin osallistuvan henkilön on täytettävä verkkoyhtiön määrittämät ammatilliset pätevyysvaatimukset, jotta työskentely käyttö- ja vikatilanteissa on sujuvaa ja turvallista.

Pätevyysvaatimukset verkon käyttö- ja vikatehtävissä ovat muun muassa:

- sähkönjakelualan ammattitutkinto tai yli kolmen vuoden kokemus verkkoasennustehtävistä toimia koskevilla jännitetasoilla
- yli kahden vuoden kokemus käyttö- ja vikatehtävistä, sekä yksintyöskentelyä toimia koskevilla jännitetasoilla
- voimassa oleva Suurjännitelaitteistojen sähköturvallisuus-koulutus (SÄTKY)
- verkkoyhtiön järjestämiin päivystys- ja vianselvityskoulutuksiin osallistuminen

- normaalitilanteessa suoritettava yli 50% työajasta verkkoasentajan tehtävässä
- käytönjohtajan hyväksyntä

KytKentäohjelman suunnittelijan pätevyysvaatimuksiin kuuluu muun muassa:

- Sähkönjakelualan tutkinto
- vähintään kahden kokemus kytKentäohjelmien laadinnasta ja riittävä ammattitaito (teoria ja käytäntö)
- voimassa oleva Suurjännitelaitteistojen sähköturvallisuus -koulutus (SÄTKY)
- verkkoyhtiön järjestämiin päivystys ja vianselvitys koulutuksiin osallistuminen
- perehdytys kytKentäohjelmien tekemiseen, verkkoyhtiön käyttämään järjestelmään ja kytKentäsuunnitteluprosessiin.
- käytönjohtajan hyväksyntä /6./

7.2 KJ-viankorjaus

Verkkoyhtiöt voivat jakaa keskijänniteverkon esimerkiksi kolmeen eri prioriteettiryhmään eli hälytyskoodiin A, B ja C niiden tärkeysluokituksen mukaan. Keskijännitelähdön prioriteetti on määritelty asiakkaiden kokeman keskeytyksen aiheuttaman haitan (KAH:in) mukaan. KAH lasketaan asiakkaan kokemasta keskeytysajasta ja siirtämättä jääneestä energiasta.

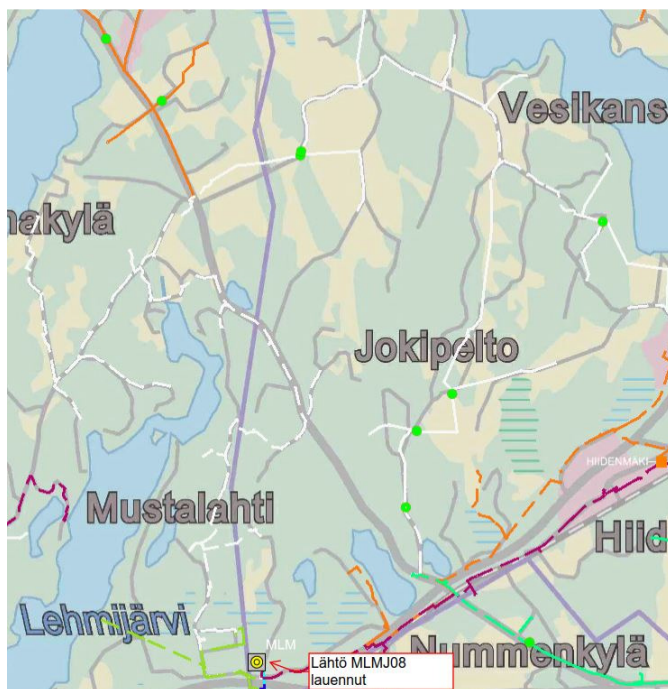
Korkeimman prioriteetin hälytyskoodi A:n tavoitteelliseksi toimitusajaksi on määritelty 1 tunti. A-luokan alue sisältää tärkeitä ja priorisoituja johtolähtöjä, suuret asiakasmäärät, teollisuutta ja verkko on kokonaan maakaapeliverkkoa. Hälytyskoodin B toimitusajaksi on määritelty 2 tuntia. B-luokan alueeseen kuuluu taajamat ja verkkotyypinä on ilmajohtoverkkoa sekä maakaapeliverkkoa. Hälytyskoodin C:lle määritelty toimitusaika on 4 tuntia. Alue C sisältää harvaan asutut alueet sekä saariston. Verkkotyypinä alueella C on pääsääntöisesti ilmajohtoverkko. Toimitusajalla tarkoitetaan sitä, missä ajassa kaikille vika-alueen asiakkaille saadaan palautettua sähköt, esimerkiksi vika-alueen rajaamisella erottimia ohjaamalla. Nopea vika-alueen rajaaminen pienentää huomattavasti keskeytyksen aiheuttamaa haittaa eli KAH:ia vian alussa, kuin

vastaava aika viankorjauksen aikana. Hälytyskoodijärjestelmällä on tarkoituksena kannustaa urakoitsijoita järjestämään riittävästi asentajia eri hälytyskoodien vioille. Asetettujen tavoiteaikojen alituksesta verkkoyhtiö tarjoaa bonuksia urakoitsijoille. /6./

7.2.1 KJ-viankorjauksen prosessit

Keskijänniteverkkoon ilmestyvien pysyvien vikojen toimintatavat ovat yleensä melko samanlaisia viankorjaukseen asti vikatyypistä riippumatta. Ohessa on esitettyä yksi käyttäjärjestelmällä manuaalisesti simuloitu keskijännitevika havainnollistamaan, mitä kaikkia prosesseja viankorjauksessa tapahtuu.

Kuvassa 7 sähköaseman Myllylampi johtolähtö MLMJ08 on lauennut verkossa tapahtuneen keskijännitevian takia.



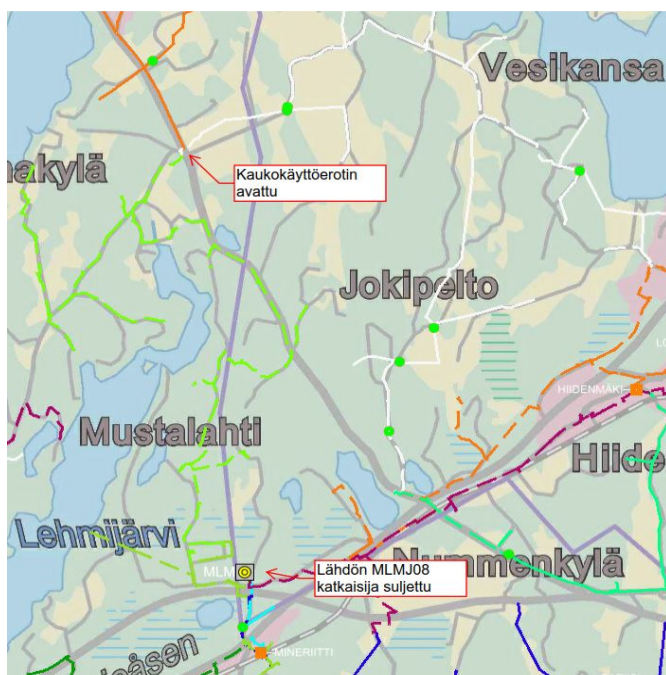
Kuva 7 Näkymä käytönjärjestelmässä vikahetkellä

Todellisessa tilanteessa järjestelmä luo jokaisesta vikatilanteesta automaattisesti järjestelmässä näkyvän tehtävänumerolla yksilöidyn vikatapahtuman eli incidentin, joka on esitetty kuvassa 8.



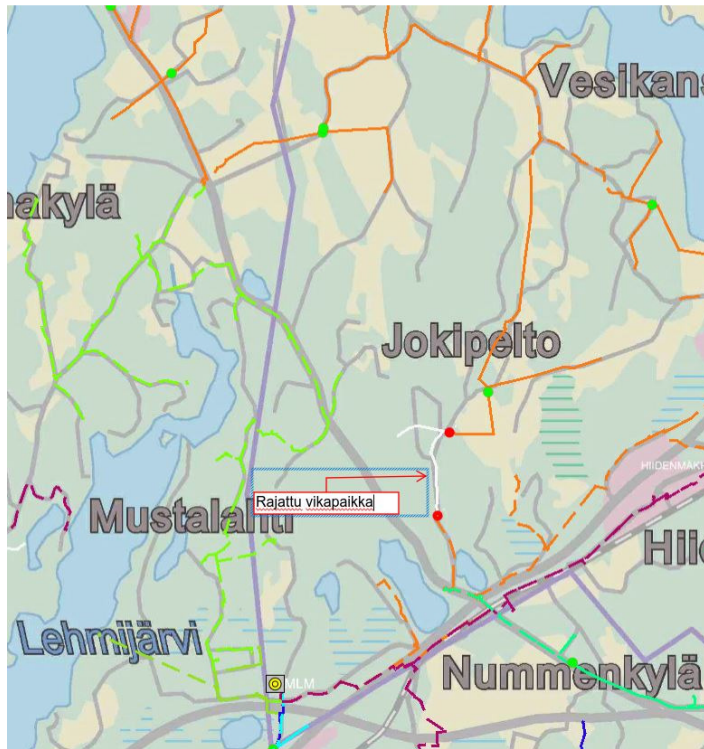
KUVA 8 Järjestelmän automaattisesti vikatapahtumasta luoma merkki

Kuvassa 9 havainnollistetaan tilanne, jossa verkkoyhtiön käyttöoperaattori on saanut kaukokäyttöohjauksilla rajattua maakaapeliverkon pois vika-alueesta, jonka jälkeen asentajat lähtevät jatkamaan vian rajausta manuaalisilla erotinohjauksilla ja systemaattisella vikapaikan etsimisellä.



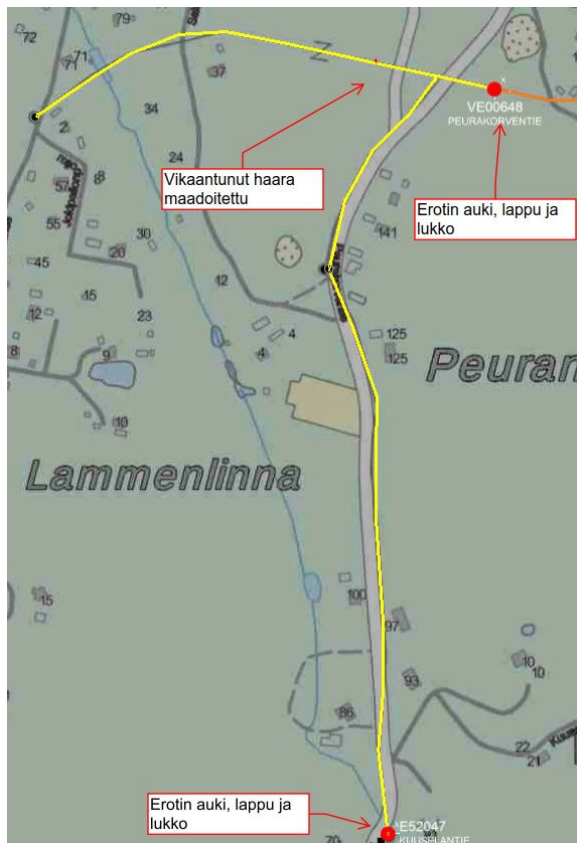
Kuva 9 Käyttöoperaattori rajannut kaukokäytettävillä laitteilla vika-alueita

Kuvassa 10 esitetään tilanne, jossa asentajat ovat löytäneet vikapaikan ja saaneet verkkoyhtiön käyttöoperaattorin ohjeistuksella rajattua vika-alueen mahdollisimman pieneksi erotinohjauksilla rengasyhteyksiä hyväksikäyttäen.



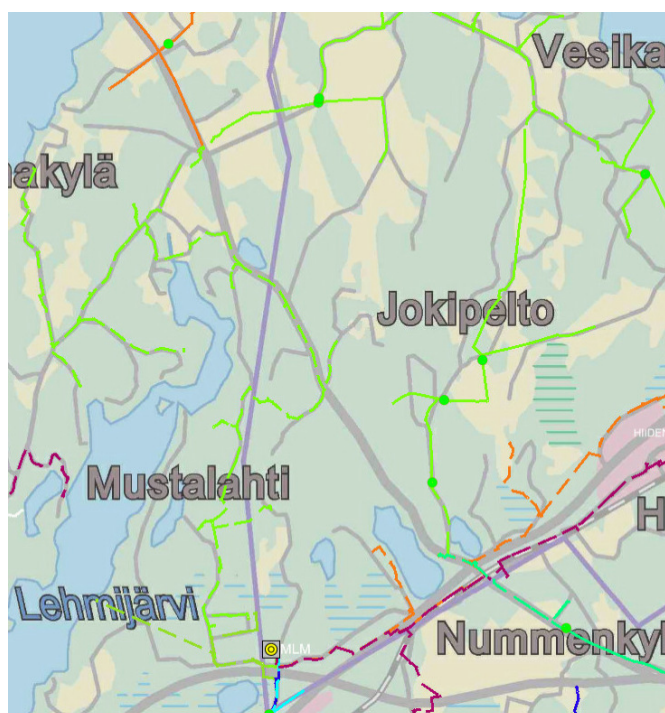
Kuva 10 Rajattu vika-alue

Kuvassa 11 esitetään tilanne, jossa asentajat ovat koestaneet linjat ja maadoittaneet verkosta erotetun vikapaikan kaikista syöttösuunnista, jonka jälkeen varsinaiset viankorjaustyöt voidaan työkohteessa aloittaa.



Kuva 11 Erotettu ja maadoitettu vikapaikka käyttäjärjestelmässä

Viankorjauksen jälkeen verkon kytkentätilanne palautetaan entiselleen, kuva 12.



Kuva 12 Takaisin palautettu verkon kytkentätilanne

Keskijännitevoissa käyttöoperaattori täyttää kytkentöjen palautuksen jälkeen järjestelmään luodulle vikatapahtumalle tarvittavat tiedot esimerkiksi vian aiheuttajasta, vian kestosta ja niin edelleen.

Kuvaajassa 4 esitetään sähköttömien asiakkaiden määrien kehitys eri vianhoidon tilanteissa. Käytännössä sähköttömien asiakkaiden määrien kehitys etenee keskijännitevoissa lähes aina samalla tavalla, mikäli vikapaikkaa on mahdollista päästä rajaamaan.



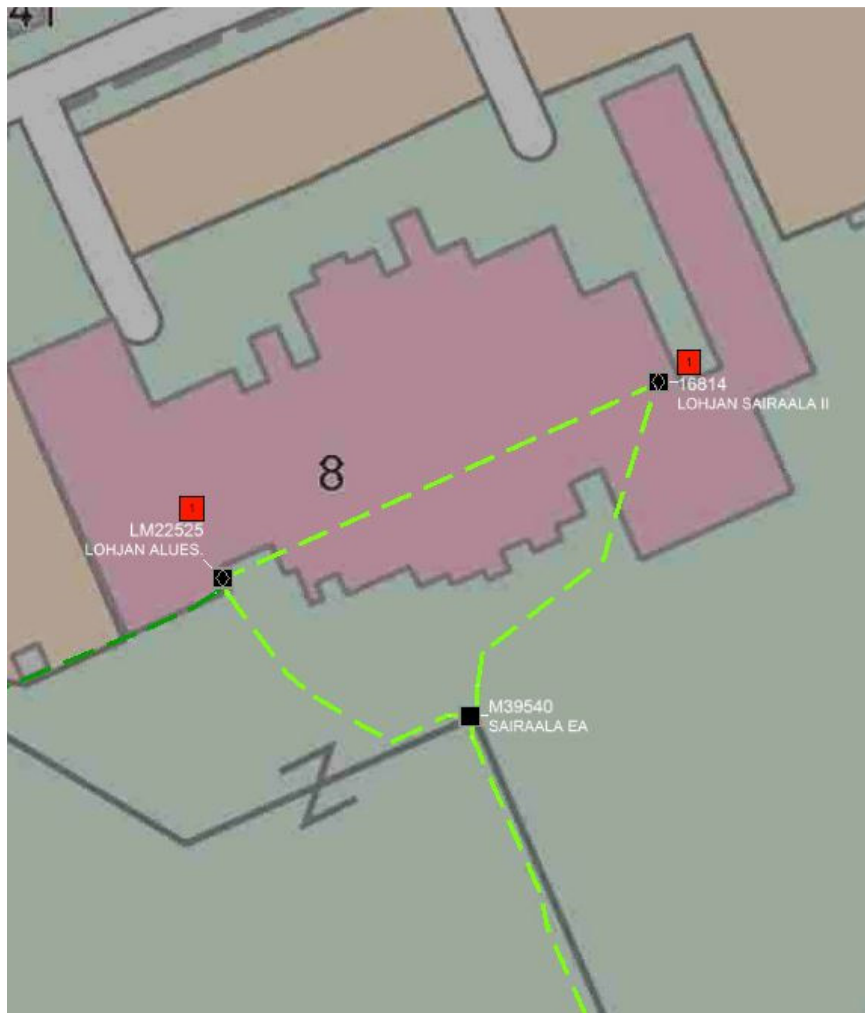
Kuvaaja 4 Sähköttömien asiakkaiden lukumäärän kehitys viankorjauksessa.

Normaalissa kytkentätilanteessa kyseisessä johtolähdössä ei luonnollisesti-kaan ole yhtään sähköttöntä asiakasta. Keski-jänniteverkossa ilmenneen vian aiheuttama suojalaitteen toiminta aiheutti johtolähtöön 2700 sähköttöntä asiakasta. Käyttöoperaattorin toimilla saadaan kaukokäyttöerottimia hyväksi käyttäen pienennettyä sähköttömien asiakkaiden määrä 500 sähköttömään asiakkaaseen. Viankorjausta suorittamaan lähteneet asentajat saavat rajattua vikapaikan mahdollisimman pieneksi verkossa olevilla käsikäyttöisillä erottimilla, jolloin sähköttömien asiakkaiden määrä saadaan pienennettyä 100 sähköttömään asiakkaaseen. Kaikille asiakkaille saadaan palautettua sähköt viankorjauksen päätyttyä.

7.3 Pj-viankorjaus

Pienjänniteverkoissa itse pj-lähtöjä ei priorisoida, vaan yksittäiset käyttöpaikat. Järjestelmässä priorisointiluokat ovat numeroitu välille 1-7, mutta käytännössä käytössä ovat luokat 1-5. Priorisointia käytetään niin sanotuille kriittisille asiakkaille, kuten esimerkiksi sairaaloille ja teollisuuslaitoksille. Normaaleja käyttöpaikkoja ei priorisoida, mutta mikäli käyttöpaikalla on esimerkiksi hengityslaitteistoa käyttäviä potilaita, niin näille yksittäisille liittymille on kirjattu muistilappu, josta selviää tarvittava tieto käyttöpaikan sähköntarpeesta, kuva 13. Priorisointi toimii niin, että mitä pienempi priorisointi numero liittymällä järjestelmässä on, sitä nopeammin kyseiselle asiakkaalle olisi pyrittävä sähkönja-

kelu häiriön jälkeen palauttamaan. Varsinaisia keskeytysaikakriteereitä ei priorisointeihin ole kirjattu pj-vikojen suhteen, mutta niillä on vaikutusta keskijänniteverkon prioriteetti-luokkaan.



Kuva 13 Prioriteetin 1 asiakkaan näkyminen järjestelmässä

7.3.1 PJ-viankorjauksen prosessit

Pienjänniteverkon viankorjaus etenee samalla tavalla kuin keskijänniteverkon viankorjaus, tosin yleensä pienemmässä mittakaavassa. Ensin vikapaikka etsitään ja erotetaan. Erotetun vikaantuneen verkon jännitteettömyys todetaan koestamalla ja asennetaan työmaadoitukset kaikista syöttösuunnista. Maadoittamisen jälkeen vian korjaus voidaan suorittaa turvallisesti. Korjauksen jälkeen verkon kytkentätilanne palautetaan ennalleen. Kytkentöjen palauttamisen jälkeen käydään vielä tarkastamassa, että vika on saatu korjattua. Suurin eroavaisuus pien- ja keskijänniteverkon vian rajaamisessa on se, että pj-ver-

kossa käyttökeskusoperaattorilla ei ole kaukokäytettäviä erottimia käytettävään, joten asentajan on tehtävä tarvittava vikapaikan rajaaminen käsin kytkinlaitteilla. Lisäksi pienjänniteverkossa rengasyhteyksien käyttö vian rajaamiseen on varsin harvinaista, etenkin kaupunkien keskustojen ulkopuolisilla alueilla.

Helmikuussa 2017 verkkoyhtiö otti käyttöön uuden käyttöjärjestelmän, josta tehtiin kevennetyt versiot urakoitsijoiden työnjohdolle ja erillinen versio asentajille. Uuden järjestelmän myötä verkkoyhtiön tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman reaaliaikainen töiden aikataulutus. Reaaliaikaisuuden tavoittelun myötä urakoitsijoiden työn määrä pienjännitevikojen kirjaamisista järjestelmään kasvoi huomattavasti. Käytännössä työnjohtaja vikatehtävän kääntäessä viankorjaajalle arvioi valmistumisajankohdan ja syöttää arvion valmistumisajankohdasta työtilaukselle sekä päivittää työn tilaksi kesken. Viankorjauksen jälkeen asentaja päivittää tehtävän tilaksi ”kenttätyö suoritettu” ja päivittää tehtävälle oikean keskeytysalueen ja sähköjen palautumisen ajankohdan sekä tekee tehtävälle muun tarvittavan raportoinnin. Raportoinnin reaaliaikaisuus ja ylipäättään raportoinnin tarvitsema työn määrä on lisääntynyt huomattavasti viime vuosina. Osaltaan raportoinnissa tapahtuneet muutokset johtuvat Energiavirastolle tehtävien raportointivaatimusten tarkentumisesta.

7.4 Varallaolo

Jokaisella urakointialueella on vähintään yksi varallaolija vuoden jokaisena päivänä. Varallaolijan on tarkoitus vastata normaalin työajan ulkopuolisista viankorjauksista. Vikatyypistä riippuen päivystäjä hoitaa viankorjauksen yksin tai kutsuu toisen asentajan avukseen tehtävälle, jota ei yksin saa suorittaa. Esimerkiksi pylvääseen kiipeämistä vaativassa työssä tarvitaan varallaolijalle apumies varmistamaan työturvallisuus. Verkkoyhtiön kannattaa varautua tilaamalla lisävarallaolijoita esimerkiksi ennen ennustettua myrskyä tai muuta sähköjakelua uhkaavaa tilannetta. Päivystäjillä on käytössään VIRVE-radiopuhelimet, joiden kautta vianhoitoon liittyvä keskustelu pääsääntöisesti käydään käyttökeskuksen kanssa vianhoidon aikana.

7.4.1 Työauton käyttö varallaolossa

Työntekijöiden työauton käyttö on verotuksen kannalta yleisesti ottaen haastavaa. Verohallinnon näkemyksen mukaan asunnon ja työpaikan väliset matkat tulkitaan aina yksityisajoksi, joten voisi olettaa, että työautolla ei saisi asunnon ja työpaikan välistä matkaa kulkea. Mainintoja päivystysluonteisista erillisiä kohteita sisältävästä vianhoidosta Verohallinnon ohjeistuksissa on havaittavissa todella vähän. Yleisesti päivystystä koskevat säädökset käsittelevät varsinaisella työpaikalla päivystysaikana tapahtuvia viankorjauksia. Vuoden 2009 verohallinnon ohjeista löytyy kuitenkin kohta, jossa käsitellään päivystystehtävissä olevan henkilön työauton käyttöä. Silloin, kun työntekijän käytössä on erityisvarusteltu työauto, jonka muunlainen yksityiskäyttö on kielletty, ei työajoihin liittyvistä asunnon ja työpaikan välisistä matkoista synny verotettavaa etua. /13./

Korkeimmanhallinto-oikeuden päätös (KHO 1982/444) käsittelee työauton käyttämistä asunnon ja työpaikan välisillä matkoilla seuraavasti: ” Työntekijän ei katsottu saaneen rahanarvoista etuutta, kun työnantaja, sähkönjakelu- ja asennusliike oli luovuttanut hänen hallintaansa huoltoautoksi varustetun avo-
lavaisen pakettiauton, jota työntekijä piti säännöllisen työajan ulkopuolella työnantajan määräyksestä kotonaan sieltä tapahtuvia vikapäivystysluonteisia huoltoajoja varten ja sen vuoksi käytti sitä myös työmatkoihinsa, mutta jota hänellä ei ollut lupa käyttää muihin yksityisajoihinsa.” /14./

KHO:n päätöksen tulkinnan mukaan varallaolijan ja hänen työparinsa lähtö vikaikalle nopeutuu huomattavasti, kun työautoa ei tarvitse hakea työntekijän varsinaiselta työpaikalta. Näin ollen voidaan olettaa, että vianpaikannus ja korjaustyöt voidaan aloittaa kohteessa huomattavasti nopeammin.

8 SOPIMUKSEN MUKAINEN VIANKORJAUSPROSESSI

Uuden, vuonna 2015 alkaneen, urakointisopimuksen myötä tarvittava resurssointi vikatapahtumiin tapahtuu alueen urakoitsijan toimesta. Lisäksi muutoksena edelliseen sopimuskauteen oli se, että uudella sopimuskaudella toimitaan alueella toisen urakointiyhtiön aliurakoitsijana.

Verkkoyhtiön toiveena sopimuskauden alussa oli, että urakoitsijalla olisi yksi kiinteä puhelinnumero, johon vikatapahtumat voidaan ilmoittaa sekä tilata vian rajaus ja korjaus. Urakointisopimuksen mukainen tavoite urakoitsijan vikamumeron käyttöönotolla oli, että käyttökeskuksen ei enää tarvitsisi määritellä esimerkiksi mille alueelle mikäkin vika kuuluu tai kuinka monta asentajaa vialle lähtötietojen perusteella tarvitaan.

Sopimuskauden alussa käyttökeskus toimitti kiireettömät, työajalla toteutettavat, vikatehtävät ainoastaan urakoitsijan työnohjausjärjestelmään, josta urakoitsijan henkilöstö ohjasi tehtävän eteenpäin asentajille. Kiireisimmissä korkeamman prioriteetin vioissa ja työajan ulkopuolella tapahtuneiden häiriöiden tapauksissa käyttöoperaattori soitti kiireisimmissä vioissa urakoitsijan määrittelemään ulkopuoliseen puhelinpalveluun.

Ensimmäisten suunnitelmien mukaan puhelinpalvelun oli tarkoitus toimittaa tiedot vioista eteenpäin joko alueurakoitsijan työnohtajalle tai työajan ulkopuolella alueelle merkitylle varallaolijalle. Heti alkuun selvisi, että käyttökeskuksen oli hankala saada yhteyttä puhelinkeskukseen, mikä johti siihen, että kiireellisten viankorjausten aikataulut venyivät huomattavasti. Mikäli tiedot saatiin toimitettua puhelinkeskukseen henkilöstölle, puhelinkeskuksella ei ollut oikeanlaisia resursseja vikojen jakamiseen oikeille alueille ja asentajille. Pahimmassa tapauksessa vikatehtävä ehti pyöriä järjestelmissä useita tunteja ennen vian paikantamisen aloittamista. Lisäksi puhelinpalvelulla oli hankaluuksia varallaolijan tavoittamisessa, mikäli järjestelmään oli ilmoitettu, että varallaolija on jostain syystä vaihtunut. Ongelmista johtuen liikkeellelähtöajat venyvät, joten viankorjausajatkin venyvät yli asetettujen tavoiteaikojen.

Tästä syystä nähtiin tarvetta kehittää toimintatapa, jolla asiat saataisiin yksinkertaistettua ja toimintaa nopeutettua. Melko nopeasti hyvässä yhteisymmärryksessä käyttökeskuksen henkilöstön kanssa saatiin sovittua puhelinpalvelusta luopumisesta. Käytäntötavan muutoksen jälkeen käyttöoperaattori soittaa vikatapaukset heille ilmoitetuille henkilöille sekä työajan ulkopuolella suoraan varallaolijalle. Tällä pienellä muutoksella saatiin lähtöaikoja lyhennettyä huomattavasti sekä tarvittava informaatio paremmin viasta vastaavalle ilman ylimääräisiä välikäsiä.

8.1 Työskentely turvallisesti vikakohteessa

Työturvallisuus lähtee pääsääntöisesti työntekijöiden omista ajatuksista ja asenteista. Viankorjauksessa pyritään toimimaan ripeästi, jotta sähkönjakelu saadaan palautettua kaikille asiakkaille mahdollisimman nopeasti turvallisuudesta tinkimättä. Vianselvityksen kokeilukytkennöissä, vian rajaamisessa, erottamisessa ja sähköjen palauttamisessa noudatetaan SFS 6002 SÄTKY:n määrittelemiä turvallisuustoimenpiteitä sekä verkkoyhtiön toimintaohjeita. Yksityiskohtaisimmatkaan turvallisuusohjeet eivät luo turvallisia työympäristöjä, mikäli työskentelevillä henkilöllä ei ole halua ohjeita noudattaa ja ottaa turvallisuutta huomioon. Tästä syystä kytkentöjä tehdessä on kuitenkin muistettava viisi tärkeää asiaa ennen viankorjauksen aloittamista:

1. Täydellisen erottamisen toteaminen

Keskijänniteviialla mekaanisen tarkastelun lisäksi silmämääräinen tarkastelu erottimen tilasta.

2. Jännitteen takaisinkytkemisen estäminen

Keskijänniteviialla yhteystiedoilla varustetun ”Älä kytke, miehiä työssä”-lapun asentaminen erottimelle sekä erottimen lukitseminen

3. Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen

Työkohteessa on jännitteettömyys todettava tarkoitukseen suunnitellulla jännitteenkoettimella.

4. Työkohteen maadoittaminen

Käyttäjännitteen pääsy työkohteeseen estetään kaikilta mahdollisilta syöttösuunnilta yhdistämällä virtapiirin kaikki vaiheet maahan ja toisiinsa joko erillisellä maadoituskytkimellä (maadoituserotin) tai siirrettävillä maadoitusvälineillä. Maadoitukset on asennettava niin lähelle työkohdetta kuin se on mahdollista.

5. Suojaus kaikilta mahdollisilta jännitteisiltä osilta

/6./

Lisäksi pitää ottaa huomioon mahdolliset asiakkaiden verkkoon sähköä tuottavat aurinko- tai tuulivoimalat sekä varavoimakoneet. Asiakkaiden verkkoon tuottama sähkö määrä on lisääntynyt huomattavasti viime vuosina, eikä jo-

kaista pienvoimalaa ole välttämättä kirjattu ylös verkkoyhtiöiden käyttöjärjestelmiin. Huolellisella jännitteenkoestuksella ja työalueen maadoittamisella välttään näissäkin tapauksissa mahdollisilta tapaturmilta.

Kun nämä tärkeät asiat muistaa suorittaa jokaisessa viankorjauksessa, sähkön aiheuttamat tapaturmat saadaan estettyä.

Kaiken kaikkiaan viankorjauksessa tapahtuneita työtapaturmia tai läheltä piti - tilanteita ilmoitetaan erittäin harvoin. On mietitty syitä, minkä takia ilmoituksia tulee niin vähän, mahdollisesti työkohteessa tapahtuneita tilanteita ei tunnisteta, vähätellään tai niitä ei kehdeta tuoda julki, mikäli ilmoituksen kriteerit täyttyviä tilanteita työmailla tapahtuu. Mahdollista on myös, että työkohteissa ei läheltä piti - tilanteita synny ilmoitettua enempää.

8.2 Verkoston kaapeloinnin vaikutus viankorjaukseen

Verkoston kaapeloinnilla on yleisesti ottaen huomattava merkitys jakeluverkon vikaantumisherkkyyteen. Verkkoyhtiön kehittämissuunnitelman on tarkoitus ottaa huomioon ennakoivasti sähköverkkoon kohdistuvat ilmastolliset riskit, kuten esimerkiksi myrsky, tykkylumi, ukkonen ja laitteistojen välilliset tahalliset vahingoittamiset. Lisääntyneellä kaapeloinnin määrällä saadaan vähennettyä vika-alttiita johto-osuuksia, jolloin vianselvitysajat käytännössä lyhenevät ja asiakkaiden kokemat keskeytykset sähkönjakelussa vähenevät.

Kaapelointi- ja ilmajohtotyöt eroavat melko paljon toisistaan, niin verkossa käytettyjen materiaalien kuin työtapojenkin suhteen. Kaikista ilmalinjoista ei kuitenkaan päästä eroon vielä moniin vuosiin. Tästä syystä suuri kysymys on, miten saadaan pidettyä yllä jakeluverkon parissa työskentelevien henkilöiden riittävä osaamistaso jäljellä olevien ilmajohtoverkkojen kanssa työskentelyssä, sekä miten paljon verkkoyhtiöiden toimesta ilmajohtoverkkojen kunnossapitoon sijoitetaan rahaa. Joka tapauksessa urakoitsijoiden on syytä jollain keinolla saada pidettyä yllä asentajien taito ilmajohtoverkkoon tulevien vikojen korjaamiseen ja kunnossapitotöiden suorittamiseen. Tämän lisäksi urakoitsijoiden on pidettävä varastossa ilmajohtoverkkojen rakentamiseen tarvittavia komponentteja. /6./

8.3 Viankorjausta nopeuttavat toimenpiteet

Viankorjaus voidaan jakaa neljään eri osa-alueeseen. Ensimmäisessä osa-alueessa pyritään paikantamaan viallisen johtolähdön vika eri paikannusmenetelmin. Toisessa osa-alueessa pyritään rajaamaan vika-alue mahdollisimman pieneksi ja kolmannessa osuudessa paikannetaan tarkka vikapaikka erilaisilla apuvälineillä sekä korjataan mahdollinen vika. Neljännessä osa-alueessa verkon käyttötilanne pyritään viankorjauksen jälkeen palauttamaan alkuperäiseen tilaan. /6./

Sähkönjakelukeskeytysten asiakkaiden kokema kesto riippuu pitkälti siitä, miten nopeasti vika saadaan paikannettua ja viallinen johto-osuus erotettua verkosta. Toisinaan asiakkaat on mahdollista rajata rengasyhteyksiä apuna käyttäen vikaantuneen verkonosan ulkopuolelle kaukokäytettävillä erottimilla käyttöoperaattorin toimesta, jonka jälkeen varsinaisen vikapaikan etsiminen ja korjaaminen voidaan hoitaa. Vikakohteen paikantaminen voi toisinaan olla erittäin haastavaa, koska sähkönjakeluverkot ovat kaiken kaikkiaan todella pitkiä ja niissä on useita mahdollisia vikaantumispaiikkoja. Vaikka viankorjausryhmällä on kokemusta vianpaikantamisesta, -korjaamisesta sekä tarvittavat välineet, niin vikapaikan paikantaminen ei ole välttämättä yksinkertaista. Vianpaikannus kaapeliverkossa on usein hankalampaa, kuin ilmajohtoverkossa. Ilmajohtoverkon vioissa vian paikantamista helpottaa se, että yleensä vikapaikka on mahdollista nähdä ilman erityisiä apuvälineitä. Maakaapeliverkon vioissa haasteena on se, että vika saattaa olla syvällä maan alla piilossa. Paikantamiseen liittyvät haasteet pyritään minimoimaan paikantamista helpottavien laitteistojen käytön koulutuksella ja toimimalla vianpaikannuksessa laitteiden ohjeistuksen mukaisesti askel askeleelta.

Opinnäytetyötä varten asentajille suoritetusta kyselystä saatujen vastausten perusteella pyrittiin kartoittamaan suurimmat kehityskohteet viankorjausprosessissa. Ohessa on kuitenkin käsitelty kaikkia tällä hetkellä käytössä olevia menetelmiä, joilla viankorjausprosessista saadaan tehokkaampaa ja nopeampaa tai menetelmiä, joilla saadaan lyhennettyä asiakkaiden kokemaa jakeluhäiriön kestoa.

8.3.1 Varavoimakoneen käyttö vikatilanteissa

Varavoimakoneella voidaan turvata pitkittyneissä vikatilanteissa sähkönjakelu vikaantuneen muuntopiirin alueelle. Häiriötilanteessa tai suunnitellun keskeytyksen aikana varavoimakoneella voidaan syöttää väliaikaisesti sähköä asiakkaille pienjänniteverkon kautta. Parhaassa tapauksessa keskeytysalue tai vika-alue, jolla ei ole varayhteyttä, saadaan rajattua alueella olevien erottimien ja varavoimakoneen avulla niin, että varsinaisen kohteessa suoritettavan työn aikana alueella ei ole sähköttömiä asiakkaita tai sähköttömien asiakkaiden määrä saadaan minimoitua. Varavoimakoneita ei kuitenkaan käytetä kovin usein vikatilanteissa, koska varavoimakoneen saaminen vikapaikalle ja kytkeminen saattaa viedä enemmän aikaa kuin vian korjaaminen. Varavoimakoneella voidaan syöttää verkkoa myös siinä tapauksessa, että sähköaseman kapasiteetti ei riitä esimerkiksi toisen sähköaseman kj-lähdön korvaamiseen vikatilanteessa. Tällöin varavoimakone voidaan kytkeä sähköaseman rinnalle lisäkapasiteetiksi.

Keskijänniteverkkoa ei voida syöttää varavoimakoneella suojausongelmien ja pieneksi jäävien oikosulkuvirtojen takia. Varavoimakoneen ja keskijänniteverkon välillä pitäisi olla katkaisijalla ja suojalaitteilla varustettu kojeisto ja riittävästi oikosulkuvirtaa.

8.3.1.1 Pienjännitevika

Pienjänniteverkkoon varavoimakone voidaan kytkeä esimerkiksi muuntamon pj-kiskostoon syöttämään kyseisen muuntopiirin asiakkaita. Varavoimakoneen siirto työmaalle on suhteellisen harvinaista, koska sen kuljettaminen ja kytkeminen kestäisi yleensä saman verran kuin vian korjaaminen. Joissakin suunnitelluissa käyttökeskeytyksissä varavoimakoneen käytöstä on hyötyä, kuten esimerkiksi yöksi otettavan keskeytyksen voi ottaa päivällä, kun kriittiset asiakkaat saadaan siirrettyä tarvittaessa varavoimakoneen perään. Pj-verkkoon kytkettävässä varavoimakoneessa ei tarvitse olla erillisiä suojalaitteita (katkaisijoita ja releitä) sulakkeita lukuun ottamatta.

8.3.2 Kaapelivian paikantaminen syöksyaaltogeneraattorilla

Syöksyaaltogeneraattorilla on mahdollista paikallistaa vikapaikkoja niin pien- kuin keskijännitekaapeleista sekä myös joitain kaapelityyppejä, joita voidaan käyttää myös ilmalinjana. Syöksyaaltogeneraattoria voidaan käyttää laitteen sisään rakennetulla akustolla ja verkkovirtaan liitettynä.

Syöksyaaltogeneraattori kytketään vikaantuneeksi epäillyn kaapelin ja maan välille tai kahden eri vaiheen kaapelin välille. Syöksyaaltogeneraattorilla syötetään suurijännitteistä pienivirtaista syöksyaaltoa jännitetasoa nostaen siihen asti, että vikapaikassa syntyy läpilyönti. Syöksyaaltogeneraattori piirtää näytölle johtimista heijastuvan värähtelyn käyrinä. Mikäli käyrissä on eroavaisuuksia, niin näytöltä saadaan kurssiivia liikuttamalla määritettyä mahdollinen etäisyys testauspisteestä vikapaikkaan. Etäisyysarvon perusteella vikapaikkaa voidaan lähteä tarkemmin paikantamaan. Vikakohtassa syöksyaaltogeneraattorin syöttämä jännite purkautuu kaapelista osittain ulos, jonka seurauksena syntynyt paukahdus voidaan paikallistaa vianetsimiseen tarkoitetulla kuulokeilla varustetulla maamikrofonilla. Syöksyaaltogeneraattorin avulla löydetty vikapaikan paikannus on melko tarkka, mutta esimerkiksi vesistökaapeleista vikapaikan etsiminen syöksyaaltogeneraattorilla ei onnistu. /12./

8.3.3 Kaapelivian paikantaminen kaapelinhakulaitteella

Maakaapeliverkossa voidaan paikantaa vikoja vikahaarukalla varustetulla kaapelinhakulaitteella eli kaapelitutkalla. Yleensä kaapelitutkalla paikallistetaan maan alla kulkevien kaapeleiden reitit, mutta sillä on myös mahdollista havaita kaapelissa aiheutuneita vaippavikoja ja maavuotoja. Kaapelinhakulaitetta voidaan käyttää vikatilanteissa, missä kaapelissa voidaan pitää jännitettä vikapaikan etsimisen ajan.

8.3.4 Kaapelivian toteaminen eristysvastusmittarilla

Eristysvastusmittarilla on mahdollista etsiä kaapeleiden sisäisiä eristysvaurioita tai muita johdinten välisiä oikosulkuja. Varsinaista vikapaikkaa eristysvastusmittarilla ei voida kuitenkaan paikantaa, mutta vikaantunut kaapeli ja vika-

tyyppi on sillä mahdollista selvittää laitteen ilmoittaman resistanssin avulla. Vikaantuneen kohteen mittaaminen suoritetaan vikaantuneille kaapeleille, kuten ennen kaapeleiden käyttöönottoa suoritettu mitta. Varsinaisen vikapaikan paikantamiseksi on käytettävä muita välineitä, kuten esimerkiksi syöksyaalto-generaattoria tai kaapelinhakulaitetta.

8.3.5 Käytönvalvonnan hyödyntäminen vikatilanteissa

Jakeluverkon valvonta, ohjaus ja hallinta on keskitetty verkkoyhtiön omaan käyttökeskukseen. Verkkoyhtiön käyttökeskuksessa työskentelevällä operaattorilla on suuri rooli viankorjausprosessissa, varsinkin keskijänniteverkon vika-alueiden rajaamisessa. Operaattorilla on käytössään useasta tietokoneohjelmasta koostuva verkonhallintajärjestelmä. Verkonhallintajärjestelmän operaattorille näkyy muun muassa keskijänniteverkon reaaliaikainen kytkentätilanne sekä mahdollisten vianilmaisimien lähettämät tiedot, joiden perusteella vika-alueen rajaajia voidaan ohjata halutuille erottimille, jotta vika-alue saadaan rajattua mahdollisimman pieneksi ennen varsinaisia korjaustoimenpiteitä. Vika-alueita voidaan rajata myös verkonhallintajärjestelmään kuuluvalla käytönvalvontajärjestelmällä ohjaamalla haluttuja kaukokäyttöisiä erottimia.

Käytönvalvonnalla on myös suuri vastuu viankorjauksen turvallisuudesta. Toimivat viestiyhteydet ovat avainasemassa, että vika-alue saadaan turvallisesti rajattua jännitteettömäksi. Lisäksi viankorjaustoimenpiteitä ei voida aloittaa ennen operaattorin antamaa työnvalmistelulupaa. Ennen työnvalmisteluluvan myöntämistä vika-alueen tulee olla rajattu jännitteettömäksi, työkohteen jännitteettömyyden tulee olla koestettu ja tarvittavat maadoitukset asennettu. Viankorjauksen jälkeen vikapaikalta ilmoitetaan operaattorille käyttöönottolupa, minkä jälkeen verkon kytkentätilanteen palauttaminen normaaliin tilaan aloitetaan käyttöoperaattorin ohjaamana.

Pienjänniteverkon vioissa käytönvalvonnan rooli ei toistaiseksi ole yhtä suuri kuin keskijänniteverkon vioissa. Pienjänniteverkon kytkentätilanteesta ei ole operaattorille näkyvissä reaaliaikaista kytkentätilannetta käytössä olevassa käytönvalvontajärjestelmässä. Kehitteillä on kokonaan uusi käytönvalvontajärjestelmä, johon on tarkoitus ottaa myös pienjänniteverkon kytkentätila seurat-

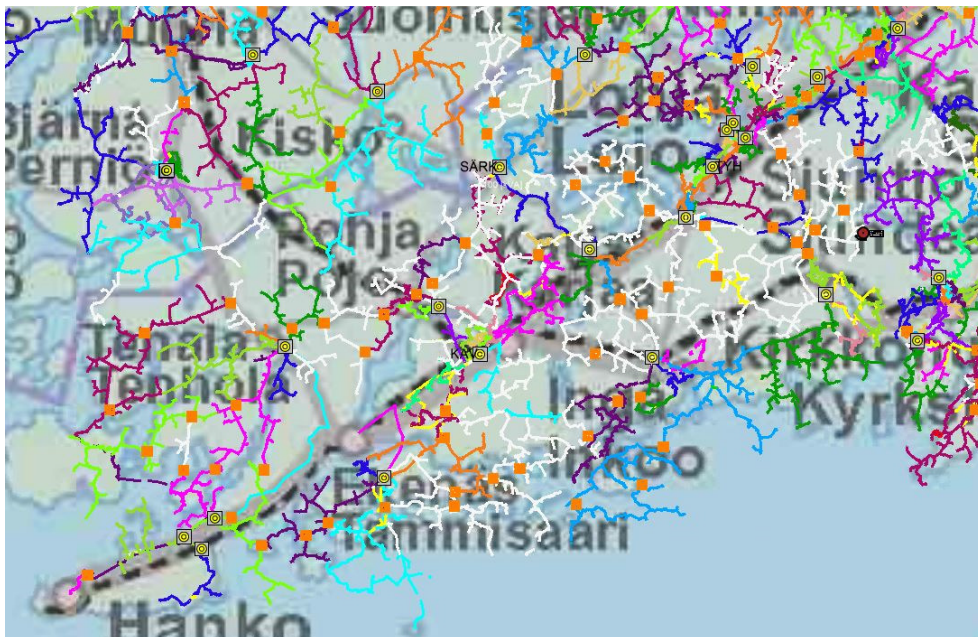
tavaksi. Pienjänniteverkon dokumentoinnin taso/virheellisyys saattaa aiheuttaa joissain tapauksissa alkuun ongelmia. Pienjänniteverkon puolella ei vielä ole käytettävissä kaukokäyttöisiä komponentteja, joilla vika-alue saataisiin rajattua ilman maastossa liikkuvaa korjausryhmää.

Pienjännitevioissa yhtenä haasteena on saada kirjoitettua riittävän kattava kuvaus viasta vikatehtävälle, jotta vianpaikannusta päästään tekemään mahdollisimman pienelle alueelle. Mitä tarkemmin vikapaikka saadaan kuvattua tehtävälle, sitä nopeammin varsinainen vikapaikka löytyy.

9 SUURHÄIRIÖ SÄHKÖNJAKELUVERKOSSA

Suurhäiriöllä tarkoitetaan erilaisista tilanteista, esimerkiksi myrskyistä aiheutuista, syntyviä laajoja ja vakavia sähkönjakelunhäiriöitä, joissa jakeluverkon tilanteen normalisoituminen edellyttää normaalia suurempien resurssien käyttöä ja muutoksia normaaleihin toimintatapoihin. Suurhäiriölle ei ole mitään varsinaista määritelmää esimerkiksi asiakasmäärien tai sähköttömien verkkokilometrien mukaisesti. Verkkoyhtiö voi käytännössä itse määritellä tapauskohtaisesti minkä kriteereiden mukaan häiriötilanteet luokitellaan suurhäiriöiksi. /9./

Kuvassa 14 on esitetty 26.10.2017 sataneen lumen aiheuttama tilanne sähkönjakelussa.



Kuva 14 Keskijänniteverkon tilanne 26.10.2017

Verkkoyhtiöiden jakeluverkko voi olla jaettuna useampiin maantieteellisiin alueisiin, jolloin on mahdollista ja jopa todennäköistä, että kaikilla verkkoyhtiön verkkoalueilla ei ole suurhäiriötä samanaikaisesti. Mikäli jollakin alueella aiheutuneet tuhot ja häiriöt ovat ennakoitua laajempia, voidaan tällöin muilta, rauhallisemmilta alueilta tarvittaessa siirtää viankorjausresursseja suurhäiriön alaisille alueille. Suurhäiriön kesto voi olla muutamasta päivästä useisiin viikkoihin.

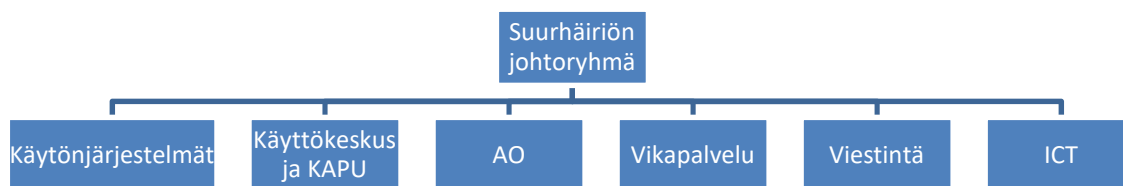
Sähkömarkkinalain (588/2013) 28 § edellyttää verkonhaltijalta varautumis- ja valmiussuunnittelua. Verkonhaltijan on asianmukaisella suunnittelulla varauduttava normaaliolojen häiriötilanteisiin ja valmiuslaissa tarkoitettuihin poikkeusoloihin. /10./

Verkkoyhtiön varautumissuunnitelmalla on suurhäiriötoiminnassa suuri merkitys. Toimivalla varautumissuunnitelmalla on tarkoitus varmistaa suurhäiriötoiminnan onnistuminen. Toimiva varautumissuunnitelma vaatii systemaattisesti etukäteen suunnitellun strategian, jossa on huomioitu häiriön edellyttämän toiminnan tavoitteet sekä siihen liittyvät strategiset valinnat. Yksi tärkeä strateginen valinnan osa-alue on jakeluverkkoon aiheutuneiden tuhojen ja sähkön jakelussa aiheutuneiden häiriöiden odotettu maksimilaaajuus, joka toimii tärkeänä mitoituskriteerinä tarvittavan toiminnan suunnittelulle, kuten esimerkiksi viankorjausresurssien määrittelylle. /9./

Suurhäiriötoiminnan kehittämällä ja harjoittelulla pyritään tosipaikan tullen saamaan nopeutettua suurhäiriön aiheuttamien häiriöiden korjauksia ja näin ollen parantaa asiakastytyvyyttä. /9./

9.1 Suurhäiriöorganisaatiot

Suurhäiriötilanteissa on useita eri organisaatioita, joilla jokaisella on oma ennalta suunniteltu tehtävä, jotta suurhäiriönaiheuttamat vahingot saadaan korjattua järjestelmällisesti, nopeasti ja turvallisesti sekä viestittyä tarvittavia tilanetietoja eri kanavia pitkin. Organisaation rakenne on esitetty kaaviossa 1.



Kaavio 1 Suurhäiriöorganisaation rakenne suurhäiriötilanteessa

9.1.1 Suurhäiriön johtoryhmä, SHJ

Ennustetun suurhäiriön kaikki toiminnot lähtevät käyntiin suurhäiriön johtoryhmän (SHJ) toimesta. Johtoryhmää johtaa suurhäiriön operatiivinen johtaja. SHJ päättää ennusteen mukaan eri organisaatioiden perustamisen tarpeellisuudesta. SHJ:n vastuulla on seurata tilanteen kehittymistä kentällä alemmilla organisaatioilta saamiensa raporttien pohjalta. SHJ:n yhtenä tehtävänä suurhäiriötilanteissa on vahvistaa Tilannekuvatiimin luoma tilannekuvaesitys ja informoida asia eteenpäin viestinnälle ja muille tietoa tarvitseville tahoille. /6./

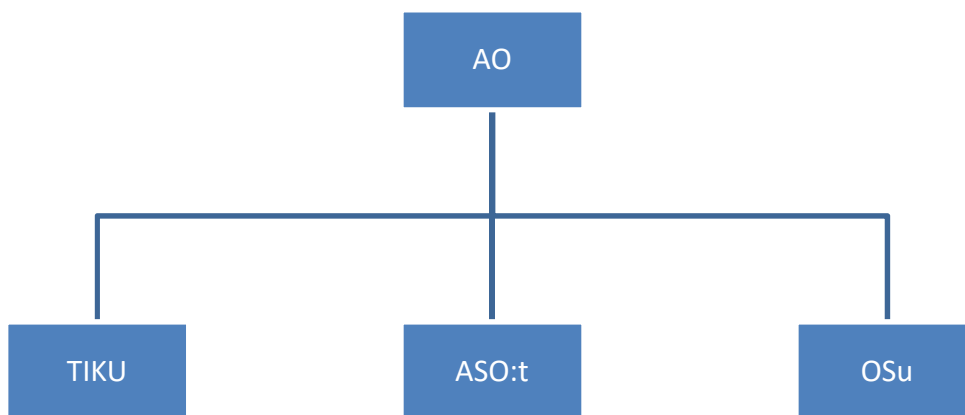
Lisäksi SHJ järjestää tarvittaessa suurhäiriöalueille lentotarkastukset ja mahdolliset helikoptereilla suoritettavat henkilösiirrot. Koptereilla suoritettavat henkilösiirrot ovat todella harvinaisia suurhäiriötilanteissa. Lentotarkastuksista on luotu lentotarkastus ohje, mistä selviää miten ja minne lennoilta kerätty aineisto toimitetaan. Yleensä lentotarkastuksiin lähtee kopterin lentäjän lisäksi alueen verkot hyvin tunteva henkilö, jotta tarkastukset saadaan suoritettua mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. /6./

SHJ päättää vallitsevasta valmiustasosta suurhäiriötasolle asti. Laajalle suurhäiriötasolle siirtymisestä päättää kriisijohtoryhmä. Kriisijohtoryhmän vetäjänä toimii verkkoyhtiön toimitusjohtaja. Muilta osin kriisijohtoryhmä koostuu samasta henkilöstöstä, kun SHJ. /6./

9.1.2 Alueorganisaatio, AO

Tilanteen vaatiessa Suurhäiriön johtoryhmä päättää alueorganisaation perustamisesta. Alueorganisaatio (AO) koostuu ennalta määrätyistä verkkoyhtiön

henkilöistä, jotka toimivat käyttöpäällikköinä tai käyttökeskuspäällikköinä. AO:n tehtäviin kuuluu johtaa ja koordinoita alempien organisaatioiden (Tilannekuvatiimi eli TIKU, Ohjaus- ja suunnittelutiimi eli OSu ja alueelliset suurhäiriöorganisaatiot eli ASO:t) toimintaa. Toisena tehtävän AO:lla on määrittellä annettujen raporttien mukaan resurssitarpeet ja tarvittaessa esittää pyyntö resursien siirroista lisäresursseja tarvitseville alueille. AO vastaa myös suurhäiriön tilannekuvasta, korjausennusteista, korjausjärjestys suunnitelmasta. Alueorganisaation rakenne on esitetty kaaviossa 2. /6./



Kaavio 2 Alueorganisaation rakenne

9.1.3 Tilannekuvatiimi, TIKU

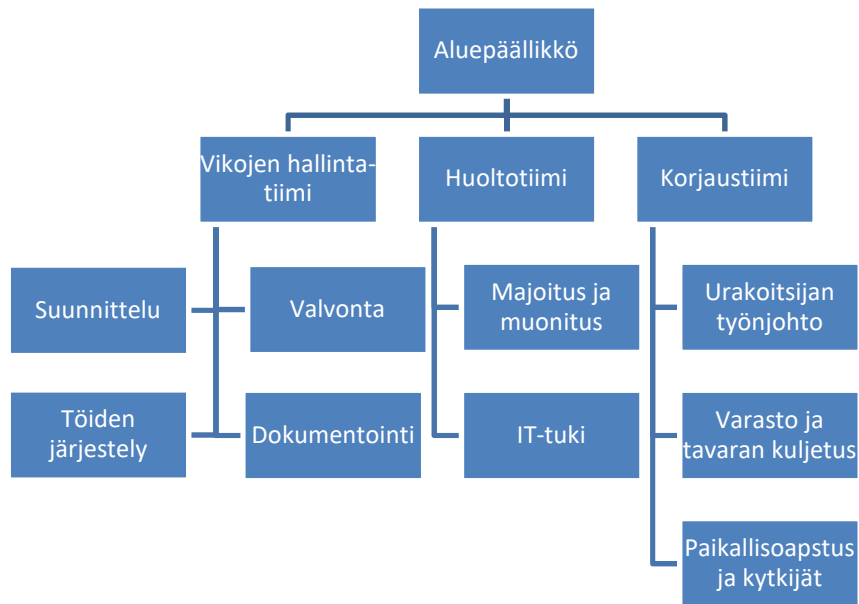
Tilannekuvatiimi koostuu 2-8 rooliin koulutetusta verkkoyhtiön työntekijästä. Suurhäiriötilanteissa henkilömäärä määräytyy tilanteen mukaan, mutta maksimissaan 4 henkilöä työskentelee samanaikaisesti. Tarvittaessa tiimiin liittyy pelastuslaitokselta yhteysupseeri välittämään tietoja pelastuslaitoksen henkilökunnalle. Tiimin roolina suurhäiriötilanteessa on toimia tilannekuvakoordinaattorina alueorganisaatiolle. TIKU toimii perustamisensa jälkeen kaikilla varautumistasoilla kahdessa vuorossa. TIKU:n päätehtävinä on muodostaa suurhäiriöstä raporttien perusteella tilannekuva ja laatia muodostuneesta tilannekuvasta raportti alueorganisaation päällikölle. /6./

9.1.4 Ohjaus- ja suunnittelutiimi, OSu

Ohjaus- ja suunnittelutiimi koostuu 2-4 rooliin koulutetusta verkkoyhtiön työntekijästä. Suurhäiriötilanteissa henkilömäärä määräytyy tilanteen mukaan, mutta maksimissaan 2 henkilöä työskentelee samanaikaisesti. Tiimin roolina suurhäiriötilanteessa on toimia tilannesuunnittelijana. OSu kerää suurhäiriön lähtötiedot ilmoitetuista resursseista ja vikojen määristä. Lähtötietojen perusteella tiimi tekee analyysit, joiden perusteella mahdolliset korjaussuunnitelmat tehdään. OSu toimii perustamisensa jälkeen kaikilla varautumistasoilla kahdessa vuorossa. OSun:n päätehtävänä on laatia korjausennusteet, korjaussuunnitelma sekä resurssisuunnitelma. Lisäksi OSu seuraa kentällä tehtyjen korjaustöiden edistymistä. OSu toimittaa valmistuneet raporttinsa alueorganisaatiolle sekä tilannekuvatiimille. /6./

9.1.5 Alueellinen suurhäiriöorganisaatio, ASO

Paikallinen alueellinen suurhäiriöorganisaatio koostuu pääsääntöisesti urakoitsijoiden henkilöistä. Suurhäiriöorganisaation muodostavat aluepäällikkö sekä vikojenhallinta-, huolto- ja korjaustiimeissä eri tehtävissä toimivat henkilöt. ASO:n toimintaa johtaa aluepäällikkö. ASO ei ole välttämättä täysimääräisesti pystyssä kaikilla varautumistasoilla, vaan ASO-päällikön tehtävänä on kutsua organisaatio kasaan. Lisäksi ASO-päällikön tehtäviin kuuluu organisaation toiminnan koordinointi ja johtaminen sekä tilanneraporttien välittäminen Tilannekuvaustiimille. ASO:n toimintaa harjoitellaan verkkoyhtiön ohjaamana lähes vuosittain, jotta jokainen organisaation jäsen tietää oman toimenkuvansa suurhäiriön aikana. Alueellisen suurhäiriöorganisaation rakenne on esitetty kaaviossa 3. /6./



Kaavio 3 Paikallisen alueellisen suurhäiriöorganisaation rakenne

Aluepäällikkö vastaa alueen korjausorganisaation toiminnasta, tilannekuvausta, raportoinnista ja sidosryhmäyhteistyöstä laajan suurhäiriön ja muiden sovittujen tilanteiden aikana, Aluepäällikkö toimii alueorganisaatiopäällikön alaisena.

Kohotetussa valmiustasossa aluepäällikkö selvittää alueelliseen suurhäiriöorganisaatioon kuuluvien henkilöiden valmiuden siirtyä suurhäiriötehtäviin ja tarkistaa muutenkin johtamansa alueen valmiuden erillisen tarkastuslistan mukaisesti (Liite 2).

Suurhäiriötasolla aluepäällikkö seuraa korjausten etenemistä ja ylläpitää tilannekuvaa alueen toiminnasta sekä raportoi tarvittavat tiedot korjausten etenemisestä, resurssien määrästä ja resurssitarpeista alueorganisaation päällikölle ja/tai TIKU-tiimille. Aluepäällikkö osallistuu säännöllisesti suurhäiriön aikana järjestettäviin alueorganisaation järjestämiin kokouksiin. Myös suurhäiriötilanteessa aluepäällikkö täyttää ennalta määriteltyä tarkastuslistaa päivittäin (Liite 3).

Vikojen hallintatiimin vetäjä toimii yhteistyössä korjausten hallinnan kanssa vastaten tarvittavasta raportoinnista ja resursoinnista.

Kohotetussa valmiustasossa vikojen hallintatiimin vetäjä ilmoittaa aluepäällikölle käytettävyytensä, sekä varmistaa tiimin henkilöiden käytettävyys.

Täydessä valmiustasossa vikojen hallintatiimin vetäjän tulee tarkastaa ASO-puhelimen toiminta ja muutenkin tarkastaa ASO:lle varatun tilan laitteiden toiminta. Lisäksi informoi tiiminsä jäseniä tilanteesta.

Suurhäiriötasolla vikahallintatiimin vetäjä koordinoi aluepäällikön ja korjausten hallintatiimin vetäjän kanssa alueen työtilannetta ja raportoi tilattujen töiden tilanteesta TIKULLE. Tämän lisäksi vetäjän tulee suunnitella, ohjeistaa ja ohjata oman tiimin toimintaa suurhäiriötilanteissa.

Huoltotiimin vetäjä vastaa paikallisen alueellisen suurhäiriöorganisaation huollosta sekä mahdollisten ulkopuolisten resurssien ylläpidosta.

Täydessä valmiustasossa huoltotiimin vetäjä informoi tiiminsä jäseniä tilanteesta. Lisäksi hän varmistaa ennalta sovituilta palveluntuottajilta palvelujen saatavuuden, esimerkiksi mahdolliset ulkopuolisten resurssien majoituspaikat sekä ruokapaikkojen kapasiteetit.

Suurhäiriötilanteessa toimii yhteistyössä vikojen ja korjausten hallinnan tiiminvetäjien kanssa ja heiltä saadun informaation mukaan pyörittää tarvittavaa huoltotoimintaa.

Korjaustiimin vetäjä toimii yhteistyössä vikojen hallintatiimin kanssa.

Täydessä valmiustasossa korjaustiimin vetäjä informoi korjausorganisaation jäseniä tilanteesta ja varmistaa henkilöiden käytettävyyden.

Suurhäiriötasolla korjaustiimin vetäjä johtaa korjausorganisaation toimintaa. Suurhäiriötilanteessa tiimin vetäjä raportoi aluepäällikölle alueella toimivat resurssit ja mahdolliset resurssitarpeet. Tämän lisäksi vetäjän tulee suunnitella, ohjeistaa ja ohjata oman tiimin toimintaa suurhäiriötilanteissa.

9.1.6 Käyttökeskus

Normaalitilanteissa käyttökeskus valvoo sähkönjakeluverkkoja ympäri vuorokauden vuoden jokaisena päivänä. Jakeluverkkojen seurannan ohessa käyttökeskuksessa seurataan tiiviisti myös sääennusteiden kehittymistä eri järjestelmien kautta. Käyttökeskuksen toiminnalla on suuri rooli suurhäiriöön valmistautumisen aloittamisesta. /6./

Käyttökeskusoperaattori ilmoittaa sääennusteiden pohjalta käyttöpäällikölle ja/tai käyttökeskuspäällikölle ennustetun tai realisoituneen uhkakuvan. Annetun uhkakuvan perusteella ilmoituksen vastaanottanut henkilö tekee tarvittaessa aloitteen ja käynnistää suurhäiriöjohtoryhmän kokouksen. /6./

Mikäli luonnonilmiöiden aiheuttamien tehtävämäärien ja sähköttömien asiakkaiden yhtäaikaiset määrät ovat poikkeuksellisen isoja, niin käyttökeskus mihitetään lisäoperaattoreilla. Varsinaisten käyttöoperaattoreiden lisäksi suurhäiriön aikaisiksi lisäoperaattoreiksi on koulutettu verkkoyhtiön ja urakoitsijoiden käytönsuunnittelijoita. /6./

9.1.7 Laajennettu käyttökeskus, KAPU

Suurhäiriötilanteessa käyttökeskuksen rinnalle perustetaan laajennettu käyttökeskus KAPU. KAPUN tehtävänä on keventää varsinaisen käyttökeskuksen työtaakkaa ottamalla vastuu pienjänniteverkon vikatehtävistä. KAPU kerää pienjännitevikatehtävät järjestelmästä, priorisoi tehtävät ja kääntää tehtävät oikeiden ASO-ryhmien tehtävälistoille. KAPU:n tehtävänä on myös yrittää karsia ilmoitetuista pienjännitevikojen joukosta keskijänniteverkon vioista johtuvat vikatehtävät sekä samaan osoitteeseen useampaan kertaan ilmoitetut tehtävät. Laajennettu käyttökeskus toimii käyttökeskuksen apuna myös muilla tavoin, esimerkiksi lähettämällä asiakkaille järjestelmien kautta viestejä keskijänniteverkon vioista. Tämän lisäksi KAPU vastaanottaa käyttökeskuksen sijaan vikoja koskevat suorat puhelut viranomaisilta ja hätäkeskuksilta, joiden perusteella käyttöjärjestelmään tehdään merkinnät ilmoitetuista vikapaikoista. /6./

9.2 Suurhäiriöön valmistautuminen

Häiriötilanteita varten verkkoyhtiöllä on varautumis- ja valmiussuunnitelma, joka kattaa yleisimmät sähkönjakelua uhkaavat tilanteet. Näissä häiriötilanteissa turvaudutaan erikseen määriteltyihin suurhäiriöorganisaatioihin. Tätä organisaatiota hyödynnetään soveltuvien osien lisäksi myös muihin kriiseihin ja poikkeusoloihin. Varautumis- ja valmiussuunnitelmaa sekä siihen liittyviä liitteitä päivitetään suurhäiriövalmiuden vuosisyklin mukaisesti kerran vuodessa tai tarvittaessa useammin. Verkkoyhtiön oma henkilökunta sekä urakoitsijat perehdytetään säännöllisin väliajoin kyseisiin suunnitelmiin. /6./

Käyttökeskus seuraa koko ajan säätiedotuksia, joiden kautta ollaan tarkasti perillä säätilan kehittymisestä. Tämän lisäksi sääpalveluiden tarjoajalta tulee kirjallisia tiedotteita säätilan selvistä muutoksista ja mahdollisista uhkakuvista. Tärkeä tiedonlähde on Ilmatieteenlaitoksen viranomaistiedote LUOVA-varoitus. Tiedot uhkaavista säätilan muutoksista pyritään ottamaan huomioon riittävän nopeasti, jotta valmistautuminen voidaan aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Valmistautuminen mahdolliseen suurhäiriöön lähtee liikkeelle yleensä poikkeuksellisesta säätilan ennustamisesta, joiden on mahdollista aiheuttaa ongelmia sähkönjakelussa. Sääennusteiden tulkinnan jälkeen verkkoyhtiö määrittelee alustavan ennusteen tarvittavasta valmiustasosta. Valmiustasot käsitellään myöhemmin kappaleessa töiden organisointi. Valmiustasosta riippuen organisaatio alkaa toimia ennalta määriteltyjen ohjeistusten mukaisesti. Organisaatioiden perustamisten ja tiettyjen toimien aloittamisen oikea-aikainen ajoittaminen on yleensä haasteellista. Alueellisia suurhäiriöorganisaatioita ei voida liian kevein perustein perustaa. Toisaalta äkillisten ennusteista poikkeavien säätilanmuutosten takia organisaatiot perustetaan myöhässä keskeytysten alkamisajankohtaan nähden. /9./

9.3 Töiden organisointi

Suurhäiriötilanteissa töiden organisointi vaihtelee häiriötilanteen vakavuuden mukaan. Tilanteen vakavuutta kuvaamaan on luotu viisi erillistä valmiustasoa, joiden mukaan sen hetkinen toimintamalli määräytyy. Nämä valmiustasot ovat:

normaali valmius, kohotettu valmius, täysvalmius, suurhäiriö ja laaja suurhäiriö. Valmiustasoissa pyritään huomioimaan kaikki varautumiseen tarvittavat osa-alueet, kuten korjaustoiminta, materiaalinhallinta, viestintä ja huoltotoiminnot. Myös häiriöorganisaatioon kuuluvan henkilön eri valmiustasoilla toteutettava tehtävänkuvaus on esitetty verkkoyhtiön valmiiksi tehdyillä tehtäväkorkeilla. Suurhäiriötilanteista käytetään niin sanottuja liikennevaloja, joilla sisäisesti kommunikoidaan eri valmiustasoista:

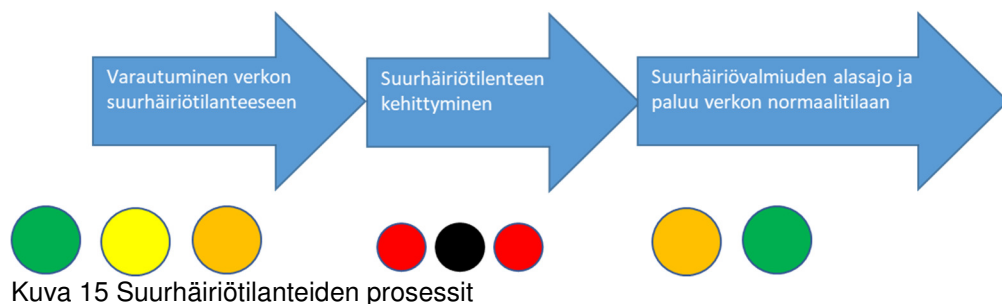
- Normaali valmius: Vihreä valmiustaso, normaalia päivittäistä toimintaa, sisältäen mahdollisten yksittäisten yksikköhintaisten vikatehtävien suorittamisen.
- Kohotettu valmius: Keltainen valmiustaso, sääolosuhteisen ja tilanteen seuranta ja suurhäiriöorganisaation valmiuden selvittäminen. Muuten normaali valmius.
- Täysvalmius: Oranssi valmiustaso, sisäisiä ja ulkoisia resursseja varalaoissa, toiminta jatkuu muuten normaalina.
- Suurhäiriö: Punainen valmiustaso, laajoja keskeytyksiä, joiden arvioidaan kestävän enimmillään vuorokauden. Suurhäiriöorganisaatio on perustettu ja se on käytössä tarvittavilta osin.
- Laaja suurhäiriö: Musta valmiustaso, keskeytysten arvioidaan jatkuvan pitkään. Osa verkkoyhtiön normaaleista toiminnoista keskeytetään ja kaikki resurssit valjastetaan kriisin hoitamiseen. /6./

9.3.1 Valmiustasojen kulku suurhäiriötilanteessa

Suurhäiriötilanteen hallinnan päävaiheita voidaan kuvata prosesseina seuraavasti:

1. Varautuminen verkon suurhäiriötilanteeseen
2. suurhäiriötilanteen kehittyminen ja
3. suurhäiriövalmiuden alasajo ja paluu verkon normaalitilaan. /6./

Prosessin vaiheet on esitetty kuvassa 15.



Suurihäiriöjohtoryhmän korottaessa valmiustason kohotetusta valmiustasosta täyteen valmiustasoon suurihäiriöorganisaatio tekee, uhkakuvan mukaiset, tarvittavat resurssivaraukset ja valmistelut tehtäväkorttien mukaisesti. Mahdollisesti suurorganisaatiot järjestäytyvät ja ovat valmiina toimimaan suurihäiriötilanteen iskiessä alueelle. /6./

Suurihäiriötilanteen toteutuessa suurihäiriöjohtoryhmä kokoontuu tyypillisesti muutaman kerran vuorokaudessa käsittelemään vallitsevaa häiriötilannetta ja mahdollisesti päivittämään valmiustasoluokkaa. Suurihäiriöjohtoryhmän päätösten mukaisesti suurihäiriön parissa työskentelevät alemmat organisaatiot saavat mahdollisesti uusia suuntia toimenpiteiden muuttamiselle. Suurihäiriötilanteissa tilanteet voivat toisinaan muuttua hyvinkin nopeasti pahempaan tai parempaan suuntaan. Tästä johtuen suurihäiriöjohtoryhmä voi joutua muuttamaan vallitsevaa valmiustasoa suuntaan tai toiseen. /6./

Häiriötilanteen rauhoittumisen jälkeen suurihäiriöjohtoryhmä tekee päätöksen suurihäiriöorganisaation alasajosta. Suurihäiriötilanne päättyy siihen, kun verkon kytkentätilanne on saatu normaaliin tilaan sekä suurihäiriöorganisaatio on purettu. Tämän jälkeen voidaan toiminta eri yksiköissä jatkaa normaalisti.

9.4 Suurihäiriönaikaiset ulkopuoliset resurssit

Suurihäiriön iskiessä täytyy alueellisen suurihäiriöorganisaation varata riittävästi ulkopuolisia resursseja, kuten esimerkiksi kaivinkoneita ja metsureita. Ulkopuolisten resurssien käyttö on kuitenkin rajallista, koska heillä on harvoin riittävää sähköalan koulutusta ja varustusta, jotta he kykenisivät vikapaikoilla itsenäiseen työskentelyyn. Esimerkiksi ryhmä metsureita vaatii vähintään yhden asentajan mukaansa, että linjat tulee koestettua ja maadoitettua, jotta rai-

vaustyöt saadaan tehtyä mahdollisimman turvallisesti. Joillain vanhoilla sähköyhtiöillä oli tapana kouluttaa paikallisten maamiesseuran jäseniä raivaustöihin, joita voidaan vielä nykypäivänäkin käyttää muun muassa vikapaikkojen paikantamiseen ja tarvittaessa asentajaryhmän mukana liikkuvana raivausryhmänä. Maamiesseuran tietotaitoa pyritään nykyistenkin verkkoyhtiöiden toimesta pitämään yllä erilaisten koulutuspäivien ja harjoitusten avulla.

9.5 Suurhäiriöissä havaittuja ongelmakohtia

Suurhäiriötilanteita harjoitellaan suhteellisen säännöllisesti verkkoyhtiön vetämänä, mutta tosipaikan tullen vaikuttaa siltä, että jokainen suurhäiriö on erilainen. Harjoituksissa paperilla suoritettavat toimet sujuvat yleensä varsin vaivattomasti, mutta todellisuudessa voidaan kohdata monenlaisia arvaamattomia haasteita. Tästä johtuen esimerkiksi eri organisaatioiden toimintojen käynnistäminen on toisinaan hidasta, osittain käynnistysvaikeudet johtuvat siitä, että harjoituksissa ollutta henkilöstöä ei saada paikalle. Pahimmassa tapauksessa yksi henkilö joutuu paikkaamaan useamman henkilön paikat organisaatiossa tai tehtävään valitaan henkilö, jolla ei ole kokemusta tehtävässä toimimisesta edes harjoituksissa.

Erilaisia haasteita aiheuttavat myös tilanteet, joissa samanaikaisia keskeytyksiä tulee useita, mutta kyse ei ole kuitenkaan varsinaisesta suurhäiriöstä. Tällöin etenkin, toimihenkilöiden määrä on melko vähäinen mahdolliseen työkuormaan nähden. Varsinkin, jos kyseessä on kymmeniä samanaikaisia pienjänniteverkon vikatehtäviä aiheuttava ilmiö, varataan siihen yleensä vain yksi toimihenkilö ottamaan uudet tehtävät vastaan, jakamaan tehtävät viankorjaajille sekä kuittaamaan reaaliaikaisesti valmistuneet vikatehtävät valmiiksi järjestelmään. Tämän lisäksi toimihenkilö joutuu samalla tekemään arvioita esimerkiksi vikatehtävien määrästä ja valmistumisajankohdista verkkoyhtiön suuntaan.

Yksi yleisimmin keskusteluissa pyörivä ongelma suurhäiriötilanteita läpikäydessä liittyy asentajaryhmien ja käyttökeskuksen väliseen kommunikointiin. Suurhäiriötilanteissa käyttökeskuksessa pyritään maksimoimaan käyttökes-

kusoperaattoreiden määrä. Silti operaattoreiden määrä ei kuitenkaan välttämättä riitä joustavaan työskentelyyn maastossa hektisimmillä hetkillä, vaan ohjauskäskyjä saattaa joutua odottamaan normaalia pidempään.

Suurhäiriötilanteen kommunikoinnissa verkkoyhtiön ja urakoitsijoiden välillä olisi muutenkin jonkin verran kehitettävää. Esimerkiksi pääasiallisesti käyttökeskuksen ohjaamana suoritettavan keskijänniteverkon korjausten edistymisestä ei informoida riittävästi toimihenkilöitä. Tämä johtaa mahdollisesti siihen, että siirtyminen keskijänniteverkon vikojen korjaamisesta pienjänniteverkon vikojen korjaamiseen ei suju niin jouhevasti kuin olisi mahdollista.

Suurhäiriötilanteissa etäluettavista mittareista saatava tieto helpottaisi karsimaan mahdolliset keskijänniteverkon vioista johtuvat vikatehtävät pois kiireellisesti hoidettavien tehtävien ryhmästä. Urakoitsijoilla ei ole kuitenkaan mahdollisuutta saada mittareiden lähettämiä tietoja, joten on mahdollista, että korjausryhmä lähetetään sähköttömäksi oletettavaan paikkaan, jossa varsinainen vikatilanne on korjaantunut jo keskijänniteverkon korjauksen yhteydessä.

Pienellä asentajamäärällä on haastava saada toivottua asentajapareja järjestettyä kahteen vuoroon ja sitä kautta pidettyä päivittäiset työajat inhimillisinä. Jakamalla ryhmät eri vuoroihin olisi mahdollista jakaa maksimaaliset työtehot ympärivuorokauden toteutettavalle viankorjaustyölle. Tämä olisi mahdollista esimerkiksi niin, että alkuhetkien rajaustyöhön ei käytettäisi alueen koko asentajamateriaalia, vaan liikkeelle otettaisiin sellainen määrä rajaajia, jonka käytökeskusoperaattorit kykenevät sujuvasti ohjaamaan.

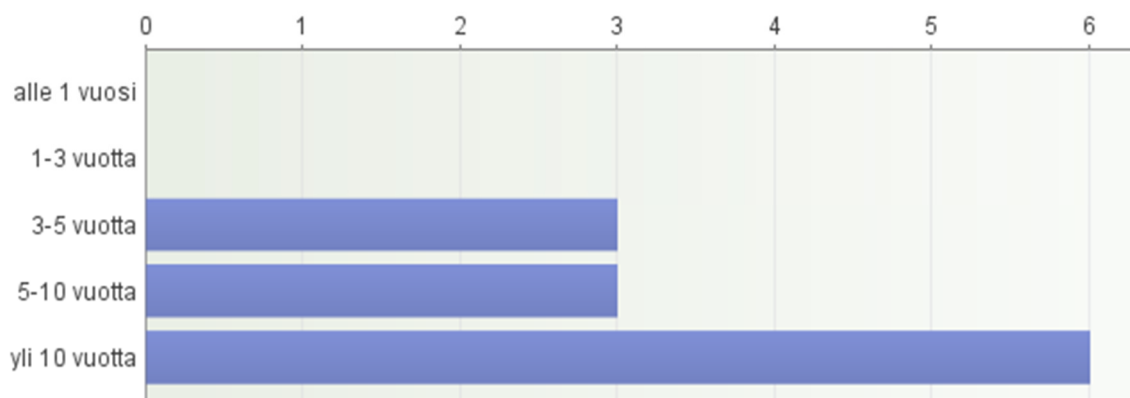
10 YHTEENVETO N3M POWERIN ASENTAJILLE SUORITETUSTA KYSELYSTÄ

Opinnäytetyön liitteenä on asentajille suoritettu kysely viankorjausprosessin eri osa-alueista. Kysely on toteutettu verkkokyselynä Webropol-sivuston kautta. Vapaaehtoiseen kyselyyn vastasi noin kolmasosa N3M Powerin asentajista, yhteensä 12 vastausta. Vastausprosentti oli arvioitua heikompi, vaikka kyselystä pyrittiin tekemään vastaajan näkökulmasta mahdollisimman helppo ja nopea. Kyselyyn oli mahdollista vastata tietokoneen tai älypuhelimien välityksellä. Kyselyyn vastaamiseen oli annettu kolme viikkoa aikaa. Todennäköisesti henkilökohtaisilla haastatteluilla olisi päästy kyselyn kanssa parempaan

lopputulokseen. Myös sillä saattaa olla vaikutusta alhaiseen vastausprosenttiin, että kyselystä ei ollut ruotsinkielistä versiota, koska vähintään puolet N3M Powerin asentajista on äidinkieltään ruotsinkielisiä. Pienen vastausprosentin takia N3M Powerin asentajien näkökulma vianhoitoprosessin toimivuuteen jäi melko kapeaksi. Liitteenä koko kysely vastauksineen.

1. Kokemus sähköverkkojen viankorjaustöistä

Ensimmäisessä kysymyksessä tutkittiin vastaajien kokemusta viankorjaustöistä. Ensimmäisen kysymyksen vastaukset löytyvät kuvasta 16.

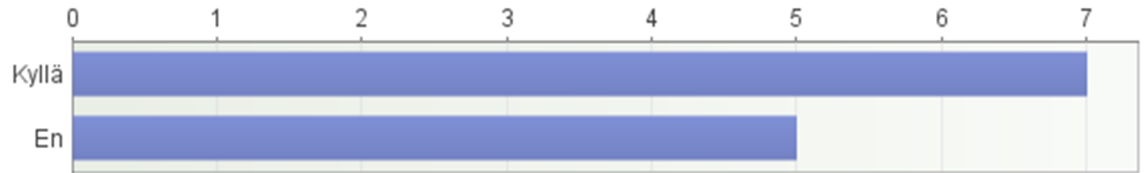


Kuva 16 Viankorjausten kokemuksen jakautuminen

Kyselyyn vastanneista kaikki ovat toimineet viankorjaustöissä yli kolme vuotta. Suurin osa vastaajista on ollut viankorjaustehtävissä yli 10 vuotta. Tuloksista voi päätellä myös pääpiirteittäin N3M Powerin asentajien työkokemuksen jakautumista sähköverkkoympäristössä.

2. Kuulutko päivystysrinkiin?

Toisessa kysymyksessä selvitettiin vastaajien kuulumista N3M Powerin varsinaiseen päivystysrinkiin. Kyselyssä ei ole otettu huomioon henkilöitä, jotka satunnaisesti osallistuvat lisävarallaoloihin. Vastaukset kysymykseen löytyvät kuvasta 17.



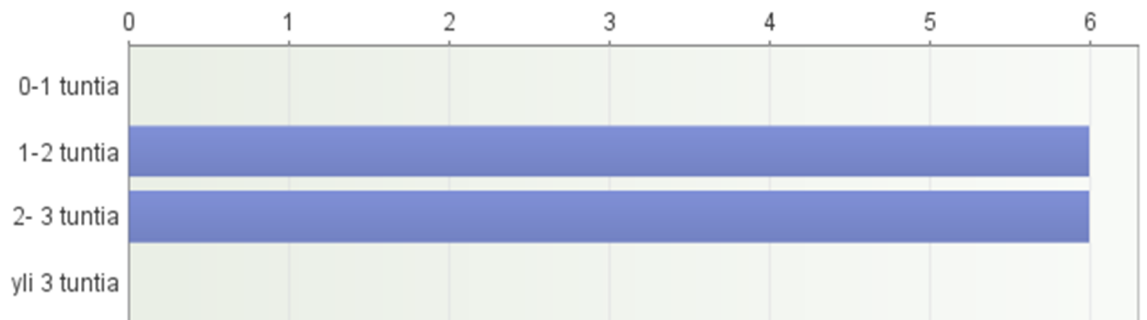
Kuva 17 Päivystysten jakautuminen vastaajien kesken.

Vaikka lähes kaikki N3M Powerin asentajat täyttävät päivystystehtäviin verkko-yhtiön esittämät pätevyysvaatimuksen, kaikilla ei ole halukkuutta kuulua varsinaiseen päivystysrinkiin, johon osallistuvat ovat säännöllisin väliajoin varallaolovuorossa. Lähes kaikki kuitenkin osallistuvat lisävarallaoloihin.

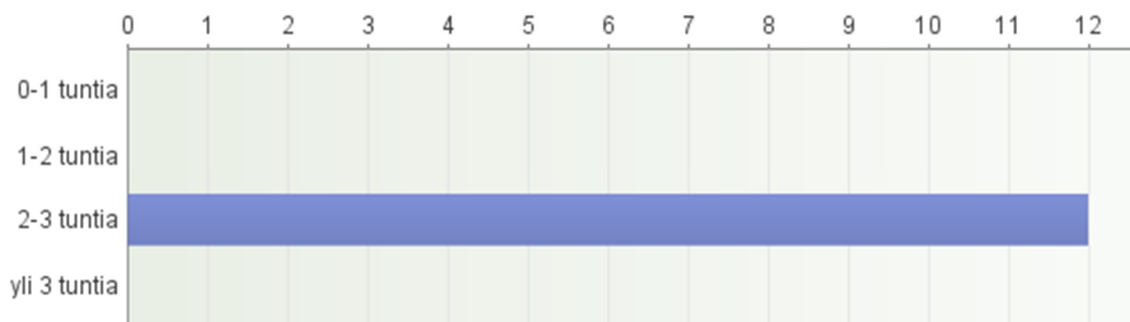
3. Minkä verran arvioisit pienjänniteverkon viankorjauksen keskimäärin kestävän?

4. Minkä verran arvioisit keskijänniteverkon viankorjauksen keskimäärin kestävän?

Kysymyksissä kolme ja neljä selvitettiin vastaajien omien viankorjaustöiden kestoajojen hahmottamista. Kuvassa 18 on vastaukset pienjännitevikoja koskevien vastausten tulokset ja kuvassa 19 on keskijännitevikoja koskevat vastaukset.



Kuva 18 Arviot pienjännitevikojen korjausaajoista



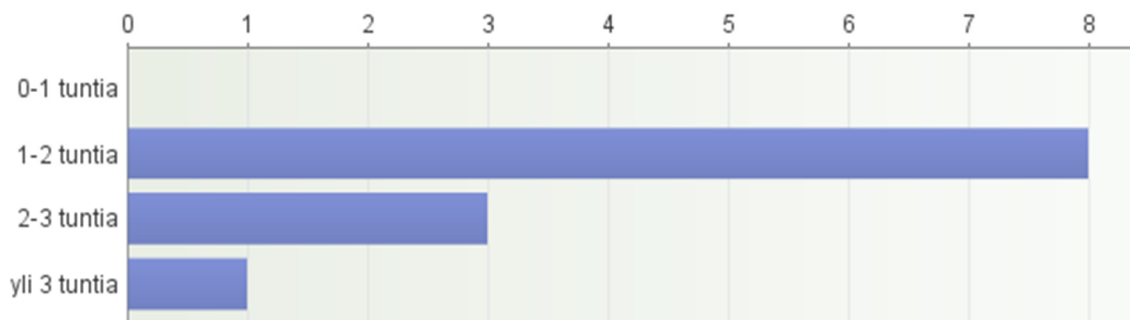
Kuva 19 Arviot keskijännitevikojen korjausaajoista

Oman työajan keston arvioiminen on viankorjaustilanteissa hieman haastavaa, koska jokainen vika suoritetaan yksittäisenä erilaisena tapauksena. Kyselyyn vastanneiden arviot omasta työajankäytöstä osuvat melko hyvin kohdalleen, kun sitä verrataan varsinaisen tilastoinnin puuttuessa tuntiappuihin merkittyihin arvoihin.

Yksittäisen keskijännitevian keskimääräiseksi hoitoajaksi on saatu määriteltyä 2,4 tuntia, joten sen perusteella keskijänniteverkon korjauksiin käytetty aika on vastaajien kesken arvioitu oikein.

5. Minkä arvioisit olevan verkkoyhtiön asettaman tavoiteajan viankorjaukselle (pj/kj)?

Kysymyksessä viisi selvitettiin asentajien käsitystä verkkoyhtiön realistisista tavoitteista viankorjausten kestoajoista. Kuvassa 20 on esitetty kyselystä saadut vastaukset.

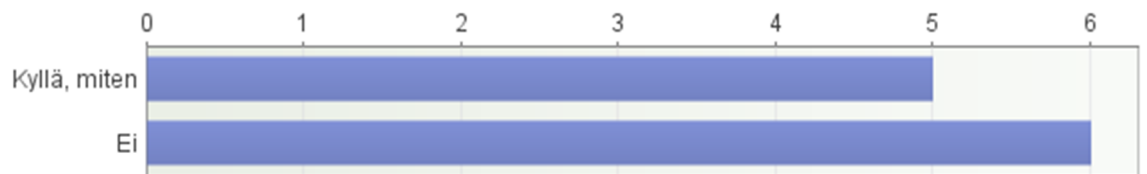


Kuva 20 Arviot verkkoyhtiön tavoiteajoista

Verkkoyhtiön toiveena on saada korjattua jakeluverkossa aiheutuneet viat mahdollisimman nopeasti. Realistisena tavoitteena pidetään keskijänniteverkon pysyvien vikojen osalta alle kahden tunnin viankorjausaikaa. Viankorjausaika saa olla tavoitetta suurempi, mikäli vikapaikka saadaan rajattua niin, että häiriö ei aiheuta asiakkaille keskeytystä sähkönjakeluun. Vastajat olivat hyvin perillä tavoitteesta.

6. Nopeuttavatko riskialttiit toimintatavat vikojen korjaamista?

Kuudennessa kysymyksessä selvitettiin vastaajien toimintatapoja viankorjauksessa. Kuvassa 21 on esitetty kyselyyn annetut vastaukset.

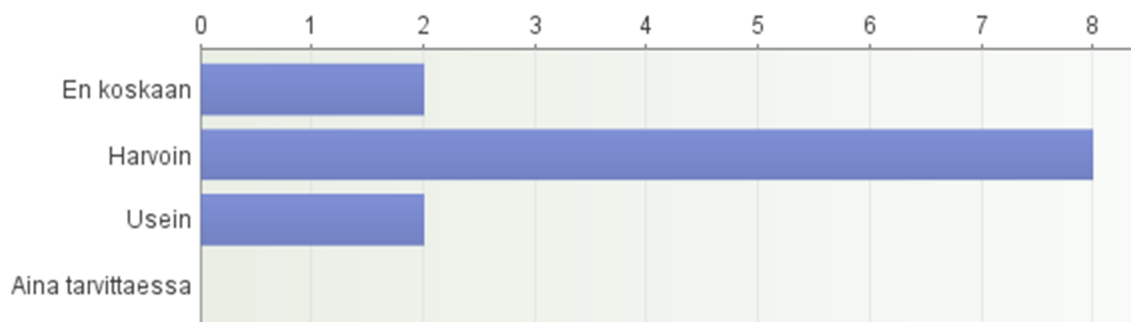


Kuva 21 Viankorjauksessa käytettävien riskialttiiden työtapojen kartoittaminen

Kirjallisten vastausten perusteella työkohteen maadoitusten asentaminen on havaittu ainoaksi riskialttiiksi toimintatavaksi, jolla viankorjausta on voitu nopeuttaa. Työkohteen jännitteettömyyden koestaminen ja maadoittaminen ovat kuitenkin tärkein osa turvallista viankorjausta, joten työkohteen maadoitusten laiminlyöntiä ei suositella missään tilanteessa.

7. Miten usein käytät vikatilanteissa riskialttiita toimintatapoja?

Seitsemännessä kysymyksessä selvitettiin vastaajilta, miten usein riskialttiita toimintatapoja käytetään viankorjauksessa. Kuvassa 22 on esitetty kyselystä saadut vastaukset.

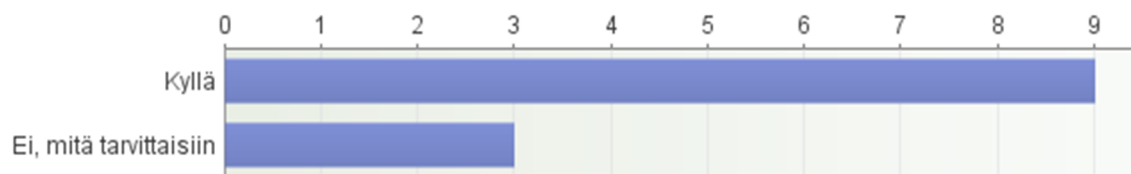


Kuva 22 Riskialttiiden toimintatapojen yleisyys

Kyselystä selvisi, että riskialttiiksi tunnistetut toimintatavat eivät vastaajien keskuudessa ole kovinkaan yleisessä käytössä.

8. Onko vianpaikannukseen riittävästi työkaluja?

Kahdeksantena kysymyksenä oli tarkoitus kartoittaa vastaajien havaitsemia puutteita vianpaikannusvälineistössä. Kuvassa 23 on esitetty kyselyn tulokset.



Kuva 23 Vianpaikannuksessa käytettävien työkalutarpeiden kartoittaminen

Kyselyn mukaan N3M Powerilla on vastaajien perusteella riittävä määrä oleellisia välineitä vikapaikkojen paikantamiseen. Jatkokysymyksenä olisi voinut olla järkevää kartoittaa, miten moni osaa kaikkia laitteita, kuten esimerkiksi syöksyaaltogeneraattoria, käyttää.

Kirjallisten vastausten kautta saadut puutteet koskivat verkkoyhtiöltä saatavia ajantasaisia kartoja. Lisäksi toiveena esitettiin, että autoihin saataisiin hakuvalot, minkä lisäksi käsi- ja otsavalaisimet päivitetäisiin tehokkaampiin malleihin.

9. Onko autoissa riittävästi tarvikkeita yleisimpien vikojen korjaamiseen?

Yhdeksäntenä kysymyksenä haluttiin selvittää työautojen materiaalien riittävyys viankorjauksissa. Kuvassa 24 on esitetty kyselystä saadut vastaukset



Kuva 24 Autosta löytyvien tarvikkeiden kartoittaminen

Pääsääntöisesti kyselyyn vastanneet asentajat pärjäävät viankorjauksista autoista löytyvillä tarvikkeilla. Joskus viankorjauksessa joudutaan hieman kuitenkin soveltaa, koska optimaalisia tarvikkeita ei aina välttämättä autoista löydy. Esimerkiksi oikean kokoisia sulakkeita ei välttämättä aina löydy autosta, mutta vian yhteydessä toiminut sulake korvataan tällöin samanlaisella, mutta eri arvoisella sulakkeella siihen asti, kun varastolta haetaan kohteeseen oikean kokoinen sulake. Myös joitain liittimiä voidaan toisinaan joutua korvaamaan toisenlaisella liittimellä.

10. Löytyykö varastosta riittävästi tarvikkeita?

Kymmenennessä kysymyksessä pyrittiin kartoittamaan sitä, että onko N3M Powerin varastoissa jotain viankorjauksissa käytettäviä tuotteita liian vähän tai ei ollenkaan. Tulokset on esitetty kuvassa 25.



Kuva 25 Varaston tarvikkeiden kartoittaminen

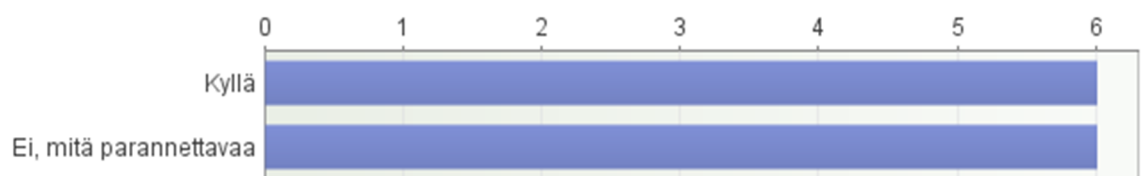
Kyselyyn vastanneiden mukaan N3M Powerin varastoista löytyy riittävästi erilaisia vaihtoehtoja ja riittävän monta kappaletta jokaista tuotetta viankorjauksen tarpeisiin. Ainoastaan keskijänniteverkon ilmajohtojen kannatusrakenteissa on havaittu kyselyn mukaan puutteita.

11. Miten viankorjausaikaa ja -rajausaikaa voitaisiin turvallisesti lyhennää?

Yhdenteenätoista kysymyksenä pyrittiin selvittämään viankorjauksien parissa työskentelevien henkilöiden näkemyksiä siitä, miten viankorjausaikoja saataisiin lyhennettyä. Yhtenä näkemyksenä oli, että jättämällä keskijännitelinjat ilmaan saataisiin aikaa lyhennettyä, koska maakaapelivika on huomattavasti vaikeampi paikantaa ja korjata verrattuna tavalliseen ilmajohtoon aiheutuneeseen vikaan. Maakaapeloinnin yleistyessä yhtenä ehdotuksena oli, että päivystysalueelle tulisi ottaa varallaoloon asentajan lisäksi yksi kaivinkone kuljettajineen, jotta maakaapelivian ilmestyessä vikapaikalta ei tarvitsisi selvitellä paikalle tulevaa kaivuu-urakoitsijaa. Lisäksi vastauksissa esitettiin, että verkossa tulisi olla enemmän käyttöoperaattorin ohjaamia kaukokäyttöerottimia. Ylipäätään kyselyn tulosten mukaan keskijänniteverkkoon pitäisi saada lisää erottimia kiskoliitoksien tilalle vikojen rajausta helpottamaan. Yhteydenpidon vaikeutta käyttökeskukseen kritisoitiin muutaman vastaajan toimesta.

12. Toimiiko yhteydenpito käyttökeskukseen viankorjauksen aikana?

Kahdestoista kysymys koski yhteydenpitoa käyttökeskukseen viankorjaustilanteissa. Kuvassa 26 on esitetty kyselyn tulokset.



Kuva 26 Yhteydenpidon kartoittaminen vikatilanteissa

Kyselyn mukaan joka toinen on tyytyväinen yhteydenpitoon käyttökeskuksen kanssa viankorjaustilanteissa. Suurinta kritiikkiä tulee tilanteista, joissa käyttökeskusoperaattorilla on useampia vikoja ohjattavanaan samanaikaisesti. Pahimmillaan maastossa on jouduttu odottamaan jopa puoli tuntia ennen yhteyden saamista käyttökeskukseen. VIRVE-yhteys on todettu toimivammaksi yhteydenpitovälineeksi kuin matkapuhelimia. Tästä syystä kyselyn perusteella on toivottu lisää VIRVE-puhelimia, jotta yhteys käyttöoperaattoriin saataisiin sujuvammaksi. Verkkoyhtiöllä on yhteydenpito-ongelma tiedossa ja ongelman

korjaamiseksi on mietitty mahdollisesti matkapuhelimeen saatavaa VIRVE-ominaisuutta. Tämä ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että samanaikaisten vikojen hoitamisessa toiminnot maastossa nopeutuisivat huomattavasti.

13. Onko vikatilauksessa riittävästi esitietoja viasta ja vikapaikasta?

Kolmastoista kysymys koski verkkoyhtiöltä urakoitsijan järjestelmään tulevien vikatehtävien sisältöä. Kuvassa 27 on esitetty kyselyssä saadut vastaukset.

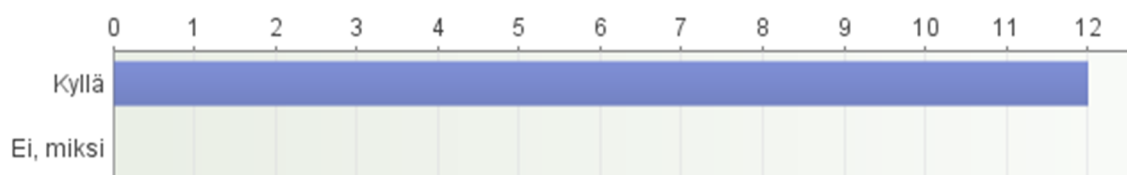


Kuva 27 Vioista saatavien tietojen riittävyys

Suurin osa kyselyyn vastanneista on sitä mieltä, että järjestelmien kautta tulevissa vikatehtävissä on riittävästi tietoja vikapaikan löytämiseksi ja itse vian kuvauksesta. On kuitenkin huomattu, että osa tiedoista on saattanut kadota tietojen siirron yhteydessä järjestelmästä toiseen, kuten esimerkiksi tehtäviin liitetyt valokuvat. Yhden vastaajan mukaan tietoja ei ole tehtävissä koskaan riittävästi.

14. Olisiko verkon kunnossapitotöillä mahdollista lyhentää viankorjausaikoja (esim. kaukokäyttöerottimien huollot ja linjaraivaukset)?

Neljännellätoista kysymyksellä oli selvittää mielipidettä kunnossapitotöiden vaikutukseen viankorjausaikoihin. Kuvassa 28 on esitetty kyselyn tulokset.



Kuva 28 Kunnossapitotöiden tarpeellisuus viankorjausaikoihin

Kyselyyn vastanneet olivat yksimielisesti sitä mieltä, että verkostoon tehtävillä kunnossapitotöillä olisi mahdollista lyhentää viankorjauksiin ja vikapaikan rajaauksiin käytettävää aikaa. Saneerausten yhteydessä monet kunnossapitoa vaativat kohteet korvataan uusilla tuotteilla, joten kunnossapitotöihin käytettävät resurssit ovat viime vuosina olleet melko pieniä. Osittain tästä syystä verkosta saattaa löytyä esimerkiksi monia toimimattomia erottimia ja lahonneita pylviäitä.

15. Nopeuttaisiko reaaliaikaisen verkon kytkentätilanteen näkeminen vikojen rajaamista /korjaamista (esimerkiksi Mobiili-DMS)?

Kysymyksessä viisitoista selvitettiin olisiko viankorjaustilanteissa hyötyä tietää verkon reaaliaikainen kytkentätilanne. Kyselystä saadut vastaukset on esitetty kuvassa 29.



Kuva 29 KytKentättilanteen näkemisen vaikutus viankorjaukseen

Monet kyselyyn vastanneet ovat sitä mieltä, että reaaliaikaisen kytkentätilanteen seuraaminen jonkin laitteiston kautta vikojen rajaamista ja korjaamista. Laajojen saneeraustöiden takia verkon kytkentätilanteen muutokset ovat melko nopeita. Reaaliaikaisen verkkotiedon avulla voitaisiin havaita ennen mahdollisen vikapaikan etsimistä, että maastossa oleva ilmalinja osuus on jo poistettu käytöstä ja korvattu maakaapelilla, eikä linjaa tulisi turhaan partioitua. Toiveena olisi, että säännöllisesti päivittyvät verkostokartat saataisiin toimimaan älypuhelimissa, joilla olisi mahdollista korvata vanhentuneet paperikartat.

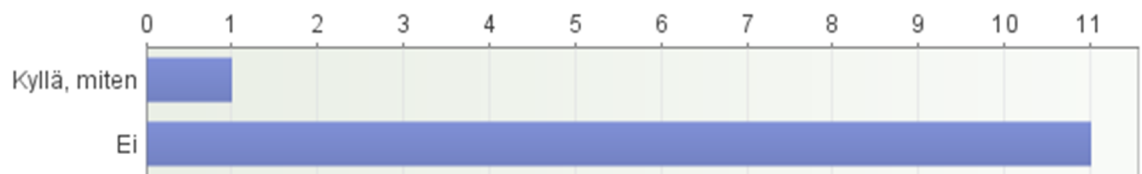
Käyttökeskuksen ruuhkautuessa asennusryhmä voisi käyttää maastossa odotusajan hyväksi miettiäkseen mahdollisia jatkorajauksia tai partiointikohteita. Etenkin suurhäiriötilanteissa maastossa olisi mahdollisuus nähdä kokonaiskuva verkon tilanteesta ja verkon tilanteen kehittymisestä.

Reaaliaikaisella kytkentätilanteen tiedolla nähtiin myös turvallisuuden kannalta positiivisia asioita, kun nähtäisiin mihin linjoihin sähkö on jo saatu palautettua ja missä töitä vielä riittää.

Muutama kyselyyn vastaaja on sitä mieltä, ettei kytkentätilanteen seuraamisen mahdollisuudesta olisi hyötyä viankorjauksen nopeuttamiseksi, koska keskijänniteverkon puolella työt tehdään joka tapauksessa käyttökeskuksen ohjaamana.

16. Aiheuttaisiko reaaliaikaisen kytkentätilanteen näkeminen enemmän riskialttiita toimintatapoja, mikäli yhteydenpito käyttökeskukseen tökkii (esim. erottimen ohjaaminen ilman lupaa)?

Kuudestoista kysymys pyrkii selvittämään reaaliaikaisen kytkentätilanteen näkemisen aiheuttamat haittapuolet. Kyselyn vastaukset on esitetty kuvassa 30.



Kuva 30 Kytkentätilanteen näkemisen vaikutus toimintatapoihin

Suurin osa kyselyyn vastanneista on sitä mieltä, että tieto reaaliaikaisesta kytkentätilanteesta ei aiheuttaisi ongelmia edes silloin, kun yhteyden saaminen käyttökeskukseen kestää. Yhden vastaajan mielestä on kuitenkin olemassa riski, että jollekin pitkittynyt odottelu maastossa lisäisi omatoimisuutta toimintaan.

17. Pitäisikö paperikarttoja päivittää vai riittävätkö vanhat kartat+ navigaattori?

Seitsemästoista kysymys käsitteli sitä, millaisista kartoista on suurin hyöty viankorjauksessa. Kuvassa 31 on esitetty kyselyssä tulleet vastaukset.

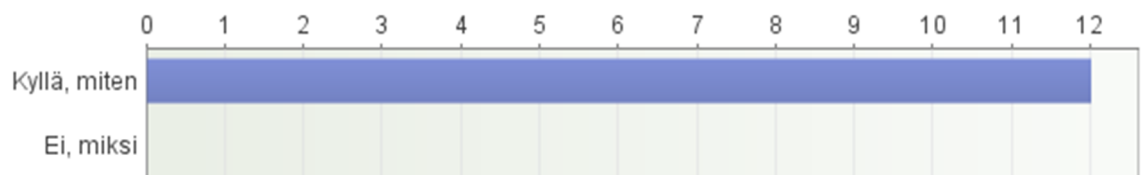


Kuva 31 Verkstomateriaalin tarpeen kartoittaminen

Kaikki kyselyyn vastanneet ovat sitä mieltä, että vanhoja karttoja ja päivitettyä navigaattoriaineistoa tehokkaampi tapa olisi päivittää paperikartat säännöllisesti. Luultavasti myös reaaliaikainen matkapuhelimessa toimiva kevyt karttasovellus voisi toimia viankorjaustöissä.

18. Vaikuttaako verkon kaapelointi viankorjaukseen?

Kysymyksessä kahdeksantoista selvitettiin kyselyyn vastanneiden mielipidettä maakaapeloinnin vaikutuksesta viankorjaukseen. Tulokset kyselyn vastauksista on esitetty kuvassa 32.



Kuva 32 Kaapeloinnin vaikutus viankorjaukseen

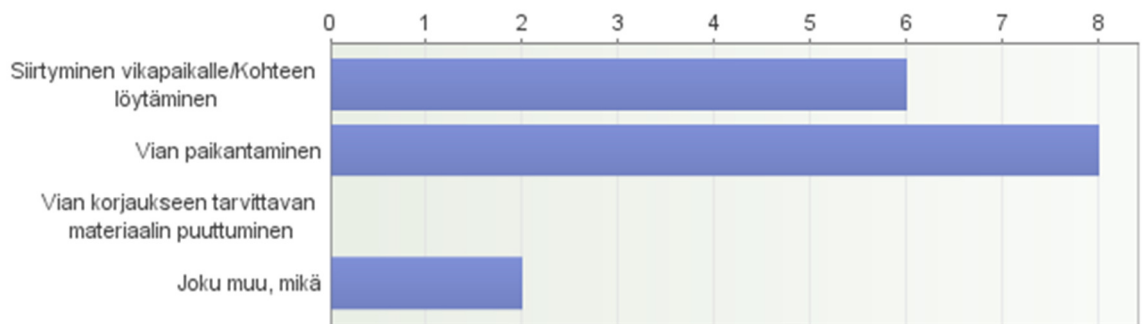
Kaikki kyselyyn vastanneet ovat sitä mieltä, että maakaapelointi vaikuttaa sähköverkon viankorjaukseen. Monet ovat sitä mieltä, että vikapaikan paikantaminen vaikeutuu verrattuna ilmajohtoverkossa tapahtuviin vikoihin. Sen lisäksi on havaittu, että viankorjauksessa käytetty aika pitenee verrattuna ilmajohtoverkossa suoritettavaan viankorjaukseen. Uutta verkkoa käyttöönotettaessa maastossa saattaa olla vielä vanhaa ilmajohtoverkkoa purkamatta. Näissä tilanteissa maastossa on vaikea hahmottaa, mikä osa ilmajohtoverkosta on käytössä ja mikä osa odottaa purkamista ilman reaaliaikaista verkkonäkymää. Dokumentointivirheet eri järjestelmissä voivat vaikeuttaa vikapaikan löytämisen esimerkiksi tilanteissa, joissa kaapeli on dokumentoitu täysin eri reitille, missä reitti maastossa kulkee. Verkon rakenne vaikuttaa muutenkin viankorjausaikeisiin, kun monia erottimia korvataan kiskoliitoksilla, jolloin vikapaikkojen rajaaminen vaikeutuu.

Positiivisena asiana nähdään, että ilmajohtovikojen aiheuttamien keskeytysten määrät vähenevät huomattavasti, kun linjoille kaatuvat puut eivät niitä maakaapeloinnin jälkeen aiheuta.

Vastaajista kukaan ei ollut ottanut kyselyyn vastatessaan esille heikentyvää ilmajohtotyöskentelyn tasoa, jonka maakaapelointi tuo väistämättään mukanaan.

19. Mikä asia yleisimmin hidastaa viankorjausta?

Yhdeksästoista kysymys käsitteli viankorjausta hidastavia tekijöitä. Kyselyn tulokset on esitetty kuvassa 33.



Kuva 33 Viankorjausta hidastavat toimenpiteet

Kyselyn mukaan yleisimpiä viankorjausta hidastavia toimia ovat vikapaikalle siirtyminen sekä varsinaisen vikapaikan paikantaminen. Muutaman vastaajan mielestä käyttökeskuksen yhteydenpidon vaikeus hidastaa yleisimmin viankorjausta. Tarvittavan materiaalin puuttumisen ei ole havaittu vaikuttavan merkittävästi viankorjausaikojen venymiseen.

10.1 Parannuskohteita vianhoitoprosessiin

Kyselyyn vastanneiden mielestä suurimpia parannuskohteita olisi päivystäjien määrän lisääminen. Päivystysrinkiin tulisi ottaa enemmän porukkaa ja jokaiselle urakointialueelle pysyvästi kaksi päivystäjää. Näin saataisiin taattua vikapaikalle aina tarvittaessa kaksi asentajaa, kun nykyisellä järjestelyllä alueen

päivystäjä joutuu etukäteen sopimaan itselleen jonkun kaverin mahdollisille vi-
kakeikoille. Lisäksi tulevaisuudessa maakaapeloinnin yleistyessä nähtäisiin
tarpeelliseksi myös kaivinkonekuljettajan päivystys jokaisella urakointialueella.

11 LOPPUPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön aihe oli kiinnostava, mutta yllättävän haastava vähäisen mate-
riaalin ja tilastotietojen puutteen takia. Tästä syystä yrityksen vianhoitoproses-
sin kehitystyölle jäi arvioitua pienempi osuus opinnäytetyön kokonaisuudesta.
Opinnäytetyössä suoritettu tutkimus sähköisen kyselyn kautta ei ollut kuiten-
kaan turha. Luultavasti kyselyssä kerättyä materiaalia tullaan käymään läpi
sekä yrityksen että verkkoyhtiön kanssa jossain määrin, jotta vianhoitoproses-
sin mahdollisia solmukohtia voitaisiin poistaa tai edes helpottaa. Opinnäyte-
työtä voidaan käyttää mahdollisesti pohjana laajempaa tutkimustyötä ajatellen,
esimerkiksi kehittämällä kyselyä monipuolisemmaksi ja laajentamalla kysely
koskemaan suurempaa joukkoa.

N3M Powerin vianhoitoprosessin toimintatavoissa ei tutkimuksen mukaan löy-
detty mitään suurempia puutteita tai merkittäviä parannuskohteita. Tästä joh-
tuen viankorjausprosessin kehittämällä ei nähdä suurta taloudellista merki-
tystä tulevaisuudessa nykyisillä vianhoitoyksiköillä toteutettavassa viankor-
jauksessa. Yrityksen sisällä on keskusteltu, pitäisikö vianhoidosta pitää yrityk-
sen sisällä tarkempaa tilastointia muun muassa keskeytysmääristä, keskeyty-
sajoista ja yleisimmistä vioilla tarvittavista materiaaleista. Tarkkojen keskeyty-
saikojen tilastointi on kuitenkin todettu hankalaksi toteuttaa, joten tilastointiin
voitaisiin käyttää asentajien tuntiappuihin listaamia tunteja. Tarkemmalla tilas-
toinnilla voitaisiin tarvittaessa tutkia tarkemmin, millaiset viat aiheuttavat on-
gelmia ja miten usein kyseisiä vikoja ilmaantuu verkkoon.

Tärkeää olisi pohtia yrityksen sisäisen kommunikaation kehittämistä suur-
häiriötilanteissa, miksi ei myös pienemmissä häiriötilanteissa, jotta henkilökun-
taa saataisiin käytettyä mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi. Tulisi miettiä,
olisiko esimerkiksi Skype-palaverilla mahdollista hoitaa pikainen tilanne päivi-
tys eri toimipisteiden välillä vai olisiko sisäiseen viestintään jotain muita toimi-
via ratkaisuja.

Jokainen suurhäiriö on omanlaisensa, vaikka niissä samoja piirteitä yleensä onkin. Vaikka suurhäiriöihin valmistaudutaan harjoittelemalla, tärkein oppi suurhäiriötilanteissa toimimiseen tulee varsinaisista suurhäiriöistä saaduilla kokemuksilla.

LÄHTEET

1. Energiateollisuus ry. 2014. VERKKOPALVELUEHDOT VPE 2014. Www-dokumentti. Saatavissa: https://energia.fi/files/1055/Verkkopalveluehdot_VPE_2014_20160118.pdf [viitattu 10.10.2016]
2. Monni, M. Sähkölaitosasentajan ammattioppi 4, Jakeluverkon käyttötehtävät. Adato Energia. 2002
3. Lakervi, E.& Partanen, J. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto. 2009
4. Energiateollisuus ry. 2010. Sähkön toimitusvarmuus 2030. Www-dokumentti. Saatavissa: https://energia.fi/files/733/Sahkon_toimitusvarmuus_2030_Suositus_20100827.pdf [viitattu 20.11.2016]
5. Energiateollisuus ry. 2017. Sähkön keskeytystilasto 2016. Www-dokumentti. Saatavissa: https://energia.fi/files/1670/Sahkon_keskeytystilasto_2016.pdf [viitattu 24.10.2017]
6. Verkkoyhtiön materiaali, salainen. 2016
7. Lampinen, H. Luentomonisteet 1/12. Korpilampi. 2012
8. Hirvonen, R.; Jauhiainen, M.; Kinnunen, M.; Lehtinen, H.; Lehtisalo, T.; Rajala, A.; Sanholm, P.; Seppälä, P.; Turkki, J.; Turunen, T. & Öhman, L. 2006. Sähkönjakelun toimintavarmuuden kehittäminen. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/B6F406618A2BED89C225732C00380603/\\$file/Sahkokatkostyoryhman_raportti.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/B6F406618A2BED89C225732C00380603/$file/Sahkokatkostyoryhman_raportti.pdf) [viitattu 24.10.2017]
9. Heinonen, V & Perttala, J. 2012. Toiminta sähkönjakelun suurhäiriössä. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://konsulttitoimistoreneco.fi-les.wordpress.com/2012/09/et-suurhc3a4iric3b6-raportti-2012-09-18.pdf> [viitattu 27.10.2017]
10. Finlex. 2013. Sähkömarkkinalaki. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588> [viitattu 5.1.2018]
11. N3M Power. 2017. Yritystiedot. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://n3m.fi/fi/yritystiedot> [viitattu 10.1.2018]
12. ProTecEquipResources. 2012. Cable fault locating Techniques. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=TbINuWvL5cQ> [viitattu 15.1.2018]
13. Edilex. 2009. Verohallinnon ohjeet 2009. Www-dokumentti. Saatavissa: https://www.edilex.fi/verohallinnon_ohjeet/2009_0223.html [viitattu 20.1.2018]
14. Verovirasto. 2009. Oikeustapauksia luontoiseduista. Www-dokumentti. Saatavissa: https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-haku-sivu/47884/oikeustapauksia_luontoiseduist/#kho-1982/444 [viitattu 20.1.2018]

Alueorganisaation tarkastuslista, kohotettu valmius

Alueorganisaation tarkastuslista	
Pvm:	
Varautumistaso: Kohotettu valmius	
Varautumistaso: Täysi valmius	
Tehdävät / tarkastukset	
TEHTY	LISÄTIETOJA
Laadi tiedote uhkakuvasta ja selvityspyyntö alueen henkilöiden valmiudesta siirtyä SH-valmiuteen	
Informoi alueen organisaatiota uhkakuvasta ja selvitä sen valmius siirtyä SH-valmiuteen	
Varaa henkilöt lisävarailuun (pyydettyäessä) ja tarkista henkilötiedot sovitun määräaikaan mennessä	
Informoi alueen sidosryhmiä sähköpostilla	
Tarkista alueen infokorttien tiedot ja päivitä niitä tarvittaessa	
Laadi alueella käytävissä olevien henkilöiden valmiuslista (henkilömäärä, yhtiöt, nimet)	
Arvioi resurssien riittävyys uhkakuvaan nähden, arvioi ja pyydä tarvittaessa lisäresursseja AOR-pääliköltä	
Selvitä ruokahuollon saatavuus ja informoi tilanteesta palveluntuottajaa	
Selvitä majoitus mahdollisuudet ja informoi tilanteesta palveluntuottajaa	
Tarkista toimistovarusien toimivuus (printerit, videoytkki, yhteydet jne.)	
Selvitä varastojen riittävyys ja pyydä tarvittaessa täydennystä	
Tarkasta avainten ja paperikarttojen riittävyys ja täydennä määrä tarvittaessa	
Tarkista GPS tietojen saatavuus	
Testaa satelliittipuhelimen toimivuus	
Varmista ASO toimiston varavoiman saatavuus ja toimivuus	

