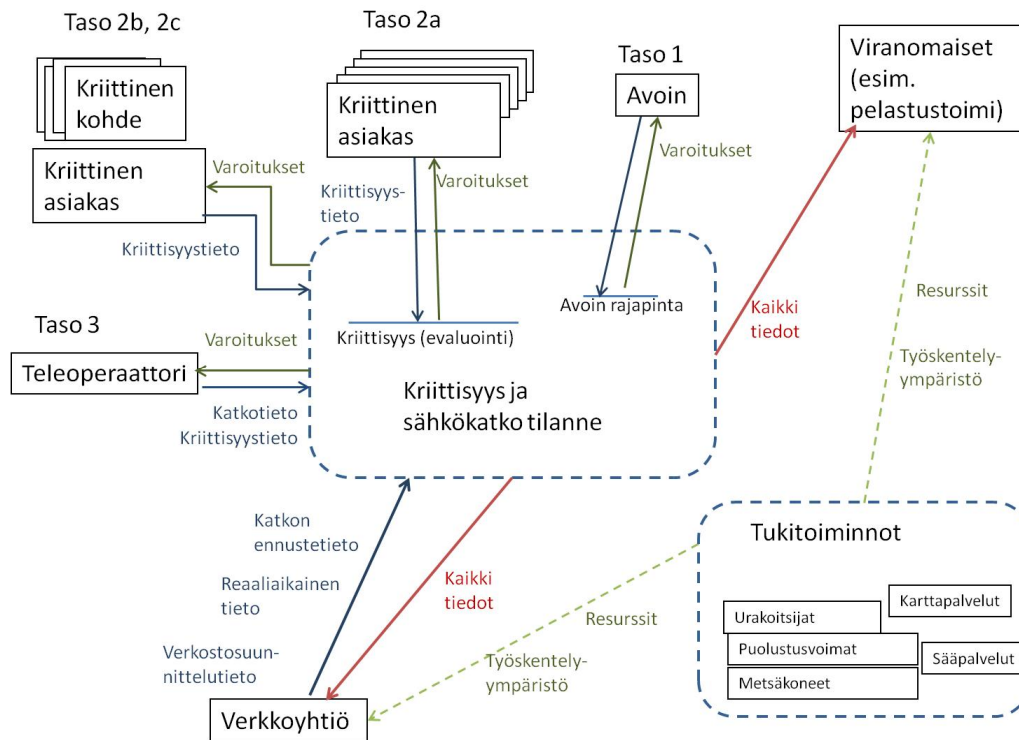




Sähköhuollon suurhäiriöiden riskianalyysi- ja hallintamenetelmien kehittäminen - Projektin loppuraportti

Pekka Verho
Janne Sarsama
Janne Strandén
Heidi Krohns-Välimäki
Vesa Hälvä
Olli Hagqvist

Tiivistelmä

Tutkimushanke 'Sähköhuollon suurhäiriöiden riskianalyysi- ja hallintamenetelmien kehittäminen' toteutettiin aikavälillä 1.5.2009 - 31.8.2011. Tutkijatahoina olivat Tampereen teknillisen yliopiston Sähköenergiatekniikan laitos ja VTT:n Riskienhallintaan erikoistunut tutkimusryhmä. Projektin tavoitteena oli kehittää tietoteknisiä menetelmiä sähkönjakelun suurhäiriöiden hallintaan. Sähköverkkoyhtiöiden lisäksi keskeisiä tarkasteltavia toimijoita ovat yhteiskunnan toiminnan turvaamisesta vastaavat tahot kuten pelastuslaitokset ja kunnat sekä sähkökäyttäjät. Tutkimuksen kohteena oli yhtäältä häiriönaikaisen toiminnan kehittäminen ja toisaalta suurhäiriöihin varautumisen ja niiltä suojautumisen kehittäminen erityisesti tietoteknisin keinoin.

Projektin ensimmäinen osatehtävä oli nykytila-analyysi, jonka tavoitteena oli laajentaa ja syventää aiempaa tietämystä. Aihepiiri osoittautui erittäin laajaksi tehden projektin toteuttamisen haastavaksi. Esimerkiksi kuntien rooli on selvästi keskeisempi kuin suunnitteluvaiheessa osattiin olettaa. Nykytila-analyysi tehtiin lopulta suunniteltua laajempana, mutta se jäi siitäkin huolimatta jossakin määrin vajavaiseksi. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tutkimus olisi pitänyt toteuttaa vieläkin laaja-alaisempana. Kuitenkin jo pelkästään se, että pelastuslaitokset saatiin mukaan hankkeeseen, oli tärkeä askel kehitettäessä sähköhuollon suurhäiriöiden hallintaa.

Projektin kuluessa sen tarpeellisuus tuli todistetuksi yhtäältä projektissa toteutetun verkkoyhtiökyselyn pohjalta, mutta erityisesti projektin aikana kesällä 2010 ja talvella 2011 sattuneiden todellisten suurhäiriöiden aikana. Näiden suurhäiriöiden aikana nousi esiin ennakoituja ongelmia ja tiedonvaihtotarpeita, joihin projektissa lähdettiin hakemaan ratkaisuja. Myös projektin aikana toteutetussa Touko 2011 suurhäiriöharjoituksessa todettiin, että tilannekuvan tuottaminen ja välittäminen suurhäiriötilanteessa on keskeinen haaste.

Projektin keskeinen tulos on hahmoteltu tietojärjestelmäkokonaisuus suurhäiriötilanteiden hallintaan. Ideana on laajentaa nykyisiä sähkökatkoihin liittyviä internetpalveluita siten, että viranomaisille (pelastustoimi, kunnat) tarjottaisiin suurhäiriötilanteessa graafista informaatiota jossa sähkökatkotiedon ohella näytettäisiin erikseen keskeytyskriittisten sähkökäyttökohteiden sijainti ja kriittisyys. Tämän kaltaisen kokonaisuuden rakentaminen edellyttää sitä, että tieto keskeytyskriittisistä asiakkaista on valmiiksi syötettynä järjestelmään. Hahmotelman mukaan tämä toteutettaisiin internetpalvelun avulla siten, että kriittisistä sähkökäyttökohteista vastuussa olevat tahot ylläpitävät itse kriittisyystietoa. Samaa järjestelmäkokonaisuutta voitaisiin hyödyntää myös suunnittelutyökaluna vertaamalla eri sähkökäyttökohteiden kriittisyysarvioita toteutuneisiin keskeytystilastoihin tai laskennallisiin todennäköisyyksiin. Sähkökäyttökohteiden kannalta tämä mahdollistaisi varautumisen kohdentamisen kriittisimpiin kohteisiin ja verkkoyhtiö voisi huomioida kriittisyyden lähtötietona verkon kehittämistoimenpiteille. Hahmoteltu kokonaisuus toimii myös simulaattorina, jota voitaisiin hyödyntää suurhäiriöharjoituksissa. Projektin puitteissa toteutettiin pienimuotoinen demonstraatio, joka osaltaan todentaa kokonaisuuden teknistä toteuttamiskelpoisuutta.

Hahmotellun kokonaisuuden käytännön toteuttamisessa on havaittavissa lukuisia haasteita. Jos kehittämisen lähtökohtana käytetään sähköyhtiöiden nykyisiä tietojärjestelmätoimintoja, tulee huomata että sähköyhtiöiden toimialueiden rajat eivät noudata kuntien ja pelastuslaitos-

ten toimialueiden rajoja, mikä tekee kehittämisen haastavaksi. Myös käytännön toteutuksen tekninen toteutus, organisointi ja kustannusten kohdentaminen on haasteellista.

Vaikka hahmoteltu kokonaisuus olisikin käytettävissä, on syytä korostaa sitä että suurhäiriöihin varautumista tulisi edelleen kehittää niin verkkoyhtiöiden kuin sähkön käyttäjien toimesta. Verkkoyhtiöiden osalta voitaisiin varautumissuunnitelmat tehdä pakollisiksi ja luoda niille myös valvontaprosessi, kuten sähköturvallisuusmääräyksille on tänä päivänä. Verkon kehittämistä voitaisiin ohjata esimerkiksi muuttamalla vakiokorvauslainsäädäntöä niin, että taajamissa olisi alemmat aikarajat, jolloin olisi kannuste kehittää taajamien sähkönjakelua entistä suurhäiriövapaampaan suuntaan. Sähkönkäyttäjien tasolla varautumista voitaisiin edistää lisäämällä yksityisille sähkönkäyttäjille tiedotusta ja luomalla myös uusia ratkaisuja pitkistä sähkökatkoista selviämiseen. Yhteiskunnan kannalta kriittisten kohteiden tapauksessa voitaisiin sähkökatkoihin varautumisessa ottaa käyttöön palotarkastusta vastaava prosessi, jossa käytäisiin läpi kohteen varautuminen ja tarvittaessa kehitettäisiin sitä.

Abstract

The research project ‘Development of the Risk Analysis and Management Methods in Major Disturbances in the Supply of Electric Power’ took place in the period of May 1st, 2009 – August 31st, 2011. The research was carried out by the Department of Electrical Energy Engineering of the Tampere University of Technology and the research team specialized in risk management from VTT, Technical Research Centre of Finland. The objective of the project was to develop information technical methods for major disturbance management for the supply of electric power. In addition to the DSOs (Distribution System Operator), key actors to be studied were the actors responsible for the critical infrastructure of the society like fire and rescue services, municipalities and the consumers of electric power. The target of the research was to improve the actions under the disturbances and on the other hand preparedness for the major disturbances especially by means of the information technology.

The first part of the project was to make a present state analysis to collect and extend former knowledge. The topic proved to be very extensive, which made the whole project quite challenging. The role of the municipalities for example is much more important than was expected. The present state analysis was done broader than planned and it was still insufficient in some areas. In conclusion it can be stated that the project should have been made even more wide-ranging. However only having the rescue services involved in the project was an important step improving the management of the major disturbances in the supply of electric power.

The need for the project was proved in the questionnaire study made among DSO’s but also in real major disturbances during the project in the summer 2010 and in the winter 2011. These major disturbances verified the problems and the needs for exchange of information which the project aimed to solve. Producing and delivering of a common operational picture was a challenge also in a major disturbance exercise ‘Touko 2011’ that took place during the project.

The focal result of the project is a sketch of an information system for major disturbance management. The idea of this system is to extend DSOs’ existent web services so that graphical information is served for authorities like fire and rescue services and municipalities. The information contains not only the interruption data but also information about critical customers’ location and criticality. A requirement for building the foregoing system is to have criticality information about customers in the system. In the sketch of the system, this is realized with a web service where the actors responsible for critical sites maintain the information by themselves. The system could also be used as a tool of planning by comparing the estimated criticalities of critical sites with realized interruption statistics or with calculated probabilities. For a critical customers’ point of view this makes it possible to focus the preparing on the most critical sites. The DSO could take the criticality as initial data for the network development. The sketched system could also be used as a simulator in major disturbance exercises. A small scale demonstration made in the project verifies the viability of the system.

There are a various number of challenges implementing the sketched system. If the starting point of the development is DSOs’ present systems, it should be noticed that boundaries of the DSOs’ areas of distribution are not the same as boundaries of the municipalities’ or fire and

rescue services' areas. This fact makes the development challenging. The technical implementation, organization and allocation of the costs are challenges as well.

Even if the sketched system was in use, it should be emphasized that preparedness for the major disturbances should be improved by the DSOs and customers. The preparedness planning could be obligatory for the DSOs and a supervision program for the planning similar to the electrical safety regulations at present could be created. The improvement of the network could be steered for example with changing the legislation on the standard compensations: If the time limits for the urban areas were lower, it would encourage the DSOs to develop the distribution more interruption-free in urban areas. The customers' preparedness could be improved with informing and creating new solutions overcoming long interruptions. An inspection process similar to the fire inspection could be implemented for the critical sites from the societal point of view.

Alkusanat

Tämä raportti on Sähköhuollon suurhäiriöiden riskianalyysi- ja hallintamenetelmien kehittäminen -tutkimushankkeen loppuraportti. Hanke toteutettiin Tampereen teknillisen yliopiston ja VTT:n yhteistyönä vuosien 2009-2011 aikana osana TEKESin Turvallisuus-ohjelmaa.

Tampereen teknillisen yliopiston ja VTT:n ja lisäksi hankkeessa olivat mukana Fortum Sähkön siirto Oy, Vattenfall Verkko Oy, Tampereen Sähköverkko Oy, Turku Energia Sähköverkot Oy, ABB Oyj, Sähkötutkimuspooli, Huoltovarmuuskeskus, Tampereen aluepelastuslaitos sekä Varsinais-Suomen aluepelastuslaitos. Hankkeen kokonaislaajuus oli noin 500 000 euroa ja sen päärahoittajana toimi TEKES. Muina rahoittajina olivat tutkimustahot sekä mukana olevat yritykset, Sähkötutkimuspooli ja Huoltovarmuuskeskus.

Hankkeen johtoryhmän kokoonpano oli seuraava:

Veli-Pekka Nurmi	Onnettomuustutkintakeskus (pj)
Kari Koivuranta	Sähkötutkimuspoolin edustaja
Panu Tuhkanen	Sähkötutkimuspoolin edustaja
Markku Vänskä	Vattenfall Verkko Oy
Jörgen Dahlqvist	Fortum Distribution
Jouni Vanhanarkaus	Tampereen Sähköverkko Oy
Harri Salminen	Turku Energia Sähköverkot Oy
Pentti Juuti	ABB Oy, Sähkönjakelun automaatiojärjestelmät
Matti Jauhiainen	Huoltovarmuuskeskus
Raimo Aarnio	Varsinais-Suomen pelastuslaitos
Markku Lehtonen	Tampereen aluepelastuslaitos
Kari Hiltunen/Antti Tyrväinen	Tekes
Helena Kortelainen	VTT
Pekka Verho	TTY (siht)

Hankkeen vastuullisena johtajana ja projektipäällikkönä toimi professori Pekka Verho Tampereen teknilliseltä yliopistolta ja VTT:n osaprojektin projektipäällikkönä toimi tutkija Janne Sarsama.

Kiitokset kaikille projektiin osallistuneille sekä tämän loppuraportin valmistumista edistäneille henkilöille.

Tampereella tammikuussa 2012

Pekka Verho Janne Sarsama

Janne Strandén Heidi Krohns-Välimäki Vesa Hälvä Olli Hagqvist

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	1
Abstract	3
Alkusanat	5
1 Johdanto	9
2 Sähköhuollon suurhäiriön käsitteestä	11
2.1 Käsitteen esiintyvyys ja käyttöyhteydet	11
2.2 Sähköhuollon suurhäiriö -käsitteen sisältö tämän hankkeen yhteydessä	12
3 Viimeaikaisia suurhäiriöitä ja niiden seurauksia	16
3.1 Sattuneita suurhäiriöitä	16
3.1.1 Suomi	16
3.1.2 Ruotsi	17
3.1.3 Muita suurhäiriöitä	20
3.2 Millaisia toimenpiteitä suurhäiriöistä on seurannut?	21
3.2.1 Suomi	21
3.2.2 Ruotsi	22
3.2.3 Muita seuranneita toimenpiteitä	23
3.3 Pohdintaa	23
4 Sähköhuollon suurhäiriöiden hallinta – keskeiset toimijat ja näiden roolit	25
4.1 Jakeluverkonhaltija	26
4.2 Pelastuslaitos	27
4.3 Kunta ja kunnan eri toimintasektorit	29
4.4 Poliisi	30
4.5 Hätäkeskukset	32
4.6 Puolustusvoimat	32
5 Asiakkaiden keskeytyskriittisyyden huomioiminen	34
5.1 Keskeytyskriittisyyden määrittämisen haasteet	34
5.2 Keskeytyskriittisyyden mallintaminen	35
5.3 Asiakkaiden tärkeysluokittelun nykytila verkkoyhtiöissä	37
6 Verkonhaltijoiden tietojärjestelmät	38
6.1 SCADA	38
6.2 Verkkotietojärjestelmä	39
6.3 Käytöntukijärjestelmä	39
6.4 Sähköverkkoyhtiön nykyisin käyttämät järjestelmät tilannekuvan luojina	42
7 Hätäkeskusten ja pelastuslaitosten operatiivisen toimintaan tarkoitetut tietojärjestelmät	45
7.1 Hätäkeskus	45
7.1.1 Järjestelmät	45
7.1.2 Hätäkeskuksen peto-media	46
7.2 Pelastuslaitoksen järjestelmät	47
8 Tilannekuvajärjestelmät – nykytila ja sovelluskohteet	50

8.1	Valmiit järjestelmät.....	50
8.1.1	SUSIE.....	50
8.1.2	VERDE	51
8.1.3	e-terravisionTM.....	51
8.1.4	COP21.....	52
8.1.5	ARGOS.....	52
8.2	Kehitteillä olevat järjestelmät.....	53
8.2.1	UHHA	53
8.2.2	Pelastustoimi, JOTKE	54
8.2.3	Yleiset järjestelmät, ARTEMIS	55
9	Jakeluverkonhaltijoille suunnattu kyselytutkimus suurhäiriöihin liittyen.....	57
9.1	Kyselyn toteutus ja aineisto.....	57
9.2	Tulokset.....	58
9.2.1	Näkemykset sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan kehittämistarpeista.....	58
9.2.2	Toimijoiden välisten tiedonvaihtotoimintojen tärkeys	61
9.2.3	Toimijoiden välisen tiedonvaihdon kehittämisen haasteet	62
9.3	Pohdintaa	64
10	Tietojärjestelmäkokonaisuus suurhäiriöiden hallintaan.....	66
10.1	Yleiskuvaus	66
10.2	Sähkönkäyttökohteiden kriittisyystietojen määrittely ja ylläpito	67
10.3	Järjestelmän käyttö suurhäiriön aikana	69
10.4	Esimerkki järjestelmän käyttöliittymästä.....	70
10.5	Järjestelmän käyttö normaaliaikana.....	71
10.5.1	Järjestelmän käyttö verkostosuunnittelussa	71
10.5.2	Kriittisyystietojen hyödyntäminen varautumisessa.....	72
10.6	Järjestelmän käyttö suurhäiriöharjoituksissa	72
10.7	Suurhäiriön ennakointiin ja korjaustarpeen määrittämiseen sekä resurssien hallintaan liittyvistä tukitoiminnoista.....	73
11	Järjestelmäkokonaisuuden käytännön toteuttamisen näkökohtia	74
11.1	Järjestelmän rajapintoihin ja toimintaan liittyvistä tietoteknisistä kysymyksistä.....	74
11.2	Järjestelmän käytännön toteutuksen ja organisoinnin vaihtoehtoista	75
11.3	Tietojärjestelmäkokonaisuuteen liittyvän liiketoimintapotentiaalin arviointi	77
12	Muita huomiota suurhäiriöiden hallinnan kehittämiseen liittyen	78
12.1	Sähkönkäyttäjien omaehtoisen varautumisen parantamisesta.....	78
12.2	Lainsäädännön kehittäminen	78
12.3	Teleyhtiöiden varautuminen	79
12.4	Muita Huomioita.....	80
13	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	81
	Lähteet.....	83
	Liiteluettelo	89

Luotettava sähkönjakelu on nyky-yhteiskunnan peruspilari. Lähes kaikki toiminnot ovat välittömästi tai välillisesti riippuvaisia sähköstä ja jo lyhyetkin sähkökatkot aiheuttavat huomattavasti harmia ja jopa taloudellisia menetyksiä, puhumattaakaan pitkäkestoisista sähkökatkoista. Syksyllä 2001 Suomessa koettiin Pyry- ja Janika myrskyjen seurauksena useiden vuorokausien pituisia sähkökatkoja, joiden seurauksena asiaan alettiin kiinnittää entistä enemmän huomiota. Tämä johti parempaan varautumiseen sekä sähköyhtiöiden että asiakkaiden toimesta. Näiden tapahtumien seurauksena säädettiin myös laki vakiokorvauksista yli 12 tuntia kestävien sähkökatkojen tapauksessa. Tammikuussa 2005 Ruotsissa riehunut Gudrun-myrsky johti jopa useiden viikkojen pituisiin sähkökatkoihin, mikä entisestään korosti tarvetta kiinnittää huomiota pitkäkestoisiin sähkökatkoihin ja niiden yhteiskunnallisiin seurauksiin. Näistä lähtökohdista TTY:n Sähköenergiatekniikan laitos toteutti vuonna 2007-2008 esiselvitysprojektin, jossa tutkittiin sähköhuollon suurhäiriöitä yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen näkökulmasta. Projektin tuloksena saatiin aiempaa parempi kokonaiskuva aihepiiristä ja viitekehys laajempaan tutkimushankkeeseen, jota tämä raportti käsittelee.

Tutkimushanke 'Sähköhuollon suurhäiriöiden riskianalyysi- ja hallintamenetelmien kehittäminen' toteutettiin aikavälillä 1.5.2009-31.8.2011. Tutkijatahoina olivat Tampereen teknillisen yliopiston Sähköenergiatekniikan laitos ja VTT:n Riskienhallintaan erikoistunut tutkimusryhmä. Tutkimushankkeen tavoite kuvattiin seuraavasti:

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää tietoteknisiä menetelmiä sähkönjakelun suurhäiriöiden hallintaan. Menetelmiä kehitetään sekä sähköverkkoyhtiöiden että pelastuslaitosten toiminnan parantamiseksi. Kehitettävät menetelmät auttavat operatiivista toimintaa verkkoyhtiössä suurhäiriötilanteen ollessa päällä sekä tehostavat tiedonvaihtoa verkkoyhtiöiden ja pelastusviranomaisten ja muiden mahdollisten toimijoiden välillä. Tämän seurauksena pelastusviranomaisten resurssit saadaan kohdennettua huomattavasti tehokkaammin ja paremmin oikeisiin kohteisiin kuin nykyisillä tiedonvaihtomenettelyillä on mahdollista. Menetelmien avulla verkkoyhtiöt voivat myös tarkastella ja arvioida oman verkkonsa ja organisaationsa kykyä selvittää erilaisista suurhäiriötilanteista ja käyttää tätä tietoa esimerkiksi pitkántähtäimen investointisuunnitelmien laadinnassa. Lisäksi verkkoyhtiöt voivat menetelmien avulla harjoitella suurhäiriötilanteiden hallintaa ja sitä kautta kehittää organisaationsa toimintaa. Tutkimuksen tavoitteena on luoda edellytykset varsinaiselle tuotekehitystyölle, jolla tietojärjestelmätoimittajat voivat luoda uutta kansainvälistä liiketoimintaa.

Tutkimushanke jaettiin erillisiin toisiaan tukeviin osatehtäviin seuraavasti:

Kehitystyön pohjustukseksi hankkeessa tehdään nykytila-analyysi tavoitteiden täsmentämiseksi huomioiden myös kansainväliset kokemukset ja markkinapotentiaali. Varsinaisessa kehitystyössä tehtävänasettelu jaetaan kolmeen osa-alueeseen: tilannekuvajärjestelmän kehittäminen suurhäiriöiden hallintaan, menetelmäkehitys suurhäiriöiden mallintamiseksi osana luotettavuuslaskentaa sekä suurhäiriöi-

den hallintasimulaattorin kehittäminen. Lisäksi liiketoimintapotentialin analyysi ja hankkeen koordinointi muodostavat omat kokonaisuutensa.

Käytännössä hankkeen kuluessa tavoitteita täsmennettiin ja priorisoitiin. Keskeisimmäksi tavoitteeksi tuli tilannekuvajärjestelmän määrittely. Kesän 2010 rajuilmat ja niiden aiheuttamat useiden viikkojen sähkökatkot yhtäältä todistivat tutkimuksen tarpeellisuutta, mutta muuttivat myös tutkimustyön sisältöä.

Projektin tutkimustyö toteutettiin pääosin tutkijavoimin, mutta tärkeässä roolissa olivat myös hankkeen johtoryhmän kokoukset, joiden yhteydessä pidettiin tutkimusta edistäviä työpajoja. Johtoryhmä kokoontui kaikkiaan 8 kertaa.

Raportin rakenne on seuraavanlainen. Aluksi (luku 2) tarkastellaan lyhyesti hankkeen keskeisimmän – ja jo hankkeen nimessäkin esiintyvän käsitteen ”sähköhuollon suurhäiriö” sisältöä ja esitetään, miten em. käsite tämän hankkeen puitteissa olisi hyvä määritellä. Seuraavaksi (luku 3) luodaan lyhyt katsaus sattuneisiin sähköhuollon suurhäiriö -tilanteisiin maailmalla, kotimaisiakaan suurhäiriöitä unohtamatta. Luvussa 4 tarkastellaan sähköhuollon suurhäiriöiden hallintaa yleisellä tasolla, kuvaten erityisesti sitä, mitä tahoja suurhäiriöiden hallintaan lainsäädännön velvoittamina voi osallistua ja millainen rooli näillä suurhäiriötilanteessa on. Luvussa 5 käsitellään sähkönkäyttäjien keskeytyskriittisyyden huomioonny nykytilaa. Seuraavissa luvuissa käsitellään tietojärjestelmiä. Luku 6 keskittyy sähköyhtiöiden nykyisiin järjestelmiin ja luku 7 hätäkeskusten ja pelastustoimen järjestelmiin. Luku 8 käsittelee tilannekuvajärjestelmiä. Luvussa 9 esitetään kooste projektin puitteissa verkkoyhtiöille suunnatun kyselyn tuloksista. Luku 10 esittelee projektin keskeisimmän tuloksen eli tietojärjestelmäkokonaisuuden suurhäiriöiden hallintaan. Luvussa 11 arvioidaan hahmotellun kokonaisuuden käytännön toteutettavuutta. Tämän jälkeen luvussa 12 käsitellään projektin kuluessa esiin nousseita muita näkökohtia liittyen suurhäiriöiden hallinnan kehittämiseen. Raportin lopussa luvussa 13 esitetään yhteenveto ja johtopäätöksiä sekä liitteet.

2 Sähköhuollon suurhäiriön käsitteestä

2.1 Käsitteen esiintyvyys ja käyttöyhteydet

Sähköhuollon suurhäiriö -käsite ei ole kovinkaan yleisessä käytössä suomen kielessä. Esimerkiksi Google-hakukone tuottaa vain kymmenen osumaa hakusanalla ”sähköhuollon suurhäiriö” (haku täsmällisellä ilmauksella). Vastaavat hakusanat ilman lainausmerkkejä (haku kaikilla sanoilla) tuottavat myös varsin vähän osumia, vain vajaa 30 kappaletta. Käsitteen käyttö – muodossa ”sähköhuollon suurhäiriö” – on vähäistä myös painetuissa dokumenteissa. (Tilanne huhtikuussa 2010)

Kun tarkastellaan dokumentteja, joissa käsitettä on käytetty edellä mainitussa täsmällisessä muodossa, on käsitteen kohdalla käytännössä kyse YETT 2006 -dokumentin uhkamallin ”Sähköisen infrastruktuurin häiriintyminen” mukaisesta ilmaisusta, jossa sähköhuollon suurhäiriö rinnastetaan lähinnä kantaverkon kaatumiseen.

*Sää on tyypillisin syy sähkökatkoksiin maassamme. Yhteiskunnan toimivuudelle vakavampi **sähköhuollon suurhäiriö**, kantaverkon kaatuminen, on mahdollista ilman myrskyjen tai tuhotöiden vaikutusta pelkästään usean ketjuuntuvan häiriön seurauksena. Sähköverkot ovat tärkeä kohde mahdolliselle terrorismin kaltaiselle rikollisuudelle tai viime kädessä sotilaalliselle vaikuttamiselle...* (YETTS 2006)

Kun tarkastellaan yleisemmin esiintyvän käsitteen ”suurhäiriö” käyttöä sähköenergiajärjestelmien kohdalla, niin sillä vaikuttaisi olevan kahtalainen merkityssisältö. Toisaalta käsitteellä viitataan juuri edellä kuvattuun kantaverkkotason ongelmaan ja toisaalta sillä viitataan kantaverkkotasoa pienempiin sähköjärjestelmän häiriöihin. Jakeluverkonhaltijat käyttävät suurhäiriö -käsitettä kuvatessaan jakelualueellaan ilmeneviä merkittäviä sähkökatkotilanteita. Seuraavassa on pari esimerkkiä käsitteen käytöstä tässä merkityksessä.

*Lisäksi verkon valvontaan ostetaan säähavaintopalveluita, joiden avulla ennakoidaan mahdollisia **suurhäiriö**tilanteita.* (Ala-Nojonen 2006)

*Koillis-Satakunnan Sähkö Oy (KSS) oli yksi niistä yhtiöistä, joita Pyry-myrsky marraskuussa 2001 koetteli erityisen kovalla kädellä: 4100 kaatunutta puuta, joista reilusti yli puolet keskijännitejohdoilla, noin 200 vaurioitunutta pylvästä, 730 katkennutta johdinta... Tavanomaiselta vaikuttaneesta lumen tulosta kehittyi yhtiön historian pahin **suurhäiriö**tilanne, joka kosketi noin 95 prosenttia verkostosta ja noin kahta kolmasosaa KSS:n asiakkaista.* (Energiateollisuus 2011)

Varsinaisia sisältömäärittelyjä on käsitteen tämän kaltaiselle käytölle esitetty varsin vähän. Yksi määrittely löytyy Sähköenergialiiton julkaisemasta verkostosuosituksesta ”Sähköverkkoyhtiön toiminta suurhäiriössä” (Sener 2002). Tarkkaan ottaen siinäkään ei ole eksplisiittisesti määritelty käsitettä suurhäiriö, mutta ohjeen

soveltamisalaa koskevasta ilmaisusta voidaan kuitenkin päätellä, että em. ohjeessa suurhäiriöllä tarkoitetaan ”laajaa, useita johtolähtöjä tai yli 20 % asiakkaista koskevaa myrsky-, ukkos-, lumikuorma- yms. vastaavaa häiriötä”.

Edellistä mukaillen TTY:n ja LTY:n tutkijat ovat vuonna 2005 esittäneet suurhäiriölle seuraavan määritelmän: *Suurhäiriö on tilanne, jossa yli 20 % yhtiön asiakkaista on ilman sähköä tai jossa 110 kV johto tai 110/20 kV (110/10 kV) sähköasema tai päämuuntaja vikaantuu pitkäaikaisesti (useita tunteja).* (Järventausta et al. 2005)

Englanninkielisissä lähteissä esitetyt suurhäiriön (major event) määritelmät ovat pitkälti samantyyllisiä kuin edellä annetut, ”teknislähtöiset” määritelmät. Esimerkiksi lähde (IEEE 1998) määrittelee suurhäiriön seuraavasti:

Suurhäiriö (major event) on tapahtuma, jossa sähköjärjestelmän mitoitusrajat (design limits) ylittyvät ja jolle pätee seuraavat kohdat:

a. Laajoja vaurioita sähköverkolle

b. Ennalta määritetty prosentuaalinen osuus verkon asiakkaista on samanaikaisesti sähköttö

c. Sähkön palauttaminen kestää yli tietyn ajan.

Esimerkkejä ovat äärimmäiset sääolosuhteet ja maanjäristykset.

Vastaavasti taas lähteessä (IEEE 2003) esitetään seuraava määrittely:

Suurhäiriö (major event) tarkoittaa tapahtumaa, joka ylittää kohtuulliset sähköjärjestelmän mitoitusrajat. Suurhäiriö sisältää ainakin yhden suurhäiriöpäivän (major event day, MED). Suurhäiriöpäivä on päivä, jolloin päivittäinen SAIDI ylittää viiden vuoden tilastojen avulla määritetyn raja-arvon T_{MED} . Päivittäistä SAIDIa laskettaessa, vuorokauden vaihtumisen yli kestäneet häiriöt lasketaan sille päivälle, jolloin ne alkoivat. Suurhäiriöpäivät ovat tilastollisesti päiviä, jolloin sähköjärjestelmä kokema kuormitus on suurempaa kuin sen normaalisti odotetaan sietävän. Näin ollen suurhäiriöpäiviä tulisi tarkastella erillään muista tilastoista.

Tarkasteltaessa sähköhuollon suurhäiriö -käsitteen mahdollisten lähikäsitteiden (sähköhuollon poikkeustilanne, sähköhuollon poikkeusjärjestely, sähkönjakelun suurhäiriö, sähkönjakelun poikkeustilanne, sähkönjakelun poikkeusjärjestely, sähkönsiirron suurhäiriö, sähkönsiirron poikkeustilanne, sähkönsiirron poikkeusjärjestely, sähköverkon suurhäiriö, sähköverkon poikkeustilanne ja sähköverkon poikkeusjärjestely) esiintyvyyttä, voidaan todeta, että Googlen mukaan mikään niistä ei vaikuttanut käytännössä olevan käytössä. (Tilanne huhtikuussa 2010)

2.2 Sähköhuollon suurhäiriö -käsitteen sisältö tämän hankkeen yhteydessä

Kumpikaan edellä esitetyistä (sähköhuollon) suurhäiriö -käsitteen sisältöomäärittelyistä ei sovi sellaisenaan tämän hankkeen tarpeisiin.

Kantaverkon kaatumiseen rinnastettava sähköhuollon suurhäiriö -käsite ei ole sovelias siksi, että käsitteellä ei haluta tässä hankkeessa viitata pelkästään näihin tilanteisiin. Jos näin tehtäisiin, jäisi moni – kantaverkon kaatumista vähäisempi

(sähköttömien asiakkaiden lukumäärällä mitattuna) – sähkökatkotilanne tarkastelun ulkopuolelle, vaikka ne muutoin hankkeen lähtökohdan ja tavoitteen näkökulmasta olisivatkin varsin kiinnostavia.

Toisaalta sähköhuollon suurhäiriö -käsitteellä ei haluta myöskään viitata sellaisiin tilanteisiin, jotka ovat poikkeuksellisia pelkästään yksittäisen jakeluverkonhaltijan (ja todennäköisesti myös tämän asiakkaiden) näkökulmasta, mutta eivät kuitenkaan vielä muun yhteiskunnan kannalta. Eli siis tilanne, jossa jonkun verkonhaltijan asiakkaista vaikka 20 % on ilman sähköä joitakin tunteja, mutta josta selvittää verkonhaltijan ja sähkönkäyttäjien omin toimenpitein, ilman että yhteiskunnan julkista valtaa käyttävien tahojen (esim. pelastuslaitos, poliisi, kunta) on tarve puuttua tilanteen hallintaan, ei ole tämän hankkeen näkökulmasta suurhäiriö.

Edellä esitetty nostaa esiin sen, että yhteiskunnan julkista valtaa käyttävien tahojen tarve puuttua sähkökatkon ja ennen kaikkea sen aiheuttamien seurausten hallintaan on keskeistä tämän hankkeen mukaisessa sähköhuollon suurhäiriö -käsitteessä. Tämä on seurausta hankkeen taustalla vaikuttavasta perusolettamuksesta/lähtökohdasta. Hankkeen lähtökohdahan on siinä ajatuksessa, että pitkässä (ja usein samalla myös laajassa) tai ”pelkästään” laajassa (esim. pääkaupunkialueen kattavassa) sähkökatkossa on mahdollista – ellei jopa todennäköistä, että niiden tahojen kohdalla, joiden on tarve lainsäädännön velvoittamina toimia em. tilanteessa sähkökatkosta aiheutuvien yhteiskunnallisten haittavaikutusten minimoimiseksi, esiintyy ongelmia tai on ainakin olemassa selkeää parannuspotentiaalia. Hankkeen perusolettamuksen/lähtökohdan mukaan tässä parannuspotentiaalisuudessa on kyse ennen kaikkea edellä mainittujen tahojen häiriötä edeltävän sekä häiriönaikaisen tiedonvaihdon kehittämisestä.

Perustuen edellä esitettyyn, sähköhuollon suurhäiriölle ehdotetaan tämän hankkeen yhteydessä seuraavan sisältöistä määritelmää:

Sähköhuollon suurhäiriö = pitkäkestoinen ja/tai laaja sähkökatko, jonka seurauksena pelastuslaitoksen ja yhden tai useamman muun julkisen toimijan (kunta, poliisi jne.) on tarve ryhtyä jakeluverkonhaltijan lisäksi toimenpiteisiin vähentääkseen häiriöstä aiheutuvia vakavia henkilö- ja omaisuusvahinkoja.

Kun tarkastellaan esitettyä määritelmää, voidaan tehdä mm. seuraavia havaintoja.

Sähkökatko, joka täyttää sähköhuollon suurhäiriön kriteerit, on joko pitkäkestoinen TAI pitkäkestoinen ja samalla laaja TAI (vain) laaja. Ensin mainittu näistä on ehkä hivenen teoreettisempi tilanne suurhäiriönä, mutta kaksi seuraavaa sitä vastoin ovat täysin mahdollisia suurhäiriötyyppejä. On ymmärrettävää esimerkiksi, että tuhovaikutukseltaan voimakkaan myrskyn aiheuttama sähkökatko voi muodostua pitkäkestoiseksi ja laajaksi ja olla suurhäiriön luokkaa.

Vastaavasti viimeksi mainittu vaihtoehto, että laaja sähkökatko (ilman että se on mitenkään erityisen pitkä) voi olla sähköhuollon suurhäiriö, tarkoittaa esimerkiksi suurkaupunkialueella ilmenevää sähkökatkoa, jonka seurauksena suurten ihmisjoukkojen liikkuminen (esim. metro, raitiovaunut, hissit) häiriintyy, kaupat ja palvelut joutuvat keskeyttämään toimintansa, vesihuolto voi häiriintyä jne. Yhteiskunnan julkisten toimijoiden toimenpiteiden kannalta tilanne voi tarkoittaa esi-

merkiksi sitä, että poliisin on tarve ryhtyä ohjaamaan liikennettä liikennevalojen lakattua toimimasta. Vastaavasti pelastuslaitoksen voi olla tarve osallistua hissi-huoltotilojen apuna ihmisten auttamiseen pois jumiutuneista hisseistä tai esimerkiksi auttaa ihmisiä pois pysähtyneistä metrojunista pimeitä metrotunneleita pitkin. Tällaisen laajan sähkökatkon ei tarvitse edes olla kovin pitkäkestoinen (tunteja), kun se jo voidaan ajatella sähköhuollon suurhäiriöksi.

Määritelmän mukaan, sähkökatkossa – ollakseen suurhäiriö – on oltava osallisena vähintään kaksi yhteiskunnan julkista toimijaa (julkista valtaa käyttävää toimijaa). Annetun määritelmäehdotuksen mukaan toinen näistä olisi aina pelastuslaitos. Pitkäkestoisessa ja samalla laajassa sähkökatkotilanteessa pelastuslaitoksen ohella tilanteeseen osallistuva toimija on esimerkiksi kunta. Pelastuslaitoksen tehtäväksi voi tulla esimerkiksi viemäripumppujen pysähtymisen takia maastoon vuotaneen jäteveden aiheuttaman ympäristövahingon rajoittaminen. Pelastuslaitos voi myös joutua varmistamaan suuren sikatilan sähkönsaantia ja sitä kautta sikalan ilmastointia tilanteessa, jossa tilan oma varavoimakone on mennyt epäkuntoon. Vastaavasti kunnan tehtäväksi voi suurhäiriötilanteessa muodostua vedenjakelun järjestäminen kuntalaisille tai yksin asuvien ja heikkokuntoisten vanhusten evakuoinnin järjestäminen yhdessä pelastuslaitoksen kanssa.

Silloin kun on kyse laajasta, tiheään asutun alueen sähkökatkosta, yksi todennäköinen julkinen toimijataho on poliisi, kuten jo yllä esitettyssä esimerkissä tuotiin esiin. Sitä vastoin taas kunta ei välttämättä ole toimijatahona tällaisessa suhteellisen nopeasti ohi menevässä sähkökatkotilanteessa (ei ehdi reagoimaan, eikä ole edes ehkä tarve).

Esitetystä suurhäiriön määritelmästä käy lisäksi ilmi, että niiden toimenpiteiden, joihin yhteiskunnan julkisten toimijoiden on tarve sähkökatkotilanteessa ryhtyä, tulee tähdätä häiriöstä (eli sähkökatkosta) aiheutuvien vakavien henkilö- ja omaisuusvahinkojen vähentämiseen, jotta tilanne voidaan ajatella sähköhuollon suurhäiriöksi. Tämä osa annetusta määritelmäehdotuksesta tarkoittaa siis edelleen suurhäiriön kriteereitä. Tämän kohdan perusteella sellainen myrskyn aiheuttama sähkökatkotilanne, jossa pelastuslaitoksen rooli rajoittuisi talojen päälle kaatuneiden puiden poistamiseen tms., ei täyttäisi suurhäiriön kriteereitä pelastuslaitoksen toiminnan osalta.

Se, että hankkeen keskeiseksi käsitteeksi esitetään nimenomaan käsitettä **sähköhuollon suurhäiriö**, eikä käsitettä **sähköjakelun suurhäiriö** perustuu seuraavaan. Jos käsitteeksi valittaisiin sähköjakelun suurhäiriö, jouduttaisiin sellaiset sähkökatkot sulkemaan käsitteen ulkopuolelle – jos tarkastelussa oltaisiin loogisia – mitkä aiheutuvat esimerkiksi kanta- tai alueverkon häiriötilanteesta. Nyt kun suurhäiriön määreenä on sana sähköhuolto, käsite on laajempi ja se ei jätä em. verkon osista aiheutuvia sähkökatkoja käsitteen ulkopuolelle. Sähköhuollon ajatellaan tässä siis kattavan (niin kuin jo hankkeen tutkimussuunnitelmassa kuvattiin) niin sähköntuotannon, siirron kuin jakelunkin, eikä pelkästään siis sähköntuotantoa.

Lopuksi pohditaan vielä lyhyesti, että jos sähköhuollon suurhäiriö -käsitteelle annetaan edellä annetun määritelmän mukainen sisältö, niin miten sähköhuollon suurhäiriön (pelkän suurhäiriön) edellä esiin tuodut sisältöominaisuudet (a) kanta-verkon kaatuminen, (b) poikkeuksellinen häiriötilanne yksittäisen jakeluverkon-

haltijan kannalta, suhtautuvat ”uuteen”, yhteiskunnan toimijoiden näkökulmasta annettuun käsitteeseen ja olisiko mahdollista löytää näille vanhoille käsitteille jotkin toiset, näitä paremmin kuvaavat käsitteet.

Kantaverkon kaatumisesta aiheutuvaa sähköhuollon suurhäiriötä voitaisiin nimitää – erotuksena yleiskäsitteestä sähköhuollon suurhäiriö – esimerkiksi kantaverkotason suurhäiriöksi (tai suurhäiriöksi kantaverkon tasolla). Vastaavasti sähkökatkoa, joka on poikkeuksellinen yksittäisen jakeluverkonhaltijan (tai useamman sellaisen) – mutta ei vielä ympäröivän yhteiskunnan (sen julkisten toimijoiden) – näkökulmasta, ei nimitettäisi lainkaan suurhäiriö -käsitteellä, vaan esimerkiksi käsitteellä ”vakava sähkökatkotilanne” tms.

3 Viimeaikaisia suurhäiriöitä ja niiden seurauksia

Tämän projektin kannalta on ollut tärkeää etsiä tapahtuneiden sähköhuollon suurhäiriöiden aiheuttamia seurauksia yhteiskunnalle sekä puutteita eri toimijoiden varautumisessa ja valmiudessa toimia tällaisissa tilanteissa. Sen sijaan varsin epäolennaista olisi ollut listata sattuneet suurhäiriöt, niiden syntymekanismit ja tilastot. Siten tässä raportissa ei ole pyritty kuvaamaan kaikkia maailmalla sattuneita suurhäiriöitä, vaan pikemminkin tuomaan esille joitain esimerkkejä sellaisista tapauksista, jotka tukevat hyvin tämän projektin tavoitteita.

3.1 Sattuneita suurhäiriöitä

3.1.1 Suomi

Tärkeimpinä tämän projektin käynnistäjinä voidaan pitää kahta syysmyrskyä vuoden 2001 marraskuussa Pyryn ja Janikan päivinä. Pyy Pohjanmaalla sekä Janika Pirkanmaalla, Hämeessä ja Itä-Hämeessä sekoittivat yhteiskunnan toiminnan kauttaaltaan. Pisimmät katkot kestivät yli viikon ja kaikkiaan sähkökatkokset koskivat yli 860 000 asiakasta. Myrskytuhoja kokeneiden verkonhaltijoiden asiakkaista 38,7 % Pyyssä ja 36 % Janikassa koki sähkökatkoja. (Forstén 2002; Sener & Finergy 2001) Sisäasiainministeriö teetti myrskyjen jälkeen selvityksen (Viitonen 2002) niiden yhteiskunnallisista vaikutuksista. Selvitys antaa hyvän yleiskuvan aiheutuneista seurauksista. Näistä sähkökatkojen seurausten osalta voidaan mainita ennen kaikkea:

- pelastustoimen ja sähköverkonhaltijoiden välisen kommunikoinnin ongelmat – sekä yhteyksien katkeaminen että yhteystietojen puuttuminen
- kiinteiden viestintäverkkojen (max. 10 vuorokautta), matkaviestintäverkkojen (max. 6 vuorokautta) ja viranomaisradioverkon (max. yli kaksi vuorokautta) katkokset
 - o kotipalvelun ja kotisairaanhoidon sekä asiakkaiden yhteyksien (matka- ja turvapuhelimet) ongelmat → jouduttiin tekemään kotikäyntejä
 - o teleasemien akusto- ja varavoimakapasiteetti riittämätöntä
 - o yhteistyö sekä teleyritysten kesken että tele- ja sähköverkkoyritysten välillä riittämätöntä
- maatalojen ongelmat (katkot osalla yli viikon)
 - o sikaloiden ilmanvaihdon ongelmat → eläinten terveys vaarassa
 - o lypsykarjatiloiilla lypsyn ja maidon jäähdyttämisen ongelmat
 - o kaikilla kotieläintiloilla ruokkimisen ja juomaveden jakelun ongelmat
- tiedottamisen puutteellisuus (esim. sähkökatkojen arvioitu pituus)
- vesihuollon ongelmat
- vanhusten evakuoinnit kotoa sairaaloihin ja vanhainkoteihin
- suurin ongelma kauttaaltaan varavoiman ja yleensäkin varautumisen puutteet

Mediassa (mm. Helsingin Sanomien ja Aamulehden verkkoarkistot) esille nousivat vastaavat ongelmat. Lisäksi paljon huomiota sai kiinteistöjen varalämmitysjärjestelmien puuttuminen, kuten esimerkiksi sähkölämmityksen yleistymisen myötä vähentynyt tulisijojen rakentaminen. Yllä kuvattuja ongelmia aiheutti myös Unto-myrsky erityisesti Suomen itäosissa heinäkuussa 2002, jolloin sähkökatkoja aihe-

uttivat voimakkaat ukkospuuskat. Vastaavanlaisia ongelmia on noussut esille myös muissa, pienemmissä ”suurhäiriötilanteissa”.

Marraskuun 2006 alussa osissa Etelä-Karjalaa kärsittiin runsaiden lumisateiden aiheuttamista pitkistä sähkökatkoista. Märkä ja raskas lumi painoi runsaasti puita sähkölinjojen päälle. Lemin kunnan uutisoitiin (mm. Etelä-Saimaa) jääneen mottiin, sillä sähköt, kaukolämpö, viestintäyhteydet ja jotkin tieyhteydet olivat poikki. Myös vesihuollossa oli ongelmia. Kunta turvautui poikkeusolojen johtoryhmään (vaikka kyseessä eivät olleetkaan varsinaiset poikkeusolot), joka ryhtyi johtamaan toimintoja kuntalaisten elinolojen turvaamiseksi. Johtoryhmä kartoitti tilanteen ja teki suunnitelmat esimerkiksi vesihuollon erikoisjärjestelyistä ja tarkastuskäynteistä avohoidossa olevien vanhusten luona. Tilanteen huononemiseen varauduttiin nostamalla valmiutta turvata muun muassa ruokahuolto ja ensiapu. Sähköverkonhaltija (Lappeenrannan Energiaverkot) sai puolustusvoimien Maasotakoululta käyttöönsä kaksi Nasu-maastotelavaunua lumisessa maastossa liikkumisen mahdollistamiseksi (virka-apu).

Viimeisimmät esimerkit suurhäiriöistä ovat kesällä 2010 riehuneet ukkosmyrskyt sekä vuoden 2011 alun lumikuormat. Kesän 2010 Asta-, Veera-, Lahja- ja Sylvi-myrskyt ylittivät Suomen laajalta alueelta ja aiheuttivat sähkökatkoksia 481 000 asiakkaalle pisimmän katkoksen kestäessä 42 päivää. Vakavimpia tuhot olivat Itä- ja Keski-Suomen jakeluverkoissa. Keskimäärin noin 14 % jakeluverkonhaltijoiden asiakkaista koki sähkökatkoja, mutta paikoin keskeytykset koskettivat kaikkia yksittäisen verkonhaltijan asiakkaita. Yhteiskunnalliset ongelmat olivat varsin samanlaisia kuin Pyryn ja Janikan aikaan, merkittävimpinä viestintäverkkojen ja vesihuollon ongelmat. Verkonhaltijoiden viankorjaustoimintaa häirtasivat muun muassa resurssien puute, kulku- ja viestiyhteyksien katkeaminen ja hankalat olosuhteet (useita myrskyjä peräkkäin). Suureksi ongelmaksi ilmeni edelleen viranomaisten keskinäinen tiedonkulku ja sitä kautta myös ongelmat johtamisvalmiudessa ja ajantasaisen tilannekuvan luomisessa. (EMV 2011; Onnettomuustutkintakeskus 2011)

Vuoden 2011 alussa lumikuormat aiheuttivat sähkökatkoja kymmenille tuhansille asiakkaille. Pisimmillään katkot kestivät noin viikon. Asiakkaiden näkökulmasta tilanne oli hankala kovien pakkasten vuoksi ja Etelä-Savossa kuntien toimesta tarjottiinkin vapaaehtoista evakuointimahdollisuutta haja-asutusalueiden asukkaille ja joidenkin koulujen oppilaat siirrettiin toisen koulun tiloihin. Matkaviestinverkoille sekä rautatieliikenteelle aiheutui ongelmia ja vedenjakelussa jouduttiin turvautumaan erityisjärjestelyihin. Tilanteen vakavuutta kuvaa se, että muun muassa Mäntyharjulla poikkeusolojen johtoryhmä kokoontui useampana päivänä tilanearvioon. Sähköverkon korjaustöitä häirtasi paksu lumikerros, joka esti moottorikelkan käytön. Etelä-Savossa sähköverkkoyhtiö sai puolustusvoimilta ensin virka-apuna ja myöhemmin maksullisena työvoima-apuna maastokuorma-autoja miehistön kuljettamiseen. Myös Päijät-Hämeessä saatiin puolustusvoimilta työvoima-apuna kalustoa miehistön kuljettamiseen.

3.1.2 Ruotsi

Tämän projektin kannalta ehkä paras esimerkki luonnonvoimien aiheuttamasta suurhäiriöstä on 8. tammikuuta 2005 Etelä-Ruotsia koetellut talvimyrsky. Tämä

Gudrun-myrsky sekoitti totaalisesti yhteiskunnan toiminnan. Sen aiheuttamista seurauksista on raportoitu varsin kattavasti, myös yksittäisten tapausten osalta.

Pahimmillaan sähkötkö olivat poikki 730 000 asiakkaalta ja pisimmillään katkot kestivät jopa 45 vuorokautta. Myös alueverkot kärsivät vaurioita. Sähköttömyyden aiheuttamat ongelmat vastasivat Pyryn ja Janikan seurauksia Suomessa, tosin suu-remmassa mittakaavassa. Paikoin täysin tuhoutunutta sähköverkkoa korjattaessa, kaatuneita puita raivattaessa ja pitkittyneiden sähkökatkojen seurauksia minimoidessa ilmeni myös lisää ongelmia (Energimyndigheten 2007a; Nieminen Kristofersson 2009):

- tilannekuvan muodostamisen hankaluus, tilannetietoisuuden puute
 - myrskytuhot laajoja eivätkä noudattaneet mitään kaavaa (ts. tuhoalueet olivat varsin sattumanvaraisia)
 - viestintäyhteydet poikki
 - CASE 1: Erään kunnan alueella pelastustoimi keskeytti toimintansa yön ajaksi vaikeiden olojen vuoksi. Samaan aikaan kuitenkin vanhusten kotihoidon yöpartiot ajoivat maaseudulla tarkastamassa asiakkaitaan.
 - CASE 2: Ruotsin mediassa Gudrun jäi pahasti kaksi viikkoa aikaisemmin tapahtuneen Intian valtameren tsunamin varjoon. Medialla oli/on varsin pääkaupunkikeskeinen näkökulma.
- verkonhaltijoiden tiedottaminen asiakkaille vajavaista
 - ei tietoa / ylioptimistisia arvioita sähkökatkon kestosta
 - tiedottajien paikallistuntemuksen ja tilannetajun puute
- kulkemisen mahdollistamiseksi teiden raivaus ensisijainen tehtävä, mutta mm. tiehallinnon resurssit puutteellisia
- asentajien riittämättömyys ja ammattitaidottomuus verkkojen uudelleenrakentamisessa – nykyiset asentajat tottuneet korjaamaan, eivät rakentamaan alusta alkaen
- varaosien ja kaapelien puute
- varavoimakapasiteetti riittämätöntä sekä ongelmia toimitettujen varavoimakoneiden toiminnassa varsinkin pitkäaikaisessa käytössä, joitain varavoimakonevarkauksia viestintäverkon tukiasemilta
- myrskyssä kuoli seitsemän henkilöä, myrskytuhojen raivauksessa kuoli 11 ja 141 loukkaantui

Toimenpiteitä edellä mainittujen ongelmien ratkaisemiseksi (Energimyndigheten 2007a; Nieminen Kristofersson 2009):

- tieto paikasta toiseen fyysisesti
 - ainoa etukäteen sovittu toimija oli LRF (Lantbrukarnas Riksförbund = Ruotsin Maanviljelijöiden Valtakunnan Liitto, vapaaehtoisia miehiä 3000 Gudrunissa)
 - lähetit
 - postinjakajat
 - vanhusten kotihoidon työntekijät (jopa 1000-1200 km/vrk)
- lämpötupien avaaminen kylissä
 - tiedottaminen
 - ruokahuolto
 - pesutilat
 - matkapuhelinten lataaminen
- paikallisradiot suuressa roolissa tiedottamisessa

- teitä raivasi mm. puolustusvoimat virka-apuna sekä LRF
- puolustusvoimilta virka-apuna myös maastoajoneuvoja sekä lentokoneita ja helikoptereita miehistön kuljettamiseen ja linjojen tarkastamiseen
- eräässä kunnassa puolustusvoimien helikopteri pelastustoimen käytettävissä – hätätapausten (mm. dialyysipotilaat) kuljetus
- suurhäiriöitä varten perustetun kansallisen verkonhaltijoiden välisen yhteistyöorganisaation kautta saatiin asentajia ja komponentteja muilta verkonhaltijoilta
- asentajia saatiin myös ulkomailta (mm. Suomesta ja Norjasta)
- hajonneiden pylväiden komponentteja käytettiin uudelleen
- kaatuneita ja muitakin puita käytettiin väliaikaisina pylväinä
- kaapeleita ja pylväsmuuntajia saatiin ympäri Eurooppaa
- kaapelit maanteiden varteen maanpinnalle väliaikaisesti
- varavoimaa toimitettiin kuntiin jaettavaksi kansallisilta toimijoilta (mm. puolustusvoimat, tiehallinto, verkkoyhtiöt) sekä varavoimayksiköitä saatiin myös EU:lta

Vapaaehtoisten, eritoten LRF:n tukiryhmien rooli varsinkin haja-asutusalueilla myrskyn seurausten ehkäisemisessä ja tiedon välittämisessä ihmisille oli merkittävä. LRF:n tukiryhmät ovat olleet toiminnassa jo 1960-luvulta lähtien. Esimerkiksi sähköverkonhaltija E.onin kanssa on tehty sopimus, jonka mukaan E.on maksaa palkan ja vastaa vakuutuksista, kun tukiryhmän miehet ovat tarkastamassa linjoja. E.on myös järjestää koulutuspäiviä. Sähkökatkon sattuessa verkonhaltija ottaa yhteyden LRF:n yhdyshenkilöön ja pyytää tätä miehineen tarkistamaan linjaa. Tukiryhmä on kytketty nykyisin tiettyyn asentajaan, jolla on paikallistuntemusta. (Nieminen Kristofersson 2009)

Myrskyn jälkeen syyllisiksi aiheutuneista ongelmista joutuivat sähkö- ja televerkkoyhtiöt. Kuntien toimintaa ei niinkään kritisoitu. Ajankohtaan nähden poikkeuksellisen lauha sää on todettu ehkäisseen vieläkin vakavampia seurauksia. Myös myrskyn tuhoalueen sijainnilla on oletettu olevan positiivinen vaikutus sen vahingoista selviämisessä: Gudrun oli pahimmillaan Smålannissa, jossa on pitkät perinteet pienryrittäjyydestä, joten ihmiset ovat tottuneet selviytymään vaikeistakin tilanteista itsenäisesti. Psykologisesti positiivinen vaikutus on todettu olleen myös kaksi viikkoa aikaisemmin sattuneella tsunamilla – vaikka metsää kaatui eikä ole sähköjä, voisi tilanne olla vieläkin huonommin. (Energimyndigheten 2007a; Nieminen Kristofersson 2009)

Kaksi vuotta Gudrunin jälkeen tammikuun 14. päivänä 2007 toinen myrsky, Per, teki tuhojaan eteläisessä Ruotsissa. Useat samat kunnat kuin Gudrunissa kokivat myös Perin, jonka vaikutusalue oli kuitenkin hieman laajempi, mutta myrskytuhot muutoin pienemmät. Noin 440 000 asiakasta koki sähkökatkoja pisimpien katkojen ollessa 10 vuorokautta. Sähkökatkojen aiheuttamat seuraukset olivat vastaavanlaisia kuin Gudrunissa, mutta pienemmässä mittakaavassa. Tosin matkapuhelinverkon koettiin kokeneen vieläkin suurempia ongelmia kuin kaksi vuotta aikaisemmin, mikä vaikeutti huomattavasti viestintää muun muassa verkonkorjausorganisaatioiden sisällä. (Energimyndigheten 2007b)

Suomessa ja Ruotsissa sattuneita myrskyjä vertailtaessa on hyvä tiedostaa, että Ruotsissa sähköverkolle koituneet tuhot eivät ole täysin verrattavissa tuhoihin

Suomen alueella. Kuten mainittu, Ruotsissa myös alueverkko vaurioitui pahoin erityisesti Gudrunissa. Tämä johtuu paikallisen alueverkon rakenteesta, joka pitää sisällään useita jänniteportaita, aina 20 kV:sta 130 kV:iin (Svensk Energi 2011). Toisin kuin Suomessa (110 kV), Ruotsin alueverkko ei ole ollut kokonaan puuvarma. Näin ollen kuvitteellisessa tilanteessa, jossa samanlainen myrsky olisi koettu sekä Suomessa että Ruotsissa, tilanne alueverkkojen osalta olisi ollut huomattavasti parempi Suomessa. Tästä johtuen Suomessa taajamien sähkökatkot olisivat olleet vähäisempiä, mikä taas olisi helpottanut esimerkiksi polttoainehuollon järjestämistä.

3.1.3 Muita suurhäiriöitä

Maailmalla on myös sattunut suurhäiriötilanteita, joissa häiriön aiheuttaja on ollut muu kuin sääilmiö. Nämä ovat olleet yleensä siirtoverkkotasolla sattuneita esimerkiksi inhimillisestä erheestä, laiteviasta, suojauksen virheellisestä toiminnasta tai verkon poikkeustilanteesta aiheutuneita ketjureaktioita, jotka ovat lopulta katkaisseet sähköt laajoiltakin alueilta.

Useimmiten tällaiset suurhäiriöt ovat kuitenkin olleet lyhytkestoisia, muutaman tunnin luokkaa. Näin ollen koetut yhteiskunnalliset seuraukset ovat olleet osittain erilaisia kuin edellä mainittujen myrskyjen kohdalla. Tyypillisesti ongelmia on ilmennyt sähköjen katkettua suurkaupungeissa. Lähihistoriassa ainakin kaksi tällaista suurhäiriötä on ylittänyt kansainvälisen uutiskynnyksen: Brasilian katko vuoden 2009 marraskuussa ja Chilen katko vuoden 2010 maaliskuussa. Uutisointien mukaan (mm. BBC, CNN, Reuters) Brasiliassa jäi noin 60 miljoonaa ja Chilessä noin 15 miljoonaa asukasta ilman sähköä. Molemmat tapaukset sattuivat illalla, joten suurimmat ongelmat aiheutuivat pimeään jääneiden ihmisten paniokinnasta. Varsinkin Brasilian suurkaupungeissa, Rio de Janeirossa ja Sao Paolossa, tilanne muuttui paikoin kaoottiseksi ja myös ryöstelyn kerrottiin lisääntyneen. Chilessä ihmisten tiedottomuus katkon syystä aiheutti pelkotiloja, sillä ei tiedetty, onko muutaman viikon takainen voimakas maanjäristys uusiutumassa. Myös syyskuussa 2011 Chilessä koettiin suurhäiriö, joka vei sähköt arviolta yhdeksältä miljoonalta asiakkaalta. Mediassa (mm. AFP, Reuters) nostettiin esille edellisen vuoden maanjäristyksen vaikutukset edelleen sähköverkon epästabiliuteen.

Manner-Euroopassa vuoden 2006 marraskuussa sattunut laaja-alainen suurhäiriö jakoi UCTE:n (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity, nykyisin osa ENTSO-E:ta) verkon ensin kolmeksi irralliseksi saarekkeeksi ja lopulta katkaisi sähköt 15 miljoonalta kotitaloudelta. N-1 kriteerin täyttämättä jättämisen lisäksi, häiriön toisena pääsyynä on pidetty siirtoverkko-operaattorien välistä puutteellista kommunikointia kytkentämuutoksia tehdessä poikkeuksellisessa verkkotilanteessa. Myös sähköjen palauttamisprosessi suoritettiin melko vähäisellä operaattorien välisellä yhteistyöllä ja tietämättä juurikaan verkon kokonaistilaa. Menettelytavan riskeistä huolimatta uudelleensynkronointi sujui kuitenkin ongelmitta ja UCTE:n verkko palasi normaalitilaan alle kahdessa tunnissa. Tässä tapauksessa laajempi yhteistyö jakelu- ja siirtoverkko-operaattoreiden välillä olisi pidemmän koettuja keskeytysaikoja. (UCTE 2007)

Myös Suomen alueella on sattunut joitakin säästä riippumattomia sähkökatkoja, jotka ovat kyllä vaikuttaneet yhteiskunnan toimintaan, mutteivät välttämättä lukeudu tämän projektin puitteissa oikeiksi suurhäiriöiksi. Paras esimerkki tällais-

ta on sähkökatko Helsingin alueella elokuussa 2003. Tilanne sai alkunsa inhimillisestä erheestä huoltotöiden yhteydessä, mikä yhdessä vääränlaisten suojausasettelujen kanssa aiheutti koko Helsingin ja osien lähikunnista jäämisen sähköttä. Pisin asiakkaan kokemaa keskeytys oli 71 minuuttia. (EMV 2004)

Rovaniemellä koettiin vuoden 2009 elokuussa vajaan tunnin keskeytys, joka johtui kantaverkkomuuntajan kytkennöistä. Lyhyt katko kaupunkialueella aiheutti uutisointien (mm. Lapin Kansa) mukaan tavallisia murheita, kuten hissien pysähtelyä ja puhelinlinjojen tukkeutumista. Erityisen vaarallisen katkosta teki kuitenkin se, että Rovaniemen sairaalan varavoimalaitteiston ohjausjärjestelmissä oli ongelmia. Potilaille ei aiheutunut vahinkoa, mutta sairaalassa jouduttiin jo varautumaan siirtämään leikkauspotilaita naapurisairaalaan.

3.2 Millaisia toimenpiteitä suurhäiriöistä on seurannut?

3.2.1 Suomi

Vuoden 2001 myrskyt aiheuttivat keskustelua sähkön toimitusvarmuuden tilasta. Silloinen kauppa- ja teollisuusministeriö asetti selvitysmiehen tarkastelemaan sähköjakelun toimivuutta vaikeissa olosuhteissa. Raportissaan (Forstén 2002) selvitysmies esitti muun muassa vakiokorvausmenettelyä pitkistä katkoista asiakkaille aiheutuneen haitan korvaamiseksi ja varautumissuunnitelman tekemistä verkkoyhtiöissä suurhäiriötilanteiden varalle. Vakiokorvaukset tulivat osaksi sähkömarkkinalakia 1.9.2003 ja Sähköenergialiitto ry Sener julkaisi vuonna 2002 verkostosuosituksessaan sähköverkonhaltijoille ohjeen toimintasuunnitelmalle suurhäiriötilanteiden varalle. (Sähkömarkkinalaki 1995; Sener 2002)

Sähköjakelun keskeytykset on otettu huomioon myös regulaatiossa vuoden 2008 alusta alkaen, kun sähkönsiirtohinnoittelun toinen valvontajakso käynnistyi. Myös vakiokorvausten vaikutusta korostettiin, kun ne nostettiin osaksi verkonhaltijan kontrolloitavissa olevia operatiivisia kustannuksia aikaisemman läpilaskutuseränä olemisen sijaan. (EMV 2007)

Sähköisen infrastruktuurin (mm. tietojärjestelmät, tiedonsiirtoverkot ja sähköverkot) häiriintyminen nostettiin yhdeksi suurimmista uhkamalleista valtioneuvoston periaatepäätöksessä 23.11.2006 yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategiasta (YETTS 2006). Joulukuussa 2010 julkaistussa yhteiskunnan turvallisuusstrategiassa (YTS 2010) voimahuollon vakavat häiriöt on nostettu itsenäiseksi uhkakuvaksi ja on mainittu ensimmäisenä mainituista uhkakuvista. Seuraavana listalla on tietoliikenteen ja tietojärjestelmien vakavat häiriöt.

Varsin suuri ongelma, joka Pyryn ja Janikan jälkeen havaittiin, oli verkonhaltijoiden ja pelastustoimen välisen yhteydenpidon ongelmat. Tähän ongelmaan on löydetty yksi ratkaisu Tampereella, jossa Tampereen Sähkölaitoksen ja Tampereen aluepelastuslaitoksella on nykyään valmiiksi suunniteltu ja harjoiteltu yhteistyökuvio sähkökatkojen varalle. Katkon alettua kummastakin organisaatiosta lähetetään toiseen organisaatioon koulutettu yhdyshenkilö (yhteyshenkilö), joka toimii tilanteen ajan tiedonvälittäjänä omaan organisaatioonsa päin. (Puolustusministeriö 2009)

Varsinais-Suomen alueella 2007-2008 toteutetun VASARA -hankkeenkin (Varsinais-Suomen Alueellisen Riskienhallinnan pArantaminen tiedonsiirtoa tehostamalla) eräänä kannustimena voitaneen pitää vuoden 2001 myrskyjä. Tavoitteena oli koota eri toimijatahojen näkemyksiä riskiarvioinneista ja normaaliolojen häiriöiden tiedonvaihtotarpeista. Riskienhallinnan käsittely rajattiin ympäristöriskeihin, kuten esimerkiksi luonnononnettomuudet. Hankkeen tulosten perusteella luotiin riskitiedonvaihdon malli, jolla pyritään yhteistoiminnan ja tiedonsiirron tehostamiseen sekä ennakoivasti että myös häiriötilanteiden aikana. (Huoltovarmuuskeskus 2009)

Eri toimijoiden välistä yhteistyötä erityisesti myrskytuhovalmiuden osalta on yritetty parantaa alueellisten metsäkeskuksien laatimilla myrskytuhovalmiussuunnitelmissa (vuonna 2007). Nämä suunnitelmat on laadittu yhteistyössä paikallisten viranomaisten, sähköverkonhaltijoiden ja metsäalan eri toimijoiden kanssa. Syksyllä 2009 maa- ja metsätalousministeriö laajensi suunnitelmat koskemaan muitakin metsätuhoja. (MMM 2009) Projektin aikana on kuitenkin noussut esille, että tositilanteessa (kuten 2010 myrskyissä) metsätuhosuunnitelmissa määritellyt resurssit kohdennetaan puuston tuhojen minimointiin sähköverkon korjaustoimintaa juurikaan huomioimatta.

Pyry ja Janika opettivat, että verkonhaltijoiden oman toiminnan kannalta viestiliikenteen toimivuus on hyvin tärkeää. Nykyään korjausorganisaation sisäiseen viestintään käytetään matkapuhelimia, joten matkapuhelinverkon kohteiden tulee olla yksi tärkeimmistä korjauskohteista sähkökatkojen pitkittyessä. Puhelinyhteyksien toimiminen on myös osa hyvää tiedottamista, sillä vikapuhelin on yksi keino, jolla ihmiset saavat informaatiota tilanteesta. Todenmukaisen tiedottamisen tärkeys on myös huomioitu Senerin antamassa varautumisohjeessa. Ennalta sovitut toimintamallit tiedottamisessa, kuten muussakin toiminnassa, antavat paremmat mahdollisuudet selvittää poikkeustilanteissa. Nykyään tiedottaminen onkin huomattavasti parempaa kuin aikaisemmin. Osa sitä on asiakkaille tarjotut tekstiviesti- ja sähköpostipalvelut sekä yhtiöiden verkkosivuilla olevat karttapohjaiset häiriöpalvelut. Myös asiakkaille kohdistettua ohjeistusta sähkökatkoihin varautumiseen on lisätty sekä verkonhaltijoiden että viranomaisten (esim. Puolustusministeriö 2008) osalta.

Kesän 2010 myrskyjen yhteiskunnallinen merkittävyys voidaan huomata siitä, että Onnettomuustutkintakeskus tutki tapahtumien kulun, syyt ja seuraukset sekä pelastustoimet yleisen turvallisuuden lisäämiseksi ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi tulevaisuudessa. Tutkinnan tiedonhankinta toteutettiin yhdessä Energiamarkkinaviraston (EMV), Energiateollisuus ry:n, Turvatekniikan keskuksen ja Huoltovarmuuskeskuksen kanssa. Tutkinnan tuloksena esitettiin 14 suositusta havaittujen ongelmakohtien pienentämiseksi. Useat näistä – esimerkiksi sähköverkonhaltijoiden varautumisvelvoite, viestintäverkkojen varautumisen parantaminen, kuntien häiriötilannejohtamisen ja onnettomuusviestinnän kehittäminen, Ilmatieteen laitoksen VAARA-tiedotteiden parempi hyödyntäminen sekä varsinkin yhteisen tilannekuvan luominen – ovat nousseet tässäkin projektissa tärkeiksi kehittämiskohteiksi. (Onnettomuustutkintakeskus 2011)

3.2.2 Ruotsi

Gudrunin jälkeen myös Ruotsissa otettiin käyttöön vastaavanlainen vakiokorvauskäytäntö kuin Suomessa. Vakiokorvaukset tulivat osaksi Ruotsin sähkölakia

vuoden 2006 alusta lähtien. Samalla tuli voimaan pykälä, joka velvoittaa verkonhaltijoita laatimaan vuosittaisen riski- ja haavoittuvuusanalyysin ottaen huomioon verkon toimitusvarmuus, sekä toimenpidesuunnitelman toimitusvarmuuden parantamiseksi. Tuolloin myös asetettiin vuoden 2011 alusta voimaan astuvaksi pykälä, jonka mukaan tiettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta sähkökäyttäjän kokema keskeytys ei saa koskaan ylittää 24 tuntia. (Ellag 1997)

Kaksi vuotta Gudrunin jälkeen olleessa Per-myrskyssä nousi esille useita seikkoja, jotka olivat nyt paremmin. Kriisinhallinta Perissä yleisesti ottaen oli nopeampaa ja muutenkin parempaa. Suurin syy tähän oli, että toimijat olivat suurilta osin samoja kuin Gudrunissa, joten heillä oli kokemusta vastaavanlaisen poikkeustilan selvittämisestä. Lisäksi lisääntynyt maakaapelointi sähkölakiin lisättyjen muutosten vuoksi, ohjelma alueverkkojen puuvarmaksi raivaamiseksi sekä verkonhaltijoiden parantunut tiedottaminen tilanteesta vähensivät myrskyn aiheuttamia yhteiskunnallisia ongelmia. Kuitenkin puutteita löytyi muun muassa kotitalouksien, hoitokeskusten ja viestintäverkkojen varautumisessa. Verkonhaltijoiden välinen yhteistyöorganisaatio toimi hyvin. Nyt sen avuksi 2004 luotua tukijärjestelmää (SUSIE) osattiin käyttää, kun vielä Gudrunin aikaan sitä ei ollut harjoiteltu. SUSIE-järjestelmään voidaan kirjata tietoa muun muassa sähköttömien asiakkaiden määrästä, arvioidusta korjausajasta, tarvittavasta avusta ja ylimääräisistä resursseista. Järjestelmä on esitetty tarkemmin raportin luvussa 8.1.1. (Energimyndigheten 2007a; Energimyndigheten 2007b)

3.2.3 Muita seuranneita toimenpiteitä

Positiivista on, että poikkeuksetta kaikista suurhäiriöistä on tehty tai teetetty selvitys tapahtumien kulusta. Sähköverkkoalan selvitykset keskittyvät häiriön syntymekanismeihin, tilanteesta selviämiseen sekä mahdollisiin parannusehdotuksiin nykytilan parantamiseksi. Hyvä esimerkki tällaisesta on selvitys Manner-Euroopan katkosta. Tämän projektin näkökulmasta huomattavasti hyödyllisempää materiaalia ovat vuoden 2001 myrskyjen jälkeen sisäasiainministeriön teettämä selvitys sekä vuoden 2010 myrskyjen seurauksena käynnistetty Onnettomuustutkintakeskuksen selvitys, joissa tapahtumia tarkastellaan koko yhteiskunnan näkökulmasta.

Helsingissä 2003 sattuneen katkon jälkeen Energiamarkkinavirasto ryhtyi omasta aloitteestaan selvittämään tapahtuneeseen johtaneita syitä ja näin ollen teetätti Helsingin Energialla selvityksen tapahtumien kulusta ja tulevista toimenpiteistä vastaavan välttämiseksi. Selvityksen perusteella Energiamarkkinavirasto katsoi 6.4.2004 tekemässään päätöksessään, ettei Helsingin Energian verkko niin sanottujen suojausten katvealueiden osalta täyttänyt sähkömarkkina-alaissa määrättyä käyttövarmuuden yleisesti hyväksyttävää tasoa. Energiamarkkinavirasto velvoitti täten Helsingin Energian suorittamaan esittämänsä korjaavat toimenpiteet. (EMV 2004)

3.3 Pohdintaa

Pyry ja Janika Suomessa sekä Gudrun ja Per Ruotsissa ovat saaneet aikaan varsin positiivisen trendin eri toimijoiden varautumisen parantamiseksi sähköhuollon suurhäiriöitä silmällä pitäen. Tilannekuvan puuttuminen ja sähköverkonhaltijoiden, pelastustoimen, kuntien sekä muiden toimijoiden välisen yhteistyön ongelmat

ovat nousseet esille yhtenä suurimpana ongelmana. Näin ollen tilannekuvan ja yhteistyön tärkeä merkitys tällaisissa normaaliolojen kriisitilanteissa on alettu ymmärtää paremmin ja joitakin toimenpiteitä tilanteen parantamiseksi on aloitettu. Paras esimerkki näistä on tämän tutkimusprojektin toteuttaminen.

Asiakkaiden varautumisessa on jossain määrin nähtävissä tämä sama positiivinen trendi. Paras esimerkki on maatilat, joiden ongelmia ei juurikaan enää ole mainittu sähkökatkoista uutisoidessa. Tähän on varmasti myötävaikuttanut useamman vuoden ajan myönnetyt investointituet varavoiman hankintaan. Toisaalta Per-myrskyn yhteydessä havaittiin, että kotitaloudet, jotka eivät olleet varautuneet ennen Gudrunia, eivät myöskään tehneet varautumistoimenpiteitä sen jälkeen (Energimyndigheten 2007b).

Sähköhuollon suurhäiriöiden hallinta – keskeiset toimijat ja näiden roolit

Sähköhuollon **suurhäiriöiden hallinnalla** tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkea sitä sähkökatkon aikaista toimintaa, mitä yhteiskunnan erilaiset julkiset toimijat ja yksityiset yritykset tekevät **lainsäädännön velvoitteisiin pohjautuen** minimoidakseen sähkökatkosta aiheutuvia yhteiskunnallisia haittoja.

Suurhäiriöiden hallinta -käsitteen ja siten myös tämän esityksen ulkopuolelle on jätetty kaikki se toiminta mitä esimerkiksi yhteiskunnan erilaiset vapaaehtoisorganisaatiot ja yksityiset kansalaiset tekevät häiriöiden aikana hallitakseen sähkökatkon aiheuttamia haittoja. Edellä kuvattu raja on tehty tietoisesti ja sen lähtökohdasta ei ole ajatus siitä, että viimeksi mainittujen toimijoiden toiminta sähköhuollon suurhäiriössä olisi jotenkin vähempiarvoista kuin lainsäädännön velvoitteiden pohjalta toimivien toimijoiden. Tehty raja perustuu sen sijaan yksinomaan siihen, miten hankkeen tavoite on muotoiltu. Hankkeen tavoitteenahan on ollut lainsäädännön velvoitteiden pohjalta toimivien toimijoiden (jakeluverkonhaltijat, pelastuslaitokset, kunnat jne.) yhteistyön ja -toiminnan kehittäminen, jolloin siis näiden toimijoiden tunnistaminen ja roolin kuvaaminen on hankkeen kannalta keskeisempää kuin vapaaehtoisorganisaatioiden ja yksityisten kansalaisten roolin ja toiminnan kuvaaminen.

Kuten jo aikaisemmin esitetystä ehdotuksesta sähköhuollon suurhäiriö -käsitteen sisällöksi käy ilmi, sähköhuollon suurhäiriöiden hallintaan osallistuvia toimijoita on lähtökohtaisestikin useita ja niiden joukossa on verkonhaltijan (tai haltijoiden) lisäksi yksi tai useampia yhteiskunnan julkisia toimijoita. Pelastuslaitos on suurhäiriön käsitteen mukaisesti näistä erityisessä roolissa, koska se on toimijataho, jonka nähdään olevan osallisena kaikentyyppisten suurhäiriöiden hallinnassa, riippumatta siitä millainen suurhäiriötilanne ja sen erityispiirteet sattuvat kulloinkin olemaan.

Muita yhteiskunnan julkisen puolen toimijoita, joilla voi olla rooli suurhäiriön hallinnassa ovat annetun määritelmän mukaan muun muassa kunta/kunnat ja poliisi. Näiden lisäksi myös sellaiset yhteiskunnan julkisen puolen toimijat kuin aluehallintavirastot tai eri ministeriöt (esim. sisäasiainministeriö) ovat mahdollisia julkisen puolen toimijoita suurhäiriöissä. Näiden mukana olo aktiivisena toimijana kasvanee sen myötä mitä laajempaa maantieteellistä aluetta koskevasta suurhäiriöstä on kysymys. Viimeksi mainittu taho voisi olla toimijatahona esimerkiksi suurta osaa maata koskevassa kantaverkkotasoisessa suurhäiriössä.

Luonnollisena julkisen puolen toimijana kaiken tyyppisissä sähköhuollon suurhäiriöissä ovat myös hätäkeskukset. Myös puolustusvoimat voi olla toimijatahona sähköhuollon suurhäiriöissä. Puolustusvoimien osallistuminen suurhäiriöiden hallintaan ei ole kuitenkaan automaattista, vaan sen toiminnassa on kyse esimerkiksi pelastusviranomaiselle tai poliisille annettavasta virka-avusta.

Seuraavassa käydään läpi edellä lueteltujen toimijoiden roolia ja tehtäviä sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnassa. Toimijoiden roolin ja tehtävien kuvaaminen - erityisesti yhteiskunnan julkisten toimijoiden osalta - perustuu siihen, mikä on

niiden yleinen ”lakiin kirjattu” tehtävä erilaisissa yhteiskunnan onnettomuus- ja häiriötilanteissa. Tämän pohjalta on sitten mietitty toimijoiden roolia ja mahdollisia tehtäviä sähköhuollon suurhäiriöissä. Näin on toimittu siksi, että loppujen lopuksi eri toimijoiden roolia ei ole juurikaan kuvattu lainsäädännössä sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan näkökulmasta, vaan yleisemmin.

4.1 Jakeluverkonhaltija

Sähkömarkkinoita säädellään vuonna 1995 säädetyllä sähkömarkkinalailla sekä sen nojalla annetuilla säädöksillä. Lain mukaan sähköverkkotoimintaan vaaditaan Energiamarkkinaviraston myöntämä verkkolupa. Tähän lupaan sisältyy velvollisuus verkon ylläpitoon ja kehittämiseen. Tämän perusteella verkonhaltijat vastaavat hallussaan olevan sähköverkon kunnosta ja asiakkaille toimitettavan sähkön laadusta. Sähkökatkotilanteessa verkonhaltijat ovat siis yksiselitteisesti vastuullinen taho verkon vikojen korjaamiseksi ja sähkönjakelun palauttamiseksi. Tähän liittyen verkonhaltijan on ylläpidettävä riittäviä korjausresursseja joko omassa organisaatiossaan tai perustuen ulkopuolisilta palveluntarjoajilta hankittavaan kapasiteettiin.

Sähkökatkon syyn ollessa jakeluverkossa on jakeluverkonhaltija edellä olevan perusteella vastuullinen taho verkon vikojen korjaamiseksi ja sähkönjakelun palauttamiseksi. Tällaisessa tilanteessa verkkoyhtiössä käynnistyy valtava määrä erilaisia toimenpiteitä ja tehtäviä, joita on kuvattu alla. Niissä tilanteissa, kun suurhäiriön syy ei ole jakeluverkkotasolla, vaan vika on esimerkiksi kantaverkossa, jakeluverkonhaltijan toimenpiteet ovat huomattavasti rajatut. Lähinnä tällöin tulee kyseeseen esimerkiksi yhteydenpito kantaverkkoyhtiön suuntaan tilanteen ajan tasalla pysymiseksi sekä tämän tiedon jakamiseksi verkonhaltijan jakelualueella (esim. häiriön odotettu kesto).

Seuraavassa on esitetty esimerkkejä mahdollisista jakeluverkonhaltijan tehtävistä sähköhuollon suurhäiriöiden yhteydessä:

- Organisaation mahdollinen valmiuden nosto ennakkoon, jos esim. sääennusteen mukaan on odotettavissa merkittäviä tuhoja oman verkon alueelle. Koskee verkonhaltijan oman organisaation lisäksi mahdollisesti myös tämän yhteistyökumppaneita (esim. verkostourakoitsijan resurssien varaaminen).
- Mahdollinen ennakotiedottaminen asiakkaiden ja muiden sidosryhmien (pelastuslaitos, hätäkeskus, kriittiset sähkönkäyttökohteet) suuntaan odotettavissa olevista tuhoista, verkonhaltijan valmiuden nostosta jne. Sopiminen yhteydenpito- ja tiedonvaihtomenettelyistä.
- Suurhäiriön hallintaan liittyvien toimenpiteiden käynnistäminen mahdollisen varautumissuunnitelman pohjalta.
- Vikailmoitusten vastaanoton järjestelyistä huolehtiminen, henkilökunnan lisääminen tehtävään.
- Henkilökapasiteetin lisääminen valvomotyöskentelyyn. Valvomon työskentelyrauhan turvaaminen.
- Vikojen etsintä ja vahinkojen laajuuden kartoittaminen.
- Jatkuva tilannekuvan luominen ja ylläpito oman verkon tilasta (ilman sähköä olevien asiakkaiden, vikojen määrän ja laadun selvittäminen).
- Jatkuva vikojen korjaamisjärjestyksen määrittäminen. Mahdolliset päätökset verkonhaltijan hallussa olevan ylimääräisen varavoiman sijoittamisesta.
- Erikoisresurssien hankinta (esim. helikopteri).

- Vikojen korjaus ja korjaustoiminnan johtaminen.
- Materiaalin ja kaluston riittävyydestä sekä kunnosta huolehtiminen. Yhteydenpito tavarantoimittajiin.
- Mahdollisten erityisjärjestelyjen käynnistäminen, joilla turvataan oman toimintakyvyn säilyminen, esim. ajoneuvojen polttoainehuolto.
- Maastotöiden johto. Tiedonkulun varmistaminen valvomon ja vikoja korjaavan henkilöstön välillä.
- Toiminnassa mukana olevan henkilöstön lepovuorojen järjestelyyn liittyvät tehtävät, ruoka- ym. huolto.
- Tiedottaminen tilanteesta esim. paikallisradioiden ja alueella ilmestyvien lehtien suuntaan, mahdollisesti televisioon. Häiriön pitkittyessä asiakastapaamisten tms. tilaisuuksien järjestely.

Edellä esitetty lista tehtävistä ei ole millään muotoa tyhjentävä eikä perustu mihinkään tiettyyn lähteeseen, vaan se on pikemminkin muodostettu yhdistelmänä eri dokumenteissa esitetyistä tehtävistä sekä näiden pohjalta edelleen ideoiduista tehtävistä. Keskeinen verkkoyhtiön toimintaa sähköhuollon suurhäiriötilanteessa kuvaava dokumentti on Senerin verkostosuositus YA 7:02 ”Sähköverkkoyhtiön toiminta suurhäiriötilanteessa”.

4.2 Pelastuslaitos

Vuoden 2004 alussa yksittäisille kunnille aikaisemmin kuuluneet pelastustoimen tehtävät siirrettiin 22:n alueellisen pelastuslaitoksen hoidettavaksi (Pelastustoimi 2010a). Yhteistyössä toimivia kuntia on eniten Varsinais-Suomen alueella (56 kuntaa) kun taas Helsinki muodostaa yksinään yhden alueen (Pelastustoimi 2010b).

Pelastuslaitoksen tulee pelastuslain mukaan huolehtia alueellaan mm. pelastustoimintaan kuuluvista tehtävistä. Näiksi luetaan kiireelliset tehtävät, joiden tarkoituksena on pelastaa ja suojata ihmisiä, omaisuutta ja ympäristöä onnettomuuden uhatessa tai sattuesssa sekä rajoittaa onnettomuudesta aiheutuvia vahinkoja ja lieventää onnettomuuden seurauksia. Lisäksi pelastustoimen viranomaisten on varauduttava toimintansa hoitamiseen poikkeusoloissa riittävin suunnitelmin ja etukäteen tapahtuvin valmisteluin. Tämä tapahtuu kouluttamalla ja varaamalla henkilöstöä ja väestönsuojelun johto- ja erityishenkilöstöä poikkeusolojen tehtäviin, huolehtimalla johtamis-, valvonta- ja hälytysjärjestelmien perustamisesta ja ylläpidosta, varautumalla evakuointeihin sekä huolehtimalla muistakin näitä vastavista toimenpiteistä. (Pelastuslaki 379/2011)

Pelastuslaitokset hoitavat alueellaan pelastustoimen tehtävät yhdessä sopimuspalokuntien kanssa. Vapaaehtoiset palokunnat, laitospalokunnat ja tehdaspalokunnat kuuluvat pelastustoimen järjestelmään alueen kanssa tekemänsä sopimuksen perusteella. Pelastusyksiköt on hajautettu alueiden kuntiin paloasemille, joita on Suomessa kaikkiaan yli 700. Vapaaehtoisilla palokunnilla on suuri merkitys varsinkin harvaan asutuilla alueilla, joilla ne vastaavat pääosasta pelastustehtäviä. (Pelastustoimi 2010b)

Pelastustoiminta perustuu eri onnettomuustilanteita varten ennalta tehtyihin toimintasuunnitelmiin eri toimintaympäristöissä. Pelastustoimen vaste-ehdotukset on

laadittu siten, että onnettomuustilanteeseen saadaan lähetettyä aina nopein ja tarkoituksenmukaisin apu, kunta- tai muista hallintorajoista riippumatta.

Sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan näkökulmasta pelastuslaitosten hoidettaviksi voi tulla suurhäiriötilanteissa hyvin monenlaisia pelastustoimintaan kuuluvia tehtäviä. Näiden tunnistaminen kattavasti on käytännössä mahdotonta, sillä niin suuri on erilaisten suurhäiriötilanteiden ja niiden olosuhteiden ja sitä kautta pelastustoimintaan kuuluvien tehtävien kirjo. Seuraavassa on kuitenkin yritetty esimerkinomaisesti kuvailla joitakin mahdollisia pelastuslaitokselle tulevia tehtäviä sähköhuollon suurhäiriöiden yhteydessä.

- Viemäripumppujen pysähtymisen takia maastoon vuotaneen jäteveden aiheuttaman ympäristövahingon rajoittaminen.
- Suuren sikatilan tms. sähkönsaannin ja sitä kautta sikalan ilmaston varmistaminen tilanteessa, jossa tilan oma varavoimakone on mennyt epäkuntoon.
- Rannikko- tai muulla tulvavaara-alueella pelastuslaitoksen tehtävänä voisi olla yrittää estää pumppaamalla vedenpinnan nouseminen maanalaisessa tunnelissa tms. kohteessa ja samalla yrittää varjella alueella olevan sähköverkon kriittistä kohdetta, esim. muuntamoaa tulvalta.
- Hyvin suurta paikallista metsätuhaa aiheuttaneessa myrskyssä (trombissa tms.) pelastuslaitos voisi mahdollisesti jopa osallistua verkonhaltijan apuna kaatuneiden puiden raivaukseen sähköverkon johtokaduilta. Pelastuslaitos voisi mahdollisesti osallistua myös jakelunverkonhaltijan toiminnan sekä muun yhteiskunnan kannalta kriittisten teiden aukaisuun kaatuneista puista, esim. varavoiman viemiseksi televerkon tukiasemalle (jos muut tehtävät sallivat).
- Osallistuminen hissihuoltofirmojen ja taloyhtiöiden apuna ihmisten auttamiseen pois jumiutuneista hisseistä. Pelastuslaitoksen rooli tehtävän suorittamisessa korostuu niissä tapauksissa kun loukkuun jääneiden ihmisten määrä suhteessa hissihuoltoyhtiöiden kapasiteettiin on suuri ja kun loukkuun jääneiden ihmisten joukossa on vanhuksia tai esim. lapsia tai olosuhteet ovat muuten epäedulliset (sähkökatkon sattuminen hellejakson aikana).
- Ihmisten auttaminen pois pysähtyneistä junista. Koskee niin metro kuin tavalista sähköjunaliikennettä. Sähkökatkon sattuessa epäedulliseen aikaan (kovan pakkasen vallitessa) jälkimmäinen tehtävä voi vaatia melko nopeita toimenpiteitä ja voi muodostua varsin haastavaksi (suuri pelastettavien määrä, vaikeat lumiolosuhteet, pimeys, tiestön puuttuminen).
- Osallistuminen yhdessä kunnan kanssa väliaikaisen vedenjakelun järjestämiseen kuntalaisille tai yksin asuvien ja heikkokuntoisten vanhusten evakuoinnin järjestämiseen.
- Normaalisti ei miehitetyn paloaseman tms. miehittäminen ja päivystyspisteen perustaminen sinne hätäilmoitusten vastaanottamiseksi esimerkiksi siinä tilanteessa kun suuri osa matkapuhelinverkosta on sähkökatkon vuoksi alhaalla.
- Jne.

Edellä esitetty lista pelastuslaitoksen ”tontille” mahdollisista osuvista pelastustoimintaan kuuluvista tehtävistä sähköhuollon suurhäiriöiden yhteydessä ei perustu selkeästi mihinkään yksittäisiin lähteisiin, vaan ennemminkin aiheita käsittelevään kirjallisuuteen yleisesti sekä tämän kirjallisuuden perusteella tehtyyn pohdintaan ja ideointiin. Edellä mainitusta syystä johtuen listassa ei ole lainkaan tuotu esiin lähteitä yksittäisten tehtäväkuvausten yhteydessä. Listan muodostamistavas-

ta johtuen on myös mahdollista – ellei jopa todennäköistä, että lista sisältää mahdollisesti sellaisia tehtäväkuvauksia, jotka eivät tarkemman tarkastelun perusteella olekaan pelastustoimen tehtäviä tai jotka ainakin ovat rajatapauksia. Toisin sanoen annetun kuvauksen perusteella, ei välttämättä ole mahdollista yksiselitteisesti sanoa, että kenen toimijan tontille kuuluvasta tehtävästä on kysymys.

4.3 Kunta ja kunnan eri toimintasektorit

Paikallishallinnon alin taso Suomessa muodostuu kunnista, joita on kaikkiaan 336 kappaletta (tilanne elokuussa 2011). Kunnat järjestävät kansalaisten peruspalvelut, joista tärkeimmät liittyvät sosiaali- ja terveydenhuoltoon, opetus- ja sivistystoimeen sekä ympäristöön ja tekniseen infrastruktuuriin. Kaikkiaan kunnat vastaavat n. 2/3 osasta julkisista palveluista, valtio 1/3 osasta. Kuntien koko vaihtelee huomattavasti. Pienimmissä saaristokunnissa on alle 200 asukasta. Yli puolessa kunnista asuu alle 6 000 asukasta. Yli 100 000 asukkaan kaupunkeja on seitsemän. Kuntakenttä on tällä hetkellä voimakkaan muutoksen alla. Kuntien lukumäärä on vähentynyt vuoden 2002 448:sta nykyiseen 336:een. Osa kuntien tehtävien hoidosta tapahtuu kuntayhtymien toimesta. Lakisääteisiä kaikki kunnat kattavia kuntayhtymiä on kolmenlaisia: sairaanhoitopiirit, erityishuoltopiirit ja maakuntien liitot. Kuntien tehtävistä on säädetty useissa laeissa. Keskeisin kunnan toimintaa sääntelevä laki on kuntalaki. (Suomen kuntaliitto 2011a ja 2011b)

Koska elintärkeiden toimintojen järjestäminen on normaalioloissakin erityisesti kuntien vastuulla, on kuntien rooli varautumisessa keskeinen. Kuntien varautumista johtaa kunnanjohtaja yhdessä kunnanhallituksen kanssa. Valmiuslaki (1080/91) velvoittaa kuntia valmiussuunnitteluun ja poikkeusoloissa tapahtuvan toiminnan etukäteisvalmisteluun. Valmiuslain nojalla kunnan pitää laatia valmiussuunnitelma. Se jakautuu yleiseen osaan ja toimialakohtaisiin valmiussuunnitelmiin. Yleinen osa sisältää kunnan keskeiset tehtävät normaaliolojen erityistilanteissa sekä häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Toimialakohtaisia suunnitelmia ovat esimerkiksi sosiaalitoimen, terveystoimen, opetustoimen ja teknisen toimen valmiussuunnitelmat. Kukin toimiala vastaa itse oman hallinnonalansa suunnittelusta. (Puolustusministeriö 2009)

Kunnan tulee varmistaa, että se pystyy turvaamaan toimintansa kaikissa oloissa riittävässä laajuudessa. Erityistilanteissa se varautuu huolehtimaan myös uusista tehtävistä. Sellaisten tilanteiden varalle, joissa kunnan voimavarat eivät yksin riitä, voi kunta kehittää yhteistyötä lähikuntien kanssa. (Puolustusministeriö 2009)

Kunnan virastot ja laitokset osallistuvat tarvittaessa pelastustoimintaan. Kunta vastaa pelastuslain mukaan erityistilanteissa onnettomuuden uhrien tai evakuoituneen väestön majoituksesta, muonituksesta ja muusta perushuollosta. Kunta avustaa myös pelastushenkilöstön huoltamisessa. Myös psykososiaalisen tuen järjestäminen onnettomuuden uhreille yhdessä asiantuntijoiden kanssa on kunnan tehtävä. (Puolustusministeriö 2009)

Seuraavassa on lueteltu kunnan, sen eri toimintasektoreiden, kunnan omistamien liikelaitosten tai yhtiöiden yms. hoidettavaksi tulevia mahdollisia tehtäviä sähköhuollon suurhäiriötilanteissa. Tehtävien tunnistaminen kattavasti on käytännössä mahdotonta, sillä niin suuri on erilaisten suurhäiriötilanteiden ja niiden olosuhteiden

den ja sitä kautta kunnan toiminta-alueelle kuuluvien tehtävien kirjo. Tehtävät eivät ole missään erityisessä tärkeysjärjestyksessä.

- Vedenjakeluhäiriön syystä ja arvioidusta kestosta tiedottaminen veden käyttäjille.
- Veden käyttökiellosta tiedottaminen (jos vesi päässyt saastumaan esim. jäteveden pumppaamalla sattuneen ylivuototapauksen johdosta).
- Väliaikaisen vedenjakelun käynnistäminen ennalta laaditun suunnitelman mukaisesti.
- Tiedottaminen asukkaille oikeasta menettelystä tilanteessa, jossa vessaa ei saa käyttää.
- Kuivakäymälöiden tai vast. toimittaminen asuinalueille esim. pitkittyneissä taajama-alueita koskevilla sähkökatkoissa.
- Sammutusveden saannin varmistaminen yhdessä pelastuslaitoksen kanssa.
- Päivähoidon ja koulutoiminnan järjestäminen ainakin rajoitetusti (kunnalla on erityisvelvollisuus järjestää hoitoa lapsille, joiden vanhemmilla on päivystys- tai hätätyövelvoite).
- Tiedottaminen lasten vanhemmille tulevasta päivähoidon ja koulutoiminnan järjestelyistä.
- Auki pidettävien päiväkotien ja koulujen ruokahuollosta, lämmityksestä, valaistuksesta yms. huolehtiminen.
- Kuntalaisten välittömän terveydenhuollon turvaaminen, terveyskeskusten yms. toimintojen ja palveluiden turvaaminen.
- Vuodeosastojen potilaiden, vanhainkotien osastojen yms. evakuoinnin valmistelu ja toteuttaminen yhdessä pelastuslaitoksen kanssa, jos tilojen lämpötila laskee liian alas.
- Kotona asuvien erityisryhmien kotipalvelusta huolehtiminen (kotipalvelun tarve saattaa erityistilanteissa kasvaa huomattavasti).
- Tarkastuskäyntien tekeminen turvapuhelimen tai -rannekkeen varassa oma-toimisesti kotona asuvien ihmisten luokse, jos turvapuhelinjärjestelmä ei toimi ja ihmisiin ei saada yhteyttä teleyhteyksien pettämisen vuoksi.
- Kotipalvelun uusista asiakkaista huolehtiminen (pitkäaikaisen sähkö- tai vesikatkon aikana kotipalvelun asiakkaiden määrä saattaa kasvaa).
- Erityisjärjestelyjen käynnistäminen polttoainehuollon järjestämiseksi esimerkiksi vanhusten kotikäyntejä tekeville kotihoitoon työntekijöille.
- Kunnan asukkaiden evakuointiin valmistautuminen ja sen käytännön toteuttamisen pelastuslaitoksen kanssa siinä tilanteessa, kun sähkökatko sattuu kylmään vuodenaikaan.
- Kunnan ruokapalveluiden, ateriakuljetusten ym. turvaaminen.
- Ruokahuollon järjestäminen esim. evakuoitulle väestölle sekä pelastus- tai erityistehtävissä työskentelevälle henkilöstölle.
- Kunnan omistamien tai sen vuokraaminen varavoimakoneiden polttoaineen saannin järjestelyn turvaaminen.
- Jne.

4.4 Poliisi

Poliisin tehtävänä Suomessa on oikeus- ja yhteiskuntajärjestyksen turvaaminen, yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitäminen sekä rikosten ennalta estäminen, selvittäminen ja syyteharkintaan saattaminen (Poliisilaki 493/1995). Näistä

tehtävistä **yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitäminen** on se, mikä todennäköisimmin tulee kyseeseen sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan yhteydessä.

Poliisin tehtäväalue ”yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitäminen” liittyy siihen, että ihmisillä on oikeus pelkäämättä ja toisten estämättä käyttää heille kuuluvia perusoikeuksia yleisillä paikoilla. Perusoikeuksia ovat mm. ihmisten oikeus oleskella ja liikkua yleisillä paikoilla ilman, että heidän rauhaansa häiritään. Yleisellä paikalla ei saa metelöidä, käyttäytyä uhkaavasti eikä pitää hallussa vaarallisia esineitä tai aineita. Tähän liittyen poliisi vastaa yleisten paikkojen järjestyksestä ja turvallisuudesta mm. partioimalla, hoitamalla kiireellisiä hälytystehtäviä, suurten yleisötapahutumien turvallisuusjärjestelyitä, neuvomalla ja ohjaamalla sekä puutumalla lainvastaiseen toimintaan. (Poliisi 2010a)

Edellä käytetyllä käsitteellä ”yleinen paikka” tarkoitetaan sellaisia paikkoja, jotka on tarkoitettu yleisesti käytettäväksi tai joita tosiasiallisesti yleisesti käytetään, riippumatta siitä kuka paikat omistaa. Tyypillisiä yleisiä paikkoja ovat tiet, kadut, jalkakäytävät, torit, puistot, uimarannat, urheilukentät, hautausmaat, yleisön käytössä olevat rakennukset, kulkuneuvot, virastot, toimistot ja ravintolat. (Poliisi 2010b)

Edellä olevaan perustuen seuraavassa on lueteltu esimerkkejä poliisin mahdollisista tehtävistä sähköhuollon suurhäiriötilanteiden yhteydessä:

- Suurten yleisötilaisuuksien (ulkoilmakonsertit tms.) turvallisuuden varmistaminen tilaisuuden keskeytyessä. Yleisön turvallisen poistumisen varmistaminen mahdollisesti hyvinkin heikoissa valaistusolosuhteissa.
- Metron käyttäjien turvallisen poistumisen varmistaminen metrojunista ja asemilta yhdessä pelastuslaitoksen kanssa.
- Yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitäminen esimerkiksi asema-alueilla tai muissa vastaavissa paikoissa.
- Mahdolliset avustustehtävät kauppakeskusten ym. vastaavien tilojen tyhjentämiseksi.
- Tieliikenteen ohjaamistehtävät liikennevalojen toiminnan estyessä. Koskee erityisesti suurkaupunkialueita ja ehkä todennäköisemmin sähkökatkon alkuvaihetta (raitiovaunujen pysähtyminen keskelle risteystä, liikenteen täydellinen jumittuminen jne.). Sähkökatkon kestäessä alueella pitkään (useita päiviä) tilanne todennäköisesti helpottuu, kun ihmiset keksivät muita tapoja liikkua.
- Yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitäminen katuvalaistuksen sammuttua esim. toreilla ja katualueilla partiointia lisäämällä.
- Rikosten - esimerkiksi kauppojen ryöstelyn - ennalta estäminen. Todennäköisesti aivan sähkökatkon alussa tämä ei ole mikään merkittävä tehtävä, mutta katkon pitkittyessä tämän tehtävän tärkeys voi lisääntyä. Näin siksi, että alalla vaikuttavat tahot havaitsevat ”tilaisuuden tulleen” (kauppojen murtohälyttimet eivät esimerkiksi toimi jne.).
- Mahdolliset ”henkilönsuojaustehtävät” liittyen esimerkiksi sähköyhtiön tai kunnan edustajien saamiin henkilökohtaisiin uhkauksiin (kansalaisten pettymys asioiden hoitoon jne.).
- Jne.

Poliisin rooli on todennäköisesti suurempi sen tyyppisissä sähköhuollon suurhäiriötilanteissa, jotka koskettavat taajaan asutettua (suur)kaupunkiympäristöä ja

jotka kestävät huomattavan pitkään (päiviä) kuin esimerkiksi maaseutua ja pieniä taajamia koskevissa suurhäiriöissä.

Poliisin varautumisesta sähköhuollon suurhäiriöihin tai sähkökatkoksiin ylipää-tään ja valmiudesta toimia niissä ei ole haettu tietoa tässä yhteydessä. Lähinnä tuodaan vain esimerkkinä esiin, että erilaisten riippuvuuksien kautta mahdollisesti häiriintyviä poliisin toimintaan liittyvä osa-alueita ovat mm. ajoneuvokaluston polttoainehuolto sekä poliisin käyttämä viestintäverkko (VIRVE). VIRVE-verkon yleistä arkkitehtuuria ja toimintavarmuutta on kuvattu tarkemmin mm. lähteessä (Koskinen & Kiiala 2009).

4.5 Hätäkeskukset

Hätäkeskuslaitoksen 15 valtiollisen hätäkeskuksen tehtävänä eri puolilla maata on ottaa vastaan pelastus-, poliisi-, sosiaali- ja terveystoimen toimialaan kuuluvia hätäilmoituksia sekä välittää ne edelleen auttaville eri viranomaisille ja yhteistyökumppaneille (Hätäkeskuslaitos 2010). Tämä tehtävä pysyy hätäkeskusten tehtävänä myös sähköhuollon suurhäiriöissä, mutta käytännössä tehtävän hoitaminen voi vaikeutua huomattavasti. Tämä on seurausta suurhäiriön aiheuttamasta yleisestä hätäilmoitusten määrän kasvusta (ihmisten jumittuminen hisseihin, ilmoitukset teille ja rakennusten päälle kaatuneista puista jne.) sekä esimerkiksi hätäkeskukseen tulevista turhista soitoista, kun ihmiset eivät pääse läpi sähköyhtiön vika-palvelunumeroon. Pahimmillaan hätäkeskuksen kyky vastaanottaa hätäpuheluita voidaan menettää kokonaan soittoruuhkan seurauksena. Tähän liittyen hätäkeskuksen tärkeä tehtävä on tällaisessa tilanteessa yhdessä tiedotusvälineiden kanssa opastaa ihmisiä hätänumeron oikeanlaiseen käyttöön esim. radioissa luettavien tiedotteiden välityksellä.

Siinä tilanteessa että hätäkeskukseen tulevien puheluiden määrä on niin suuri, että hätäkeskus ei pysty tekemään juuri muuta kuin ottamaan niitä vastaan, voi esimerkiksi pelastuslaitos avustaa hätäkeskusta vastaanotetuista hätäilmoituksista aiheutuvien avustustehtävien määrittelyssä. Tällöin on tilanne usein myös sen kaltainen että tehtäväpyyntöjä tulee niin paljon, että myöskään pelastuslaitoksen kapasiteetti ei riitä kaikkien tehtävien välittömän hoitamiseen, vaan tehtäviä on yksinkertaisesti laitettava jonoon. Oma lisänsä hätäkeskusten toiminnan haasteisiin sähköhuollon suurhäiriötilanteissa tulee todennäköisesti myös siitä, että vastaanotettavien hätäilmoitusten kirjo on huomattavasti laajempi kuin normaalitilanteessa jolloin myös ilmoitukseen liittyvän riskiarvion tekeminen ja oikean vasteen määrittely ovat kaikkea muuta kuin rutiinia.

4.6 Puolustusvoimat

Puolustusvoimilla on kolme tehtävää: Suomen sotilaallinen puolustaminen, muiden viranomaisten tukeminen sekä osallistuminen kansainväliseen sotilaalliseen kriisinhallintaan (Puolustusvoimat 2010). Yksi viranomaisyhteistyön merkittävä muoto on virka-apu. Sillä tarkoitetaan viranomaisen toiselle viranomaiselle tai yksityiselle taholle antamaa apua. Puolustusvoimat antaa virka-apua pääasiallisesti pelastusviranomaisille tai poliisille. Muiden viranomaisten avustaminen tapahtuu aina toisen viranomaisen pyynnöstä. (Puolustusvoimat 2008)

Sähköhuollon suurhäiriöiden yhteydessä puolustusvoimien antama virka-apu voi tarkoittaa esimerkiksi kalustoavun antamista pelastuslaitoksille, esimerkiksi varavoimakoneiden tai maastoajoneuvojen muodossa. Myös varusmiesten käyttö voi tulla kyseeseen tietyn tyyppisissä tehtävissä, mutta esimerkiksi vaarallisiin tai erityisosaamista vaativiin tehtäviin heitä ei voi laittaa. Myöskään kovin pitkäkestoi-
siin tehtäviin varusmiehet eivät sovellu kovin hyvin, koska lyhyt varusmiesai-
ka ei mahdollista pitkiä poissaoloja varusmieskoulutuksesta. Varusmiesten lisäksi vir-
ka-aputehtävään voidaan käyttää vapaaehtoisista koostuvia ns. maakuntajoukkoja,
mutta näiden kokoaminen on varusmiehistä koostuvaan virka-apuosastoon verrat-
tuna hidasta ja hankalaa puuhaa. Vapaaehtoisen reserviläisen on ensin järjestettävä
esimerkiksi töistä lomaa. (Puolustusvoimat 2008)

5 Asiakkaiden keskeytyskriittisyyden huomioiminen

Kuten tiedetään, sähköverkon asiakkaiden sähkönkäyttö poikkeaa toisistaan huomattavasti. Näin ollen myös asiakkaiden riippuvuus sähköenergian saannista voi olla varsin eri tasolla: alle sekunninkin katkot voivat olla joidenkin sähkönkäyttöpaikkojen prosesseille suurikin haitta, mutta on myös kulutuskohteita, jotka voivat selvitä vuorokausia ilman sähköä. Toisaalta taas toisissa kohteissa sähkökatkosta aiheutuvat vahingot kohdistuvat esimerkiksi ihmisten hyvinvointiin, kun taas toisaalla haitat ovat vain taloudellisia. Näin ollen olisi järkevää huomioida tämä asiakkaan keskeytyskriittisyys sekä häiriötilanteen jälkeisessä korjauskohteiden priorisoinnissa että myös verkonsuunnittelussa. Tämä on kuitenkin erittäin haasteellista moneltakin osin

5.1 Keskeytyskriittisyyden määrittämisen haasteet

Sähkömarkkinalain 9 §:ssä todetaan, että verkonhaltijan on toiminnallaan turvattava riittävän hyvälaatuisen sähkön saanti verkon asiakkaille. Toisaalta kuitenkin laissa ja sen perusteluissa (mm. HE 127/2004) painotetaan asiakkaiden tasapuolista ja syrjimätöntä kohtelua muun muassa asiakkaan verkkoon liittämisen ja verkkopalvelujen myyntihintojen ja -ehtojen osalta. Asiakkaiden tasapuolinen ja syrjimätön kohtelu voidaan helposti ymmärtää ja ymmärretäänkin usein niin, että kaikkien verkon asiakkaiden tulisi olla myös sähkön laadun osalta samanlaisessa asemassa. Tämä on varsin ongelmallista, sillä tasapuolinen kohtelu ei välttämättä tarkoita, että kaikki käyttökohteet saisivat tällöin riittävän hyvänlaatuista sähköä. Näin ollen yksi asiakkaiden keskeytyskriittisyyden huomioimista ja täten korjauskohteiden priorisointia vaikeuttava tekijä on Suomen sähkömarkkinalaki (ja ehkä jopa perustuslaki yhdenvertaisuuspykäläinen). Tulkinnallisten epäselvyyksien vuoksi lainsäädäntöä tulisi selkeyttää ja sen pitäisi sallia erilaisten asiakkaiden eriarvostaminen yhteiskunnallisen edun nimissä.

Toinen ongelma on vastuukysymykset asiakkaiden keskeytyskriittisyyden ja asiakkaiden tärkeysluokittelun määrittämisessä: kenen vastuulla on määrittää asiakkaiden keskeytyskriittisyys ja ylläpitää tätä tietoa ajan tasalla? Tämän projektin workshopeissa on todettu, ettei tämä määrittely ehkä tulisi olla asiakkaiden itsensä eikä myöskään verkonhaltijan tehtävä. On varsin todennäköistä, että jotkut asiakkaat arvioisivat omaa toimintaa kriittiseksi ja näkisivät oman valmiutensa sähkökatkoihin pessimistisesti. Toisaalta olisi myös se vaara, että omaa haavoittuvuutta keskeytyksille ei täysin tiedostettaisi. Verkonhaltijoille taas tällaisen määrittämisprosessin toteuttamisen ja tämän informaation ylläpitämisen on koettu olevan liian suuri työtaakka.

Ruotsissa energiaviranomaisen (Energimyndigheten) toteuttamassa Styrel-projektissa on etsitty ratkaisuja verkon asiakkaiden priorisoimiseksi tehopulatilanteiden varalle. Erilaiset asiakkaat on jaoteltu kahdeksaan tärkeysluokkaan, joista tärkeimmissä on kohteet, joissa väestön elämä ja terveys sekä yhteiskunnan toiminta vaarantuu. Seuraavaksi tärkeimmiksi on nähty asiakkaat, joiden toiminnalla on suuri merkitys talouteen ja ympäristöön sekä mahdollisesti myös kulttuuriin. Muunlaisia asiakkaita sisältävät lähdöt saavat pienimmän prioriteetin. Priorisointiprosessi ohjeistetaan valtakunnallisesti keskeisten viranomaisten toimesta, mutta

kunkin läänin lääninhallitus vastaa prosessin toteutumisesta alueellaan. Yksittäisten kuntien vastuulla on tunnistaa alueensa priorisoitavat sähkönkäyttökohteet. Kunnat käyvät verkonhaltijoiden kanssa läpi, miten sähkönkäyttökohteiden priorisointi on mahdollista käytännössä. Tämän jälkeen nämä tiedot esitetään lääninhallitukselle, joka välittää ne alueen kuntien osalta kootusti kantaverkkoyhtiölle (Svenska Kraftnät) ja jakeluverkkoyhtiöille. Saatujen tietojen avulla jakeluverkkoyhtiöt laativat yksityiskohtaiset suunnitelmat tehopulatilanteiden varalle ja ilmoittavat niiden valmistumisesta lääninhallitukselle ja kantaverkkoyhtiölle. Tehopulatilanteessa kantaverkkoyhtiö päättää kuormanohjauksista laadittujen suunnitelmien mukaan. Toimintamallin käyttöönotto on vaatinut jopa muutoksia lainsäädäntöön, mutta kaikesta huolimatta se otetaan Ruotsissa käyttöön vuoden 2012 alusta lähtien. (Energimyndigheten 2011)

Asiakkaiden keskeytyskriittisyyden määrittäminen ja priorisointi itsessäänkin on todella haasteellista. Kriittisen keskeytysajan määrittäminen tarkasti on useimmiten melko mahdotonta. Lisäksi tämä kriittinen aika ei välttämättä säily vakiona, vaan siihen vaikuttavat mahdollisesti myös ympäröivät olosuhteet, kuten ulkolämpötila sekä vuoden-, viikon- ja vuorokauden aika. Myös asiakkaiden lajittelu tiettyihin tärkeysluokkiin on erityisen hankalaa, sillä kohteiden toiminnot poikkeavat paikoin täysin toisistaan – joissain kohteissa saattaa vaarantua ihmisten hyvinvointi, kun taas toisissa saatetaan kokea suuria taloudellisia tappioita.

Asiakkaan varautumisen huomioiminen priorisointiprosessissa on varsin ristiriitaista. Yhtäältä varavoima ja muu varautuminen tulisi huomioida kriittistä aikaa ja siten myös tärkeysluokkaa määritettäessä. Toisaalta kuitenkin tällainen järjestely niin sanotusti rankaisee asiakasta varavoiman hankkimisesta, koska tällöin kriittinen keskeytysaika on pidempi ja tärkeysluokka saattaa tippua. Edellä mainitussa Styrel-projektissa hankittu varavoima ei vaikuta asiakkaan tärkeysluokkaan. Eräänä haittapuolena varavoiman huomioimisesta on nähty negatiivinen vaikutus tulevaisuuden varavoimahankintoihin, mikäli omaehtoisesta varautumisesta rangaistaan tällä tavoin. (Energimyndigheten 2009)

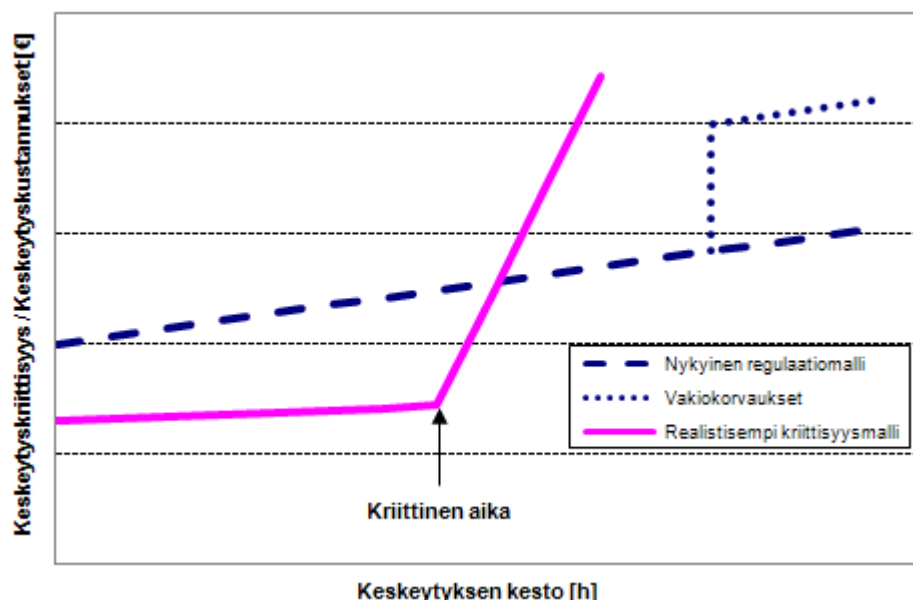
Keskeytyskriittisyyden arviointia ja priorisointia vaikeuttavat myös luottamuksellisuus- ja tietosuojakysymykset, kun joudutaan miettimään millaista tietoa kustakin asiakkaasta voidaan antaa esim. verkonhaltijoiden käyttöön. Tietosuojakysymykset ovat vaikeuttaneet muun muassa Huoltovarmuuskeskuksen poolien määrittämien huoltovarmuuskriittisten yritysten tietojen saamista verkonhaltijoiden käyttöön. Myös Euroopan komission 12.4.2011 Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle esittämässä tiedonannossa tietosuoja- ja tietoturvakysymykset on nostettu yhdeksi viidestä pääkohdasta, jotka edellytetään älykkäiden sähköverkkojen saattamiseksi suunniteltuvaiheesta käyttöasteelle (Euroopan komissio 2011).

5.2 Keskeytyskriittisyyden mallintaminen

Kuten aiemmin mainittiin, verkossa tapahtuneiden keskeytysten vaikutus on huomioitu vuonna 2008 alkaneella regulaatiokaudella verkonhaltijoiden vuosittaista kohtuullista tuottoa laskettaessa. Kohtuulliseen tuottoon vaikuttavat keskeytyskustannukset lasketaan verkon luotettavuutta kuvaavien energiapainotettujen tunnuslukujen ja keskeytyksen aiheuttamaa haittaa kuvaavien KAH-arvojen (keskeytyksestä aiheutunut haitta) avulla (EMV 2007). Tämä tarkoittaa sitä, että verkonhalti-

joiden on taloudellisesti järkevää palauttaa sähköt alueille, joissa sähköä kulutetaan eniten. Toisin sanoen nykyisessä regulaatiomallissa asiakas on sitä kriittisempi, mitä enemmän hän kuluttaa sähköä. Hyvä esimerkki tästä on se, että sähkölämmitteinen kohde on kriittisempi kuin öljylämmitteinen, sillä se aiheuttaa suuremman keskeytyskustannuksen, vaikka molemmissa sähkökatkon aiheuttama toiminnallinen haitta on sama. Vastaavasti sähkömarkkinalain mukaiset yli 12 tuntia kestäneestä katkosta maksettavat vakiokorvaukset määräytyvät asiakkaan kulutuksen mukaan.

Nykyiset KAH-arvot soveltuvat huonosti pitempien keskeytysten aiheuttaman haitan kuvaamiseen. Todellisuudessa asiakas ei välttämättä koe keskeytyksen aluksi suurtakaan haittaa, mutta tietyn kriittisen ajan kuluttua aiheutunut haitta saattaa alkaa kasvaa radikaalisti (ns. harmi muuttuu haitaksi). Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi varavoiman loppumista, jäteveden ylivuotoa tai elintarvikkeiden pilaantumista. Kuvassa 5.1 on esitetty selkeästi sekä ”vanhan” KAH-funktion (ja vakiokorvauksen) muoto että hahmotelma realistisemmasta aiheutunutta haittaa ja keskeytyksen kriittisyyttä kuvaavasta funktiosta.



Kuva 5.1. Kaksi erilaista keskeytyksen kriittisyyttä kuvaavaa funktiota.

Uutta kriittisyyttä kuvaavaa mallia voitaisiin soveltaa sekä verkoston suunnittelussa että käyttötoiminnassa. Mikäli malli/mallit haluttaisiin osaksi suunnittelua ja käyttötoimintaa ne pitäisi saada myös osaksi regulaatiota. Näin investoinnit ja verkon korjaustoimet kannustettaisiin kohdistamaan oikeasti kriittisiin kohteisiin, eikä vain energiapainotteisesti. Suurin este kuitenkin tällaisen mallin käyttöönottamisessa on sen parametrien määrittämisen vaikeus. Edellä mainittiin kuinka vaikeaa kriittisen ajan määrittäminen on ja kuinka ympäröivät olosuhteet vaikuttavat siihen. Lisähaasteen tuo vielä mallin arvottaminen rahaksi, mikä on ehtona sen käytettävyydelle regulaatiossa.

Keväällä 2010 julkaistiin Suomessa sähköverkkojen pitkän aikavälin kehittämiseen tarkoitetut sähköjakelun toimitusvarmuuden kriteeristö ja tavoitetasot, jotka toimivat verkonhaltijoille ennen kaikkea suunnittelukriteereinä. Kriteeristö pitää sisällään tavoitetasot yksittäisen asiakkaan kokemalle vuotuiselle kokonaiskeskey-

tysajalle ja lyhyiden keskeytysten (< 3 min) määrälle. Verkon asiakkaat lajitellaan kolmeen ryhmään sijaintinsa perusteella. Lajittelu tehdään yhdyskuntarakenteen mukaan city-, taajama- ja haja-asutusalueisiin, joilla jokaisella on omat tavoite- tasonsa. (Partanen et al. 2010) Toisin sanoen tässä mallissa asiakkaan keskeytys- kriittisyys ei ole riippuvainen kulutuksesta, vaan pelkästä sijainnista, mikä saattaa tuottaa samanlaisen kriittisyysmallin täysin erilaisille asiakkaille. Kriteeristön käyttöönottoaminen on kuitenkin suuri kehityssaskel verkostoinvestointien kohden- tamiseksi yhteiskuntalähtöisemmin sekä yksittäisen asiakkaan kokeman toimitus- varmuuden parantamiseksi.

5.3 Asiakkaiden tärkeysluokittelun nykytila verkkoyhtiöissä

Jakeluverkonhaltijat ovat tehneet asiakkaiden tärkeysluokittelua ainakin jossain määrin. Tällainen karkea alue- tai johtolähtökohtainen suunnitelma vaaditaan Suomen alueen vakavien tehopulatilanteiden varalle, jolloin kantaverkonhaltija Fingrid voi käskä jakeluverkonhaltijoiden rajoittamaan kulutustaan (Fingrid 2011). Tällainen tärkeysluokitteluprosessi voi edetä esimerkiksi niin, että ensin verkon erilaiset asiakkaat pisteytetään. Näiden avulla voidaan seuraavaksi pisteyt- tää verkon muuntamot ja sitä kautta myös verkon kaikki lähdöt. Kuitenkin yhteis- kunnan elintärkeät toiminnot ja verkonhaltijan oman toiminnan kannalta tärkeät kohteet jätetään näiden tehonrajoitusten ulkopuolelle. Tehopulatilanteita silmällä pitäen tehty tärkeysluokittelu on kuitenkin tehty vain muutaman tunnin katkoja silmällä pitäen. Näin ollen sen soveltuvuus pitkäkestoisiin suurhäiriötilanteisiin on melko heikko. Tulevaisuudessa kun älykkäät kaukoluettavat energiamittarit li- sääntyvät, kulutuksen rajoittaminen on todennäköisesti mahdollista tehdä selektiivisemmin, esimerkiksi asiakasryhmäkohtaisesti (esim. pelkät kotitaloudet).

Käyttötoiminnasta vastaava henkilökunta tietää verkon tärkeimmät asiakkaat. Usein nämä ovat kuitenkin taloudellisesti tärkeitä, suuria kulutuskohteita. Van- hemmilla työntekijöillä on mahdollisesti paikallistuntemuksensa vuoksi myös tie- toa pienemmistä mutta samalla kriittisistä kohteista, mutta tämä paikallistuntemus saattaa kadota henkilöstön siirtyessä eläkkeelle. Siksi näitä tietoja olisi hyvä viedä myös tietojärjestelmiin. Tällaista yksittäisten kohteiden viemistä tietokantaan on tehtykin ainakin erään pienen verkonhaltijan toimesta. Näille kohteille ei kuiten- kaan ole tehty mitään linkitystä verkkotietoihin, ainoastaan sijaintitiedot on määri- tetty, joten automaattisen ilmoituksen saaminen kyseisen asiakkaan sähköttömyy- destä ei ole tällöin mahdollista. Eräs suurehko verkonhaltija on tehnyt alustavaa tärkeysluokittelua koko asiakaskunnalle. Keskeytyskriittisyyttä on kuvattu kahdel- la parametrilla: toimialaluokitus (terveyspalvelut, tietoliikenneasemat, yhdyskun- tatekniikka, jne.) ja tehonkäyttöluokitus (asiakkaan siirtotuote ja huipunkäyttöai- ka). Jälkimmäinen parametri on siinä mielessä heikko, että se määräytyy KAH- kustannusten optimoinnin mukaisesti, eli suuremmat kuluttajat ovat tärkeämpiä.

Projektissa verkonhaltijoille tehdyn kyselyn mukaan asiakkaiden tärkeysluokitte- lun ohjaavana tekijänä ovat useimmiten yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen sekä kansalaisten turvallisuus ja hyvinvointi. Vastausten perusteella vähiten käytetty keskeytyskriittisyyden arvottamisen kriteeri on KAH- kustannusten optimointi, mikä sinänsä on ristiriidassa yllä esitetyn tärkeysluokit- telujärjestelyn kanssa (tehonkäyttöluokitusparametri). Tärkeysluokittelua hyödyn- netään eniten korjaustoiminnan priorisoinnissa ja investointien kohdentamisessa. Kysely ja sen tulokset käydään tarkemmin läpi luvussa 9.

6 Verkonhaltijoiden tietojärjestelmät

Yleensä verkonhaltijoiden järjestelmät koostuvat verkkotietojärjestelmästä (NIS), asiakastietojärjestelmästä (CIS), käytönvalvontajärjestelmästä (SCADA) ja käytöntukijärjestelmästä (DMS). Järjestelmillä toteutettavia keskeisiä toimintoja ovat esimerkiksi liittyvien kytkentöjen suunnittelu sekä sähkönkäyttäjien energiamittauksetiedot sisältävien mittaustietokantojen hallinta. (Lakervi & Partanen 2008)

Sähköhuollon suurhäiriötilanne eroaa normaalista verkon vikatilanteesta laajuutensa perusteella. Suurhäiriössä määritelmän mukaan tulee myös toisten toimijoiden ryhtyä toimenpiteisiin häiriön hallitsemiseksi. Normaaliin vikatilanteeseen nähden suurhäiriössä tulee siis häiriönhallintatoimenpiteiden lisäksi pitää yhteyttä muihin toimijoihin. Häiriön laajuudesta johtuen myös sähköverkkoyhtiötä koskevat häiriönhallintatoimet ovat moninkertaiset normaaleihin vikatilanteisiin nähden.

6.1 SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) on käytönvalvontajärjestelmä, joka kerää esimerkiksi tila- ja mittaustietoja sähköasemilta tai voimalaitoksilta. Se toimittaa tiedot keskukseen, käsittelee ne sekä esittää tulokset (automaattisesti tai pyynnön mukaan) operaattorille. SCADA mahdollistaa tila- ja ulostulokäskyjen lähettämisen ja toteuttamisen sähköasemille ja voimalaitoksille automaattisesti tai paikallisen operaattorin toimesta. (Knight 2001) Järjestelmä muodostuu yleensä valvomossa käytettävästä keskusjärjestelmästä sekä sähköasemilla olevista ala-asemista (Bailey 2003). Nykyaikaisten järjestelmien toimintoina on tietojen hankinta, valvominen ja tapahtumien prosessointi, hallinta, tietovarastojen arkistointi ja analysointi, sovelluskeskittynyt päätöksenteon tukeminen sekä raportointi. Järjestelmä toimii perustana kaikelle reaaliaikaiselle valvonnalle verkossa. (Northcote-Green & Wilson 2006)

Verkon toimintatilaa kuvaava perustieto pohjautuu SCADA:an. Monilla ala-asemilla ja laitteissa kerätään automaattisesti tietoa. Tämän lisäksi työryhmä kerää manuaalisesti tietoa manuaalisista toiminnoista ja laitteista, jotka eivät tee sitä automaattisesti. Saatu tieto lajitellaan tilatietoihin, mittausarvoihin ja energia-arvoihin. Tilatiedoissa esitetään kytkinlaitteiden tilat sekä hälytyssignaalit. Mitatut arvot kertovat voimajärjestelmästä kerätyistä arvojen vaihteluista esimerkiksi jännitteessä, virrassa, lämpötilassa ja käämikytinten asennoissa. Energia-arvot havaitaan yleensä pulssilaskureilla tai älykkäillä elektronisilla laitteilla. (Northcote-Green & Wilson 2006)

Tiedonkeruun ja varastoinnin lisäksi SCADA:n tärkeitä ominaisuuksia on kyky vertailla esitettyä tietoa normaaleihin arvoihin ja rajoihin. Monipuolisen tiedon jatkuva tarve on synnyttänyt idean merkitä esitetty tieto väreillä tai symboleilla valvomon näyttöön. Operaattorin avustamiseksi tapahtumat lajitellaan kategorioihin, joista tärkeimmistä hälytetään ja tehdään hälytyslista. (Northcote-Green & Wilson 2006)

Suoritetilastojen kerääminen SCADA:lla on erityisen tärkeää toimitettaessa asiakkaille ja regulaattoreille varsinaisia lukuja tehon laadusta koko verkossa ja verkon yksittäisissä osissa. Tallennettu tapahtumien järjestyslista tarjoaa pohjan näiden tilastojen kehittämiseen. Tietoa voidaan käyttää myöhemmin analyysieihin kuten suunnitteluun, numeeriseen laskentaan, järjestelmän kuormituksen määrittämiseen, toiminnan tarkastukseen sekä raporttien tuottamiseen. Jälkiarviointi on myös tärkeä ja se suoritetaan yleensä heti häiriön jälkeen tai vasta myöhemmin historia-tietotietokantaa käyttäen. Jälkiarvioinnin helpottamiseksi tieto kerätään tekemällä jaksollisia tallennuksia, joko valituista asetusarvoista tai kaikesta tiedosta. Tällöin on mahdollista poimia myöhempää analysointia varten tarvittavat tiedot siitä mitä ennen häiriötä ja häiriön jälkeen on tapahtunut. (Northcote-Green & Wilson 2006)

SCADA:n etuna on kyky tallentaa isoja määriä tietoa ja esittää tietoa käyttäjän haluamassa muodossa. Tämän lisäksi sillä voidaan yhdistää lukuisia määriä sensoreita yhteen järjestelmään. Järjestelmään voidaan kerätä monia erityyppisiä tietoja alasemilta. Operaattori voi sisällyttää reaaliaikaista tietoa SCADA:an. Järjestelmä mahdollistaa sen, että tiedon näyttäminen ei ole riippuvainen paikasta. Täsmällinen ja ajankohtainen tieto mahdollistaa toiminnan optimoinnin. (Bailey 2003)

6.2 Verkkotietojärjestelmä

Ensimmäiset verkkotietojärjestelmät (Network Information System, NIS) kehittyivät, kun jakeluverkkojen laiterakistereihin yhdistettiin verkon topologiaa kuvaavat tiedot ja tehtiin linkki laskutustietoihin. Järjestelmällä voitiin suorittaa tehonjako- ja oikovirtalaskelmia. Kyseiset järjestelmät eivät sisältäneet vielä verkkokarttatietoja. Nykyisin verkkotietojärjestelmät ovat graafisia tietokantaa perustuvia. Tyypillistä järjestelmille on, että niissä on karttapohjainen käyttöliittymä, kohteiden ominaisuustiedot saadaan osoittamalla niitä kursorilla sekä tulokset voidaan liittää verkkokuvaan. (Lakervi & Partanen 2008)

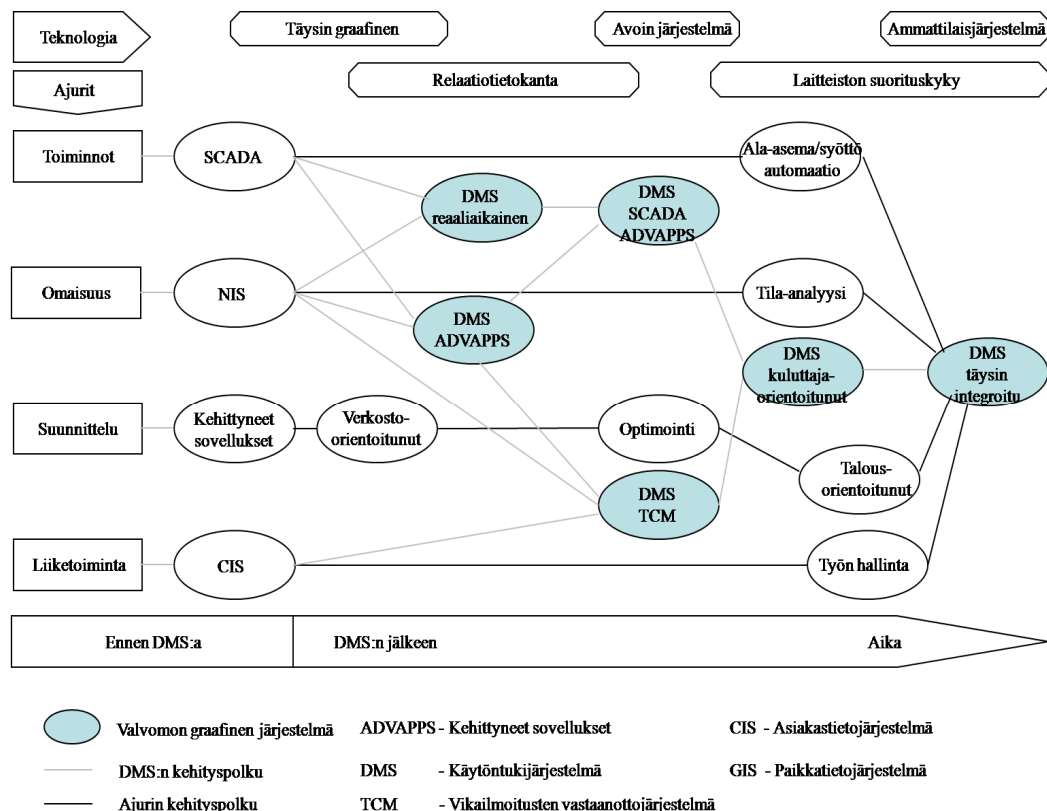
Verkkotietojärjestelmä muodostuu tietokannasta, tietokannan hallintajärjestelmästä sekä sovellusohjelmista. Eri sovellukset voivat käyttää tietokantaa tallennettuja tietoja. Sovellusohjelmat on erotettu tallennetuista tiedoista. Samanlaisen käyttöliittymän käyttö eri sovelluksissa helpottaa järjestelmän käyttöönottoa, kun eri toiminnot voidaan tehdä samalla tavalla. Käyttäjille tärkeimpiä sovelluksia ovat ylläpito-, suunnittelu- ja laskentasovellukset. (Lakervi & Partanen 2008.)

Verkkotietojärjestelmän tietokanta sisältää tietoa verkosta sekä voimalaitoksista. Tämän lisäksi siitä löytyy jokapäiväisiin operaatioihin liittyvää tietoa, tehtävä- sekä asiakastietoja. Se voi sisältää esimerkiksi tietoa korjauksista, sijainnista ja ylläpidosta pien- ja keskijänniteverkoissa. Tämän lisäksi järjestelmässä voi olla tietoa katuvalaistusverkoista, topologi- ja yhteystietoja verkon ja alasemien väliltä sekä vika- ja mittaustietoja. Tietokannasta löytyy myös kulutus- ja kuormatietoa sisältäen asiakasryhmien kulutuskäyrät, asiakas- ja jakelupisteet, keskeneräiset työt, työntekijäkustannukset sekä työn tulokset, kytkinohjelmat sekä kytkentätilan muutokset. (Lakervi & Holmes 1995)

6.3 Käytöntukijärjestelmä

Käytöntukijärjestelmä (Distribution Management System, DMS) yhdistää verkkoyhtiön aiemmin käyttämät järjestelmät kuten verkon ylläpitoon käytettävän

käytönvalvontajärjestelmän (SCADA), verkko-omaisuuden hallintaan käytettävän graafisen verkkotietojärjestelmän, verkon suunnitteluun ja optimointiin käytetyt järjestelmät sekä asiakassuhteiden hoitoon käytettävät järjestelmät. Kuvassa 6.1 on esitetty tämä tyypillinen kehityskulku käytöntukijärjestelmälle. Northcote-Greenin ja Wilsonin (2006) esitys DMS:n sisällöstä on laaja ja sisältää myös verkkotietojärjestelmän sekä SCADA:n.



Kuva 6.1. Tyypillinen kehityskulku DMS:lle. (Northcote-Green & Wilson 2006)

Kehityspolut kuvassa ilmaisevat sen, että käytöntukijärjestelmän sisältö ja käyttöönotto ovat riippuvaisia yrityksen tarpeista. Vikapäivystysjärjestelmä kehitettiin asiakkaiden tarpeesta. Järjestelmässä asiakkaat ilmoittavat sähkökatkoista ja ne paikallistetaan verkkoon. Sen tarkoitus oli puhtaasti hallita sähkökatkoja ja se ei toiminut täysin reaaliaikaisesti. Kyseessä on kuitenkin hyvin käyttäjäorientoitunut järjestelmä. SCADA on taas reaaliaikainen järjestelmä, mutta siitä puuttuu mahdollisuus esittää koko verkon kytkennät graafisesti. Se on enemmän tekniikka-orientoitunut. Integroimalla järjestelmät käytöntukijärjestelmäksi pystytään huomioimaan asiakkaat sekä optimoimaan verkko-omaisuuden käyttö. Yleistä kaikille käytöntukijärjestelmien määrittelylle on tarve yksityiskohtaiseen malliin verkon kytkennöistä ja ohjauskuvista. Kuvat käsittelevät yleensä olemassa olevaa karttaa. Joissakin järjestelmissä on kuitenkin vielä käytössä erilliset sivut jokaiselle johtolähdölle ja ala-asemalle. Vaatimuksena kaikille moderneille käytöntukijärjestelmille on yhtenäisen, helposti navigoitavan kartan käyttö. Täysin integroitu käytöntukijärjestelmä yhdistää vertikaalisti ja horisontaalisesti, eli oikeat sähkönsiirtoprosessit sekä yhtiön tietojärjestelmät, yhdeksi toimivaksi järjestelmäksi. (Northcote-Green & Wilson 2006)

Käytöntukijärjestelmän toiminta jakautuu neljään päätoimintoon. Jokaisella osalla on mahdollisuus toimia sekä itsenäisesti että yhtenäisesti muiden osien kanssa. Näiden lisäksi käytöntukijärjestelmän toimintaa tukee muut erilliset sovellukset riippuen yrityksen tarpeista. Valvomon toimintojen hallintaominaisuus on käyttäjälle elintärkeä osa käytöntukijärjestelmässä. Se kattaa operaattorin valvomossa tarvitsemat ominaisuudet operaattorin työpisteessä. Tähän kuuluu esimerkiksi valvomon graafiset järjestelmät verkon kuvalliseen esittämiseen, rajapinta SCADA:an, kytkentätyön hallinta, pääsy edistyneisiin sovelluksiin mukaan lukien vikapäivystys sekä rajapinta suunnittelusovelluksiin ja yhteys yrityksen tietojärjestelmiin. Tietokanta verkon kytkennöistä toimii käytöntukijärjestelmän pohjana. Koska kyseisen tietokannan ylläpito ei ole reaaliaikaista, on se sijoitettu valvomonhallintaosioon. Valvomon toimintojen hallinnalla pystytään editoimaan ja ylläpitämään kytkentätietokantaa sekä -kuvaa valvomossa. Merkkauksia, topologia-analyysiä sekä varmuustarkasteluja tulee tukea dynaamisen värityksen ja jäljityksen kautta. Jos valvomon toimintojenhallinta sisältää verkkomallin, voidaan kytkentämalli sijoittaa johonkin kolmesta muusta käytöntukijärjestelmän osuudesta, riippuen järjestelmän määrittelyistä. Graafisten esitysten sisältö valvomon toimintojen hallinnassa riippuu käyttäjän tarpeista. Fyysisten esitysten käytön mahdollisuutta valvomossa toivotaan usein käytöntukijärjestelmää määriteltäessä. Trendinä on kuitenkin käyttää molempia muotoja, koko verkon kattavaa karttaa sekä yksittäisiä sivuja ala-asemille. (Northcote-Green & Wilson 2006) DMS:n karttatoiminnot vastaavat verkkotietojärjestelmää.

Kehittyneet sovellukset tarjoavat operaattorille keskijänniteverkon kytkentäkaavioidin pohjautuvia järjestelmän kuormitus- ja jännitetilatietoja mahdollistaakseen reaaliaikaisen arvioinnin ja tutkimuksen ennen kytkentäjärjestyksen tekoa. Verkon vian aiheuttamat seuraukset voidaan myös määrittää perussovellusten avulla. On suositeltavaa soveltaa kehittyneitä sovelluksia muihin ongelmiin, kuten käyttää asiantuntijajärjestelmää päätettäessä kunnostusjaksoista. Nopea optimointi ja oikeiden tekniikoiden etsintä ovat avainasemassa verkonkunnostuksessa, jotta päästään mahdollisimman pienillä tappioilla ja syötön korjauksilla. Yksityistäminen painottaa talousnäkökulmaa. Vaaditaan sovelluksia jotka keskittyvät saavuttamaan verkkotoiminnan sopimusten ja suunnittelun rajoja. Verkkomalli on taas olennainen näille sovelluksille ja jos kehittyneet sovellukset eivät ylläpidä mallia, tulee se synkronoida SCADA:sta tai sähkökatkonhallintatoiminnosta. Kehittyneitä sovelluksia pidetään päätöksenteon tukityökaluina. (Northcote-Green & Wilson 2006)

Sähkökatkojen hallinta sisältää useita toimintoja ja voi kattaa kaiken asiakkaiden puheluihin vastaamisesta, vian paikannukseen, viankorjaajien valintaan, kytkennän valmisteluun ja toteuttamiseen, toiminnan palauttamistoimiin sekä katkotilanteen päättämiseen, täydentämällä vaadittavat raportit ja tilastot häiriöstä. Puheluiden vastaanottamisen käytetään monesti vikapäivystysjärjestelmää. Osa sähkökatkojen hallinnasta voidaan sisällyttää kehittyneisiin sovelluksiin, koska se vaatii nopeaa verkon topologiaa ja analyysia. (Northcote-Green & Wilson 2006) Suomessa monet sähköverkkoyhtiöistä välittävät sähkökatkotietoja asiakkaille ja yleisölle internetpalveluiden kautta. Nämä palvelut voivat olla karttapohjaisia kuvalpalveluita, tai tekstinä tulevia syötteitä. Eräällä yhtiöllä on käytössä myös tekstiviestipalvelu, jossa asiakas saa pyytää tiedot katkoista tekstiviesteinä. Tällöin järjestelmä ilmoittaa asiakkaalle sähkökatkon alkamisesta, antaa välitietoja sekä il-

moittaa katkon päättymisestä. Toiminto on lisätty DMS:n päälle, jolloin katkotiedot saadaan suoraan DMS:stä. (Kuru et al 2009)

6.4 Sähköverkkoyhtiön nykyisin käyttämät järjestelmät tilannekuvan luojina

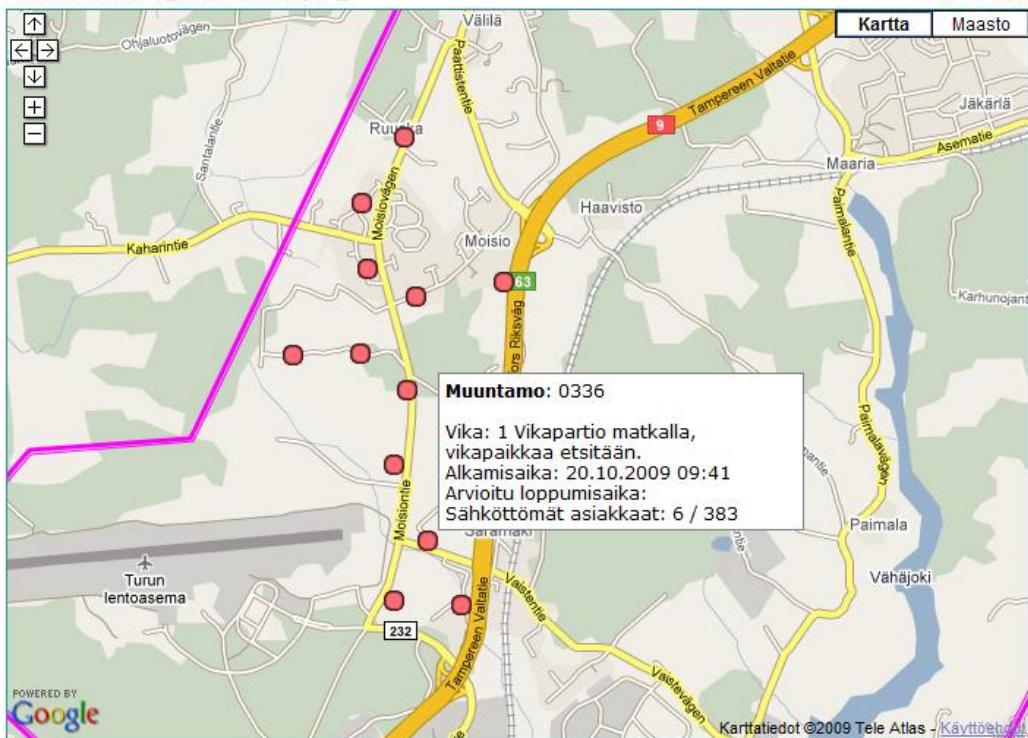
Sähköverkkoyhtiöissä sisäisen tilannekuvan luomiseen käytetään nykyisin eniten SCADA:a, DMS:ä ja verkkotietojärjestelmää. Yleisimmäksi on noussut DMS:n käyttö verkkotietojärjestelmän kautta. Järjestelmät ovat jokapäiväisessä käytössä verkonhallitsemiseksi. SCADA:n toiminta perustuu enemmän mittaustietojen keruuseen sekä verkon laitteiden ohjaukseen. DMS on laajempi sisältäen valvomohallintaa, kehittyneitä sovelluksia sekä katkojen hallinnan. Järjestelmien keskinäisissä sijoittumisissa on kuitenkin verkkoyhtiöittäin eroa. Kaikille järjestelmistä on kuitenkin yhteistä se, että niiden antamat tiedot kuvaavat tilannetta sähköverkossa eli kyseessä on tilannekuvajärjestelmät.

Nykyisten järjestelmien soveltuminen tilannekuvan antamiseen suurhäiriössä on rajoittunut. Suurin osa järjestelmistä on tarkoitettu pelkästään sähköyhtiön itsensä käyttöön, jolloin niitä on vaikea hyödyntää toimijoiden väliseen kommunikointiin. Järjestelmistä sähköyhtiöiden tarjoamia internet- ja tekstiviestipalveluja voidaan hyödyntää tilannekuvan luomisessa muille toimijoille, esimerkkinä kuvassa 6.2. Turku Energian keskeytysinfopalvelu. Tämä vaatii kuitenkin sen, että toimijan on itse etsittävä tietoa internetistä.

Turku Energian sähköverkon tilanne tällä hetkellä

Vikakeskeytys ● Työkeskeytys ●

[Näytä ohje](#)



Siirry osoitteeseen (esim. Aurakatu 2, Turku)

Mene

Siirry alueelle...

Keskeytystiedot: Pohjoinen	Lukumäärä	Sähköttömät muuntamot	Sähköttömät asiakkaat
Vikakeskeytykset	1	13	383
Työkeskeytykset	0	0	0

Kuva 6.2. Turku Energian keskeytysinfopalvelu. (Turku Energia 2009)

Nykyiset sähköyhtiöiden omat järjestelmät eivät myöskään sisällä sääennusteita, jotka ovat tärkeitä häiriönhallitsemisen kannalta esimerkiksi myrskyssä. Tällä hetkellä nämä tiedot saadaan sähköpostilla tai joudutaan hakemaan sääpalveluntarjoajan järjestelmästä. Nykyisten järjestelmien ottaminen kuitenkin tilannekuva-järjestelmän pohjaksi on tärkeää, koska niistä saadaan verkon tilaan liittyviä olennaisia tietoja. Turoffin (2002) mukaan järjestelmää, jota ei käytetä normaalitilanteessa, ei käytetä myöskään häiriön aikana. Tämän takia nykyisten verkkoyhtiön tietojärjestelmien sisällyttäminen tilannekuvajärjestelmään olisi järkevää.

Energiateollisuus ry avasi syyskuussa 2011 kotisivuilleen Suomen jakeluverkonhaltijoiden yhteisen häiriösivun. Sivun tarkoituksena on ollut koota yhteen paikkaan linkit kaikkien jakeluverkonhaltijoiden häiriöinfosivuille tai tarvittaviin yhteystietoihin. Yksittäisen verkkohaltijan häiriösivulle pääsee joko kyseessä olevaa verkkoaluetta karttapohjalta klikkaamalla tai hakutoimintoa käyttäen.

7 Hätäkeskusten ja pelastuslaitosten operatiivisen toimintaan tarkoitetut tietojärjestelmät

Pelastuslaitosten ja hätäkeskuksen toiminta perustuu päivittäiseen onnettomuuksien hallintaan. Pelastuslaitos hoitaa ihmisten ja omaisuuden pelastamisen vaaralta, kun taas hätäkeskuksen vastuulla on hälytyksen anto viranomaisille. Sähköhuollon suurhäiriössä nämä molemmat joutuvat myös toimijoiksi. Pelastuslaitoksen ja hätäkeskuksen järjestelmät toimivat myös hyvänä esimerkkinä järjestelmistä, joita käytetään jatkuvasti onnettomuustilanteissa. Tämän lisäksi hätäkeskuksen järjestelmä on kehitetty toimimaan sekä pelastustoimen, poliisin, sosiaali- että terveystoimen järjestelmien kanssa. Näin se toimii mallina järjestelmästä, joka jakaa tilannekuvaa usean toimijan kesken.

7.1 Hätäkeskus

7.1.1 Järjestelmät

Suomessa hätäkeskuksen kautta hälytetään poliisi, pelastustoimi, sairaskuljetukset ja sosiaalitoimi. Kaikki numeroon 112 soitetut puhelut yhdistetään hätäkeskuspäivystäjälle. Päivystäjä tekee riskinarvioinnin ja tarvittaessa hälyttää avun. Päivystäjä antaa myös neuvoja ja ohjeita soittajalle tilanteessa selviämiseksi siihen asti, kun apu on saapunut paikalle. Riskinarvioinnin päivystäjä tekee kunkin viranomaisen antamien ohjeistusten mukaan. Kukin viranomainen vastaa oman toimintansa johtamisesta sekä tehtävien järjestykseen laittamisesta. (Hätäkeskuslaitos 2009a)

Hälytyksen tullessa hätäkeskukseen päivystäjä ottaa ilmoituksen vastaan, paikantaa soittajan ja tekee riskinarvioinnin. Paikannus tehdään yleensä soittajan antamien tietojen perusteella, mutta tarvittaessa voidaan tehdä myös mastopaikannusta käyttäen. Riskiarvioinnissa päivystäjä määrittää avun tarpeellisuuden. Jos apua tarvitaan, päivystäjä määrittää valmiiden ohjeistuksien perusteella tehtäväluokan. Tehtäväluokan mukaan hälytetään tarvittavat viranomaiset. Nämä toimenpiteet pitää tapahtua 90 sekunnissa puhelun alkamisesta. (Aaltonen 2010)

Yleisradiolla ja kaupallisilla televisio- sekä radioyhtiöillä on velvoite viranomais-tiedotteiden välittämiseen. Viranomaistiedotteet voivat olla hätätiedotteita tilanteessa, jossa tiedote on tarpeellinen varottaakseen ihmishenkeen, omaisuuteen tai ympäristöön kohdistuvasta välittömästä vaarasta, tai muita viranomaistiedotteita tapauksessa, jolloin uhka tai vaara ei ole välitön. Hätätiedotteet on välitettävä viivytyksettä. (Hätäkeskuslaitos 2009a)

Hätäkeskuslaitos on hankkinut yhtenäisen tietojärjestelmän ELS vuonna 2002. Sama järjestelmä toimii kaikissa hätäkeskuksissa. Järjestelmät eivät kuitenkaan ole yhteydessä toisiinsa. Vuonna 2002 otettiin käyttöön ELS:n puhelin- ja tallennin järjestelmät. 2006 vuonna tehtiin sopimus koko järjestelmän käyttöönotosta kaikissa hätäkeskuksissa. Tietojärjestelmän toimivuuden kannalta hätäkeskus on haasteellinen asiakas, koska järjestelmässä ei saa olla käyttöä haittaavia eikä varsinkaan estäviä vikoja. (Hätäkeskuslaitos 2007) Hätäkeskuksesta saatavat tiedot antavat pohjan viranomaisten johtamis- ja tilannekuvajärjestelmille. Tämän takia

yhtenä kriittisenä kohteena järjestelmän hankinnassa oli liityntärajapinnat muiden viranomaisten järjestelmiin. (Sisäasiainministeriö, Pelastustoimi 2008)

Hätäkeskuslaitos aloitti 2008 vuoden alussa hätäkeskustoiminnan ja tietotekniikan kehittämishankkeen TOTI. Hankkeen tavoitteena on parantaa hätäkeskusten toimintaa ja viranomaisyhteistyötä. Kehityshanke pohjautuu 2007 ilmestyneeseen Valtioneuvoston selontekoon hätäkeskusuudistuksesta. Siinä hankkeen tavoitteeksi on määritetty resurssien käyttämisen tehostaminen toimintamallia muuttamalla sekä hätäkeskustoiminnan yhdenmukaistaminen valtakunnallisella tasolla. Tämän lisäksi tavoitteena on hätäkeskustoiminnan ja tietojärjestelmän uudistaminen sekä keskusten verkottaminen tukemaan toisiaan ruuhkatilanteissa ja poikkeusoloissa. (Hätäkeskuslaitos 2009b) Tietojärjestelmien uudistaminen on edennyt vuonna 2011 tietojärjestelmän hankintapäätökseen. Uuden tietojärjestelmän toimittaa Insta DefSec Oy. Hätäkeskustietojärjestelmä toimitetaan vuosien 2011-2015 aikana. (Hätäkeskuslaitos 2011a)

Hankkeessa on edustajat jokaiselta hätätoimintaan osallistuvalla viranomaisella. Viranomaisyhteistyötä kehitetään näiden lisäksi asiantuntijapooleissa, joissa yritetään huomioida kattavasti hätäkeskusrajapinnalla toimivien viranomaisten näkemykset sekä toimialojen erityispiirteet. Hankkeessa tehdään yhteistyötä myös eri asiantuntijatahojen kanssa. (Hätäkeskuslaitos 2009b)

TOTI hankkeen yhtenä osa-alueena on kenttäjärjestelmien määrittelyprojekti (KEJO). KEJO:n tavoitteena on kehittää osana yhteistä tapahtumankäsittelyjärjestelmää kenttäjärjestelmä, joka tukee järjestelmää käyttävien viranomaisten kenttätoimintaa. Tässä kehityshankkeessa ovat mukana poliisi-, pelastus- ja sosiaali- ja terveystoimi sekä Rajavartiolaitos. (Rantama & Junttila 2011)

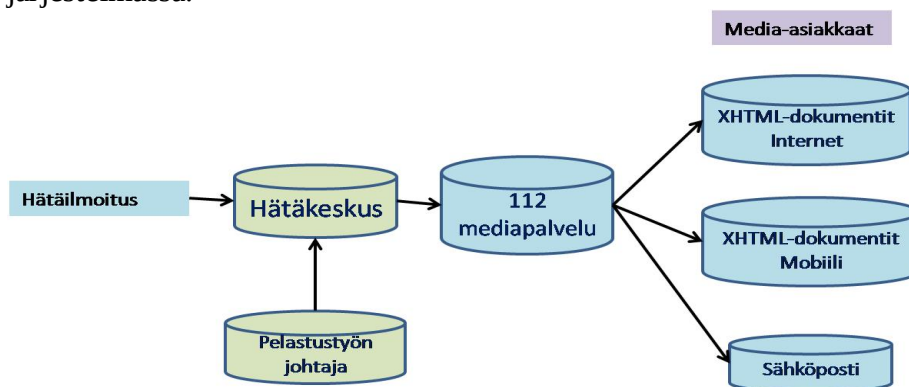
7.1.2 Hätäkeskuksen peto-media

Sisäasiainministeriön pelastusosasto ylläpitää viranomaisten hälytystehtäviin liittyvien tiedotteiden välitykseen tarkoitettua pelastustoimen mediapalvelua peto-mediaa. Tiedotteiden tekninen välitys tapahtuu hätäkeskuksen kautta sovitun toimintamallin mukaisesti. Tehtävästä vastaava viranomainen vastaa itse lähetettävien ensitiedotteiden tehtävälajien sekä sisällön määrittelystä. Tiedottava viranomainen tekee myös päätöksen jatkotiedotteen välittämisestä info-sivuston kautta. Jatkotiedottamisen tarkoituksena on antaa tiedotusvälineille lisätietoa tapahtumista sekä yhteystiedot lausunnon ja lisätiedotteiden antajasta. Jatkotiedote pyritään lähettämään mahdollisimman nopeasti ensitiedotteen jälkeen. Tietoa täydennetään uusilla jatkotiedotteilla tilanteen kehittyessä. Palvelua tarjotaan seuraavissa muodoissa (Hätäkeskuslaitos 2011b):

- Osoitteesta www.peto-media.fi (entinen www.112info.fi) löytyvät julkiset sivut, jotka ovat tarkoitettu yleisölle.
- Osoitteesta www.peto-media.fi/logon löytyy mediakäyttäjälle tarkoitettu sivusto.
- Osoitteesta www.peto-media.fi/pda löytyy mediakäyttäjille tarkoitettu mobiilisivusto.
- Osoitteesta www.peto-media.fi/hakemus löytyy käyttäjätunnushakemuslomake, jolla uusi käyttäjä voi hakea tunnuksia sivustolle sisäasiainministeriöltä.

Medialle tarkoitettuun palveluun kuuluu mediahälytys sähköpostina, automaattisesti päivittyvä ensitiedote internetsivu, toiminnanjohtajan tarvittaessa antama jatkotiedote internetsivuna, ensitiedote ja jatkotiedote mobiilipalveluna sekä jatkotiedote sähköpostina. (Pelastustoimi 2007)

Jos onnettomuustilanteessa toimii useita viranomaisia, tiedottamisesta vastaa se viranomainen, joka on johtovastuussa toiminnasta. Peto-media tiedotteen välittäminen toimii hätäkeskuksen järjestelmän kautta. Järjestelmän kautta tiedotetaan lähes kaikista pelastustoimen tapahtumista. Tietoja sairaskuljetuksista ja poliisin tehtävistä ei julkaista. Kuva 7.1 esittää mediatiedotteiden julkaisua peto-media-järjestelmässä.



Kuva 7.1. Mediatiedotteen julkaisu ja jakelu. (Pelastustoimi 2007)

Ensitiedote lähetetään suoraan hätäkeskuksen tietojärjestelmästä yleisölle. Se perustuu aina hätäilmoituksen tekijän antamiin tietoihin. Tämä voi aiheuttaa epätarkkuutta tiedotteeseen. Julkisella sivustolla ylläpidetään tietoja 100 viimeisimmästä ensitiedotteesta. Tiedotteessa näkyy tapahtuman paikkakunta, tapahtumalaji ja ajankohta. Palveluun liittyneille median edustajille lähetetään automaattisesti mediahälytys, jos tehtävä on arvioitu suureksi, keskisuureksi tai sillä nähdään olevan muuten uutisarvoa. Medialle tarkoitettu ensitiedote sisältää tiedot hätäkeskus-alueesta, tapahtumakunnasta, osoitteen, tapahtumalajin, ilmoitusajan ja hälytetyt yksiköt. (Pelastustoimi 2007)

7.2 Pelastuslaitoksen järjestelmät

Aluepelastuslaitoksen tehtäviin kuuluu tulipalojen ja muiden onnettomuuksien ehkäisy, pelastustoiminta, sairaankuljetus sekä varautumis- ja valmiustoiminnot. Valmiustoiminnan tukemisessa pelastuslaitoksen roolina on luoda tilannekuva häiriön mahdollisesta aiheuttajasta, siitä onko ihmisiä vaarassa ja onko häiriö mahdollisesti kehittymässä pahemmaksi. (Lehtonen 2009) Valmiuslain 40 §:n mukaan yleinen varautuminen on kunnan vastuulla. Pienissä kunnissa resurssien riittäminen voi tulla ongelmaksi etenkin suurissa onnettomuuksissa kuten sähköhuollon suurhäiriöissä. Suomessa on 2004 vuoden alusta ollut 22 hallinnollista pelastuslaitosta.

Kaikilla pelastuslaitoksilla on käytössään PRONTO-järjestelmä (Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto). PRONTO:on syötetään onnettomuudet ja tehtävät. Järjestelmä toimii tilastointiin ja resurssienhallintaan. Järjestelmä toimii valtakunnallisesti niin, että myös sisäministeriöllä on mahdollisuus tarkastella tietoja

esimerkiksi vasteaikoja. Hätäkeskus saa järjestelmästä tiedon vapaana olevista yksiköistä. (Aarnio 2009; Kokki 2007)

Nykyisin kenttäjärjestelminä pelastuslaitoksilla käytetään PEKE:ä (Pelastustoimen kenttäjohtamisjärjestelmä) sekä Merlotia. PEKE on lähes kaikilla pelastuslaitoksilla. Se pohjautuu poliisin käyttämään POKE-järjestelmään (Poliisin kenttäjohtamisjärjestelmä). Merlot on tuoteperhe, johon kuuluu esimerkiksi Merlot mobile, office, palotarkastus ja medi. Nämä nykyiset kenttäjärjestelmät tulevat tulevaisuudessa korvautumaan uudella järjestelmällä hätäkeskuksen TOTI hankkeen myötä. (Rantama & Junttila 2011)

Merlotilla voidaan seurata hälytysalueen tilannetta, sekä taulukoissa olevaa yksiköiden tilannetta. Yksiköt on järjestetty matkalla, vapaana ja kohteessa oleviin sekä ei käytössä oleviin. Ajoneuvoissa on käytössä Merlot mobile. Sen avulla kartalle saadaan näkyviin määräpaikka heti tehtävän tullessa. Järjestelmällä voidaan myös seurata muiden yksiköiden liikettä. Johtoryhmiä kuunnellaan ja nauhoitetaan tarvittaessa valvomossa. Nauhoitettavat keskustelut ovat johdon ja paloauton välisiä. Asiakkaiden soittoa ei nauhoiteta. (Aarnio 2009)

Yhteydenpitoa hoidetaan VIRVE:llä. Myös viestit yksiköiden tilasta lähetetään VIRVE:n kautta Merlotiin. Merlotista tilaviestit toimitetaan edelleen hätäkeskuksen järjestelmään. VIRVE:llä voidaan kuunnella useita ryhmiä ja kuuluttaa yhtä aikaa useampaan ryhmään. Tiehallinnolta pelastuslaitos saa tietoja korjauksista ja muutoksista päivittäin. Ilmatieteenlaitokselta saadaan ilmoitus tiedotteista ja varoituksista sähköpostilla. Tämän jälkeen internetpalvelusta voi käydä katsomassa tarkemman tiedotteen. (Aarnio 2009)

Pelastuslaitoksilla on omia valvomoita, joiden tehtäviin kuuluu virka-apupyynnöt, viranomaistiedotteet, tarvittavien tukijärjestelmien hälyttäminen, alkutilanteen tiedottaminen väestölle ja tiedotusvälineille sekä tiedottaminen lääninhallitukselle ja sisäasiainministeriölle. (Lehtonen 2009) Valvomossa toimii myös pelastuslaitoksen puhelinvaihte, jossa hoidetaan asiakkaiden ja laskuttajien soitot. Aluepelastuslaitosten omia valvomoita on lisääntymässä yhä enemmän. Valvomon järjestelmien tehtävä on tukea pelastuslaitoksen omaa toimintaa. Tehtävissä hätäkeskuksen järjestelmä on kuitenkin päätoimija. Pelastuslaitoksen omalla vastuulla olevista asioista valvomossa toimii liikennevalojen ohjaus sekä näkyy palopostien sijainnit. (Aarnio 2009) Pelastuslaitoksen valvomon rooli tilannekeskuksena on lisääntynyt. Jatkossa tilannekeskuksen kautta on tarkoitus pystyä seuraamaan myös sähkö- ja televerkkojen vikatilannetta ja reagoimaan tarvittaessa niihin tilanteisiin. (Rantama & Junttila 2011)

Yhteydenpito sähköyhtiöiden kanssa hoidetaan yleensä hätäkeskuksen kautta. Pelastuslaitoksella ei tiedetä kaikkia sähkölaitosten vastuulla olevia alueita. Sähkölaitosten kanssa on harjoiteltu toimintaa suuressa myrskyssä, käyttämällä niin sanottua yhteysupseeria. Yhteydenpito on lähetetty joko pelastuslaitokselta sähköyhtiöön tai toisinpäin harjoituksen ajaksi. VIRVE verkon kautta voidaan pitää yhteyttä sähköverkkoyhtiön kanssa tarvittaessa. Luonnon onnettomuuksissa johtovastuu on pelastusviranomaisella, mutta vain yleisjohdon osalta. (Aarnio 2009)

Tampereen aluepelastuslaitoksella on käytössä Tampereen sähkölaitoksen kanssa edellä mainittu yhteysupseeri käytäntö. Tämän lisäksi aluepelastuslaitos on sopi-

nut sähkölaitoksen kanssa toiminnasta molempia koskevissa laajoissa häiriöissä. Alueen päivystävän palopäällikön tai päällikköpäivystäjän pyynnöstä valvomo voi ilmoittaa valmiustoiminnasta sähkölaitokselle. Laajan sähkökatkon sattuessa sähkölaitos voi esittää tukitoimintapyynnön aluepelastuslaitoksen valvomoon. Johtamisvastuu häiriössä on jaettu niin, että sähkölaitos hoitaa sähköön liittyvän operatiivisen johtamisen, ja pelastuslaitos oman vastuualueensa operatiivisen johtamisen. (Lehtonen 2009)

8 Tilannekuvajärjestelmät – nykytila ja sovelluskohteet

Tässä luvussa esitellään esimerkkejä käytössä olevista tilannekuvajärjestelmistä, sekä joihinkin projekteja joitten tavoitteen on kehittää tilannekuvajärjestelmä. . Sähköverkon tilannekuvajärjestelmiä ei löydy vielä paljon, mutta sotavoimissa ja ympäristöonnettomuuksien hallinnassa järjestelmiä on kehitetty jo pitempään.

Esitellyistä tilannekuvajärjestelmistä osa on tarkoitettu vain yhden toimijan rajoitettuun käyttöön ja toiset taas usealle samassa tapahtumassa toimivalle taholle. Etenkin ympäristöpuolen järjestelmät ovat useammalle käyttäjälle tarkoitettu, koska onnettomuudetkin koskevat useita osapuolia.

8.1 Valmiit järjestelmät

8.1.1 SUSIE

SUSIE (Samverkan under störning inom elförsörjningen) on ruotsalaisille sähkönjakeluyrityksille sähköhuollon häiriöiden hallitsemiseen tarkoitettu tietojärjestelmä. Svensk Energi ja sen jäsenet kehittivät suurhäiriöiden hallintaorganisaation, joka toimii pohjana uudelle kriisi- ja valmiusorganisaatiolle. Svenska Kraftnät, Svensk Energi ja sähkönjakeluyritykset ottivat vastuulleen SUSIE:n kehittämisen. (SUSIE 2005a)

Järjestelmässä Ruotsi on jaettu seitsemään yhteistyöalueeseen, joille on valittu johtoryhmät. Jokainen sähkönjakeluyhtiö raportoi oman myrskytilanteensa järjestelmään. Näin alueiden johtoryhmät saavat tilannekuvan tapahtumasta ja voivat kohdentaa resurssit tehokkaasti. SUSIE on tehty suurempien häiriöiden hoitoon, mutta siinä on myös toimintoja, joita voidaan käyttää normaalitilanteissa. SUSIE sisältää myös digitaalisen kirjaston dokumenteille, sopimuksille ja muulle tiedolle. (SUSIE 2005a)

SUSIETA käytetään internetsivuston kautta. Sieltä löytyvät karttakuvat, joissa näkyy jakelualueiden tilanne. Tämän lisäksi järjestelmästä löytyy listaus, jossa on tietoja yhtiöiden tilanteista ja tapahtumista. Järjestelmä sisältää myös yhteystietolistan, johon on kirjattu toimijoiden yhteystietoja. SUSIE:n kautta voidaan tiedottaa joukkotekstiviesteillä, ennakkoon tilatuilla viesteillä sekä hätätiedotteella. Tapahtuman alkaessa järjestelmä lähettää automaattisesti käyttäjille tiedotteen tekstiviestillä. (SUSIE 2005b)

Järjestelmä muodostuu tilaraporteista, joissa yrityksille näytetään tilanne kunnittain. Järjestelmästä löytyy myös raportti johon voi kirjata resurssien käyttöä ja tarpeita. Päiväkirjaosioon voi kirjoittaa muistioita yleisesti käytettäväksi. Järjestelmästä löytyy myös keskustelualue käyttäjien väliseen kommunikointiin. Resurssitiedostosta löytyy tietoja osaamisista, ajoneuvoista ja apuvoimasta. Historiaosiosta saadaan tietoa jokaisesta menneestä tunnista. (SUSIE 2005b)

8.1.2 VERDE

VERDE (Visualizing Energy Resources Dynamically on Earth) luotiin helpottamaan sähköverkon tilan visualisointia. Järjestelmässä voidaan esittää Google Earth -palvelun päällä tietoa sähköverkosta ja siihen liittyvistä aiheista. Järjestelmällä pystyy esittämään linjojen statukset ja sähkökatkot sekä niiden aikaa ja paikkaa koskevat tiedot ja niiden vaikutukset väestöön, liikenteeseen sekä infrastruktuuriin, analyysien ja ennustusten tulokset sekä säätilat ja -ennusteet. (Shankar et al. 2008)

Reaaliaikainen sähköverkkojen valvonta perustuu jo olemassa olevaan tieto- ja kommunikointijärjestelmiin. Valvontaan käytetään SCADA-järjestelmiä ja kommunikointijärjestelmiä, jotka ovat jokapäiväisessä käytössä verkkoyhtiöissä. Yksittäiset yhtiöt pystyvät käyttämään myrskynkin aikana näitä järjestelmiä omien verkkojensa seuraamiseen ja hallintaan. Saadakseen kokonaiskuvan myrskyn vaikutuksista yhtiöt kokoaa järjestelmään listauksen sähköverkkojensa tilasta. Tietoihin pääsee käsiksi jakamiseen tehdyn sisäisen verkon kautta. VERDE näyttää sähköverkot joiden jännite on vähintään 230 kV, koska pienempien jännitteiden mukaan lukeminen kasvattaisi tarkasteltavien linjojen määrää huomattavasti. (Shankar et al. 2008)

Säättiedot saadaan eri tarjoajilta esimerkiksi sivustolta <http://www.weather.com/>. Järjestelmässä on mahdollista nähdä katkoksesta kärsivät linjat säätilan yläpuolella. Tämä ominaisuus helpottaa säätilan ja linjojen toiminnan riippuvuuden tarkastelua. Järjestelmä tarjoaa arvioita väestön määrästä vaikutusalueella, ennakoitavaa tehon laskusta, vaikutuksesta kuljetusreitteihin sekä verkkoyhtiöille ja muille osallisille, kuten paikallisille, valtiollisille sekä liittovaltiollisille viranomaisille. (Shankar et al. 2008)

8.1.3 e-terravisionTM

e-terravision on kehitetty parantamaan sähkökatkojen ja jännitekuoppien torjuntaa. Se on tehty yhteistyössä suurimpien käyttäjien American Electric Powerin, Northeast Utilities Systemin ja Ameren kanssa. Sen pohjana toimi paikkatietojärjestelmä (Geo Information System, GIS). Järjestelmä on suunniteltu auttamaan operaattoreiden toimintaa mahdollisten suurten häiriöiden ennustamisessa, häiriöihin ennakoimisessa, niiden valvonnassa ja estämisessä. Se mahdollistaa verkon visualisoinnin reaaliaikaisesti sekä auttaa oikeiden toimenpiteiden valinnassa. (AREVA 2006)

Ensimmäinen 2007 vuonna ilmestynyt versio e-terravisionista sisälsi vain graafisen katkojenhallinnan, alueen monitoroinnin ja luotettavuusarvioinnin. Seuraavassa 2008 tullessa versiossa on näiden lisäksi luotettavuuden ennustamisosio. Kehitteillä on vielä versio, johon tulee edellisten lisäksi markkinoiden analysointiosio sekä sää- ja salamatietoja. Salamatietoja säilytetään omassa tietokannassaan, joka päivittyy 5 minuutin välein. Järjestelmä suodattaa verkosta kaukana olevat salamat pois esityksestä. Kun ohjelma on suodattanut niistä verkon lähellä olevat tapaukset, nämä tiedot muutetaan Google:n karttapalvelujen käyttöön sopivaksi. Tällöin salamatietoja voidaan tarkastella e-terravisionissa lisäksi Google Earthissa tai Google Mapsissa. Palvelu helpottaa vian paikannusta ja vähentää tarvittavien kytkinkokeilujen määrää. Sääpalvelulla saadaan reaaliaikaista satelliittikuvaa säätiloista. Säättiedot voidaan tuoda salamatietojen kanssa samaan näyttöön e-

terravision -järjestelmään. Säättietoja saadaan Yhdysvaltojen kansallisesta sääpalvelusta. (Owen 2008)

8.1.4 COP21

Kanadan puolustusvoimat on kehittänyt COP21 tilannekuvajärjestelmän sotilaskäyttöön. Järjestelmä tarjoaa yhden pisteen kautta pääsyn lukuisiin tietolähteisiin. Lisäksi se tarjoaa tiedon suodattamisen, järjestelyn sekä välittämisen kansioiden avulla. Se sisältää myös näkymän useisiin dokumentteihin kerralla sekä kontekstuaalisen hakupalvelun. Järjestelmässä on myös internetpohjainen karttapalvelu sekä mahdollisuus integroida sovelluspalveluja järjestelmään. (Estey et al. 2005)

Koska COP21 on portaalipohjainen, se ei itsessään korvaa olemassa olevia sovelluksia. Portaalina se kuitenkin tarjoaa mahdollisuuden päästä useisiin tietolähteisiin yhdeltä työpisteeltä. Käyttäjät pääsevät käsiksi tietoihin internetpohjaisella sovelluksella ja voivat esittää ne yhdessä näkymässä. Järjestelmä on mahdollista asettaa hälyttämään automaattisesti, kun tehtävään liittyvää tietoa tulee lisää. Myös muut järjestelmät (esimerkiksi sähköpostiohjelmat) voivat tuoda ja päivittää tietoa COP21:en kansioihin. COP21 käyttää paikkatietojärjestelmää, jonka avulla käyttäjät saavat karttakuvan tilanteesta. Palvelu mahdollistaa myös karttojen muuntelun ja tallentamisen kansioihin. Tämän avulla analysoijat voivat kehittää yksityiskohtaisia karttoja ja laittaa ne kansioihin, joista yksittäiset käyttäjät pääsevät muokkaamaan niitä omaan käyttöönsä. (Estey et al. 2005)

8.1.5 ARGOS

ARGOS on tehty parantamaan kriisinhallintaa tilanteissa, joissa on CBRN (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear) päästöjä. Järjestelmää käytetään esimerkiksi CBRN-teollisuudessa tai vaarallisten aineiden kuljetuksessa sattuvissa onnettomuuksissa sekä terrori-iskuissa. Järjestelmää voidaan käyttää myös onnettomuustilanteiden harjoitteluun simulointiominaisuuden avulla. ARGOS luotiin alun perin tukemaan Tanskan häiriönhallintaviraston ydinvoimaosaston toimintaa ydinvoimaan liittyvien onnettomuuksien hallinnassa. (Prolog Development Center 2009)

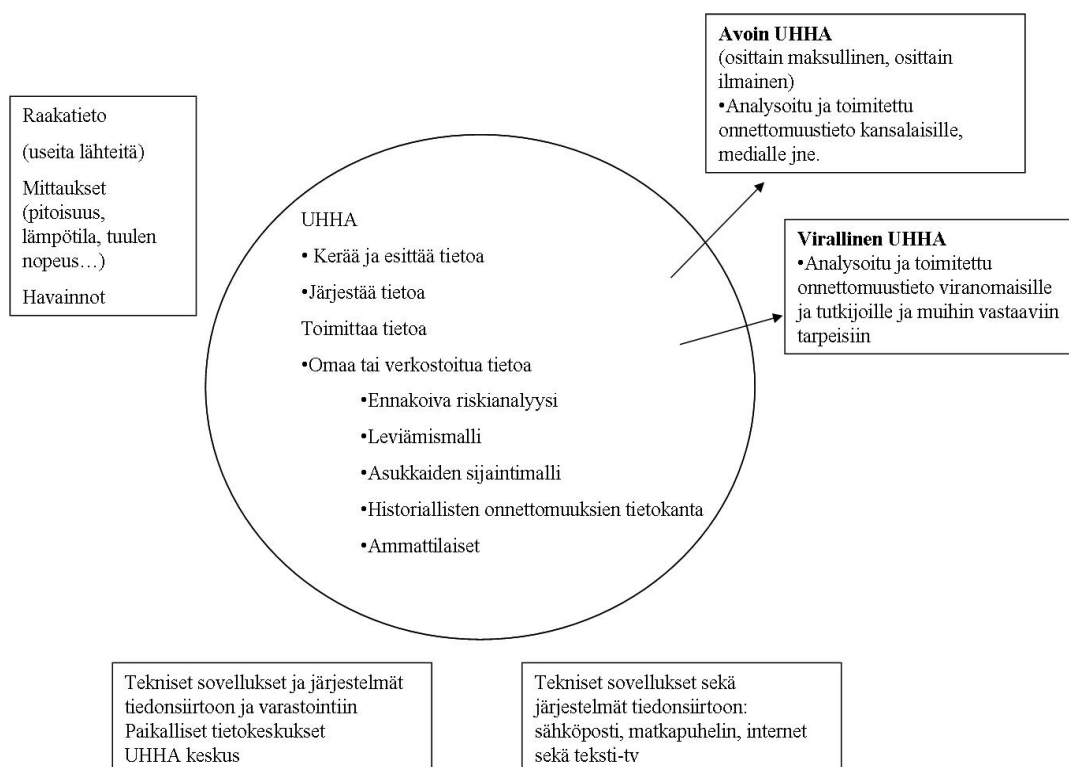
Tiedon esityksen pohjana käytetään järjestelmän omaa GIS-sovellusta. Sovelluksen avulla voidaan esittää useaa eri informaatiota digitaalisilla kartoilla. Järjestelmä voi esittää leviämisenusteen, meteorologista tietoa sekä muuta maantieteelliseen sijaintiin liittyvää tietoa. ARGOS:lla saa tietoa alueella päivä- tai yöaikaan olevien ihmisten määrästä. Tämän lisäksi tietoa saadaan alueella sijaitsevista kouluista ja sairaaloista sekä muista julkisista laitoksista. Järjestelmässä voidaan simuloida myös useita samanaikaisia onnettomuuksia. Tämän lisäksi tiedostoja voidaan tuoda useissa eri lähteistä ja järjestelmistä, myös muilta organisaatioilta. Järjestelmästä löytyy yksinkertaistettu versio internetsivuilta. NucInfo on sivusto, josta tavalliset ihmiset saavat tietoa kriisistä. Sivusto myös helpottaa tiedonsiirtoa häiriönhallintaorganisaatiolta yleisölle. Verkossa oleva ennustamisosio on hyvin karsittu versio oikeasta järjestelmästä. Internetsovellus mahdollistaa sen, että paikallinen pelastusviranomainen voi tehdä itse alkuvaiheen ennustukset ilman yhteydenottoa onnettomuustilanteen johtoon. (Prolog Development Center 2009)

8.2 Kehitteillä olevat järjestelmät

8.2.1 UHHA

UHHA (Uhkatilanteiden Hallinta) on VTT:ssä toteutettu projekti, jossa kehitettiin kehys tilannekuvajärjestelmälle. Järjestelmä kerää tietoa uhkatilanteesta eri kanavien kautta, yhdistää ja analysoi tietoa paremman tilannetietoisuuden saavuttamiseksi sekä lähettää analysoidun tilannekuvan pelastusjoukoille, toimijoille sekä osakkaille. (Molarius et al. 2009)

Kuva 8.1. esittää UHHA:n lopullisen toimintakehyksen. Järjestelmä toimii välittäjänä, joka analysoi mitattua ja muualta saatua tietoa, ja lähettää analysoidun tiedon edelleen tarvitsijoille. Järjestelmä on jakautunut kahteen osaan, avoimeen ja viralliseen UHHA:an. Näiden kautta voidaan tieto jakaa käyttäjän tarpeen ja käyttöoikeuksien mukaan.



Kuva 8.1. UHHA:n toimintakehys. (Molarius et al. 2009)

UHHA -projektissa ilmeni, että uusi erillinen järjestelmä ei ole tarpeen vaan olisi parempi kehittää järjestelmä, jonka voi integroida jo olemassa oleviin uhkatilanteen hallintajärjestelmiin. Ongelmia projektin aikana olivat tiedon rajausta, etsiminen ja yhdisteleminen tiedon määrän kasvaessa jatkuvasti sekä toisaalta esittää kaikista olennaisista tiedoista tulevalle käyttäjälle tilannekuvajärjestelmällä. UHHA:n kaupallistamisessa tulee ongelmaksi se, kuka maksaa järjestelmän. (Molarius et al. 2009)

UHHA:n kaltaisista järjestelmistä toimii esimerkkinä kehitteillä oleva ympäristövahinkojen torjunnan tilannekuvajärjestelmä BORIS II. Se on jatkoa öljyntorjuntaan tehdylle BORIS-paikkatietojärjestelmälle. Järjestelmästä on tarkoitus kehittää

internetpohjainen paikkatietojärjestelmä tukemaan öljyntorjunnan valmiussuunnittelua, öljyvahinkojen kustannustehokasta sekä oikein kohdennettua torjuntaa, onnettomuuden aikaista tiedonvälitystä ja onnettomuuden jälkeisiä korvausneuvotte-luja varten tarvittavan todistusaineiston arkistointia. (SYKE 2009)

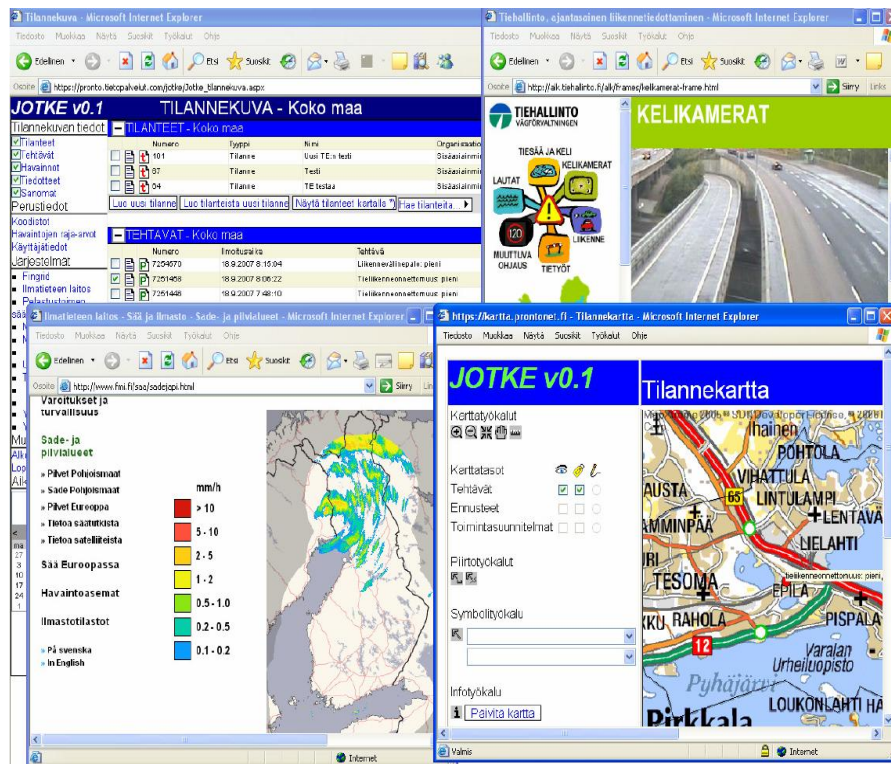
Öljyntorjuntaa johtava viranomainen voi BORIS II:lla tarkastella karttajärjestelmässä rinnakkain torjunnan suunnitteluun liittyvää aineistoa, kuten torjuntakaluston sijaintia, kriittisiä suojelukohteita, liikenneverkkoa sekä satamarakenteita. Näkymään saa myös satelliitti- ja lentovalvontakuvia, joista voi nähdä öljyn sijainnin. Järjestelmässä on yhteys sää- ja olosuhdetietoihin, joiden avulla öljyn kulkeutumista voi ennustaa. Maastossa liikkuvat ryhmät voivat syöttää tekemänsä havainnot suoraan järjestelmään. (SYKE 2009)

UHHA:n rakennetta voitaisiin harkita myös sähköhuollon suurhäiriöissä käytettäväksi. Etenkin järjestelmän jakaminen avoimeen ja viralliseen osioon sopisi käytettäväksi suurhäiriötilanteessa. Tällöin voitaisiin tiedottaa sekä yhteistyötoimi-joille, että asiakkaille samalla järjestelmällä.

8.2.2 Pelastustoimi, JOTKE

Pelastuslaitos muodostaa tilannekuvansa useista eri lähteistä saatavan tiedon perusteella. Päivystävien johtajien käytettävänä on tieto omien yksiköiden varausas- teesta sekä paikkatietolähettimillä varustettujen yksiköiden sijainnista. Yleensä tieto tulee ensimmäiseksi hätäkeskuksesta. He lähettävät ennakkosuunnitelman mukaiset yksiköt tapahtumapaikalle. Pelastustoimenjohtajalla on käytössään joh- toyksikön johtamisjärjestelmiä. Tarvittaessa pelastustoimenjohtaja voi hälyttää li- säresursseja johtamistoiminnan avuksi tapahtumapaikalle tai johtokeskukseen. Sä- teilytilanteessa hätäkeskus ja säteilyturvakeskus saavat varoituksen valvontajärjes- telmän kautta. Säteilyturvakeskuksen tekemän tilannearvion perusteella annetaan pelastuslaitoksille toimintaohjeet. Hätäkeskus voi käynnistää pelastuslaitoksen toiminnan myös ilmatieteenlaitoksen tilannearvion pohjalta. (Keski-Suomen pe- lastuslaitos 2009)

Kuva 8.2 esittää järjestelmän toimintoja. JOTKE sisältää tilannekartan, jossa on nähtävillä tehtävät, ennusteet ja toimintasuunnitelmat. Järjestelmän tilannekuva- toiminnossa nähdään tapahtumassa olevat tehtävät, voidaan etsiä tietoa ja pitää yhteyttä muiden tahojen järjestelmiin. Tiehallinnolta ja ilmatieteenlaitokselta saa- daan tietoa vallitsevasta säästä ja olosuhteista.



Kuva 8.2. Pelastustoimen tilannekuvajärjestelmän toimintoja. (Kohvakka 2008)

Hätäkeskukset toimittavat hätäilmoitus- ja hälytystiedot pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilastointijärjestelmään. Tämän jälkeen JOTKE muodostaa tilannekuvan edellä mainittujen sekä yhteistyöorganisaatioiden, kuten Säteilyturvakeskuksen ja Ilmatieteenlaitoksen, toimittamien tietojen perusteella. Lääninhallituksen pelastusosastot, nykyisin aluehallintoviraston pelastustoimi, analysoivat alueillaan olevia onnettomuuksia, uhkia ja resursseja sekä muodostavat niistä tilannekuvaa läänin näkökulmasta. Tämä toimii lisäinformaationa JOTKE:n luomalle tilannekuvulle. (Sisäasiainministeriö 2008)

Tilannekuvajärjestelmään kuuluu myös toiminto väestön varoittamiseksi rauhan ajan äkillisistä vaaratilanteista ja poikkeusolojen ilmauuhkatilanteista. Hätäkeskus voi käynnistää väestönvaroittamisen, saatuaan hälytysviestit hätäkeskustietojärjestelmään. Tilannekuvajärjestelmä parantaa eri hallinnon tasojen tiedon koodinäätiötä, kun kaikilla toimijoilla on reaaliaikainen tieto tapahtumasta ja muiden toimista. Järjestelmän kautta voitaisiin myös järjestää ulkoista tiedottamista, joka mahdollistaisi reaaliaikaisten tiedotteiden jakamisen medialle. (Sisäasiainministeriö 2008) Aluehallintoviraston työryhmä suosittelee raportissaan (Sisäasiainministeriö 2011), että JOTKE järjestelmää käytetään pelastustoimen tilannekuvan välittämiseen.

8.2.3 Yleiset järjestelmät, ARTEMIS

ARTEMIS on kehitetty Euroopan komission projektissa tietämyspohjaiseksi häiriönhallintajärjestelmäksi. Projektin aikana ARTEMIS:a käytettiin mallintamaan hätätilanhallintaa tulvatilanteessa sekä teollisuuden onnettomuudessa. Järjestelmä jakautuu häiriön tunnistukseen, vaikutusten arviointiin ja häiriötilanhallintatoimintaan.

Häiriötilanteessa on kaksi huomattavaa vaihetta, ensimmäisenä varautuminen häiriöön ennen sen syntymistä ja toisena vaihe, jolloin onnettomuus ja vaikutukset ilmestyvät. Ensimmäisessä vaiheessa valvotaan fysikaalista järjestelmää ja olojen kehittymistä, kuten sääennusteita. Tällöin päämääränä on saada tarpeeksi tietoa nykyisestä ja odotetusta tilanteesta tulvan estämiseksi. Häiriönhallintaorganisaatioita voidaan pyytää varautumaan tulevaan toimintaan. Seuraavassa vaiheessa keskittyminen on vaikutusalueessa. Tässä tapauksessa prioriteettina häiriönhallintaorganisaatiolle on luoda kunnollinen hallintasuunnitelma tulvan vaikutusten välttämiseksi tai vähentämiseksi. ARTEMIS:sa on molempien vaiheiden hallintaan omat rajapinnat. (Hernández et al. 2001) Järjestelmästä ei löydy tuoreempia tietoja käytetyn julkaisun jälkeen, joten on mahdollista, että järjestelmää ei ole kehitetty loppuun asti.

9 Jakeluverkonhaltijoille suunnattu kyselytutkimus suurhäiriöihin liittyen

Hankkeen alkupuoliskolla tehtiin jakeluverkonhaltijoille kysely sähköhuollon suurhäiriöihin liittyen. Kysely oli varsin laaja ja sen avulla selvitettiin mm. verkonhaltijoiden kokemuksia sähköhuollon suurhäiriöistä sekä varautumista suurhäiriöihin ja niitä lievempiin sähkökatkostilanteisiin. Lisäksi selvitettiin verkonhaltijoiden käsityksiä suurhäiriöiden todennäköisyydestä, asiakkaiden ja muiden tahojen varautumisesta sekä suurhäiriöiden aikaisen tiedonvaihdon kehittämistarpeista. Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi kyselyn toteutus sekä hankkeen keskeimpään tavoitteeseen eli suurhäiriöiden hallintaa tukevan tietojärjestelmäkonaisuuden kehittämiseen liittyviä kyselytuloksia. Kyselyn muihin osa-alueisiin liittyviä tuloksia on kuvattu jossakin määrin raportin muissa osissa. Kyselylomake saatteineen on kokonaisuudessaan liitteessä 2. Liitteessä 3 on luettelo kyselyn piiriin kuuluneista verkkoyhtiöistä. Kokonaisuudessaan kyselytulokset käyvät ilmi raportin liitteestä 4

9.1 Kyselyn toteutus ja aineisto

Kysely toteutettiin huhti-toukokuussa 2010 sähköisenä kyselynä Digium-työkalulla (<http://www.digium.fi>) ja se jakaantui seuraaviin osiin:

1. Yrityksen (= jakeluverkonhaltijan) varautuminen pitkäkestoisiin ja/tai laajoihin sähkökatkoihin
2. Kokemukset sähköhuollon suurhäiriöistä
3. Arvio sähköhuollon suurhäiriöiden todennäköisyydestä
4. Arvio eri tahojen varautumisesta sähköhuollon suurhäiriöihin
5. Näkemykset suurhäiriöihin liittyvän tiedonvaihdon kehittämisestä

Kyselyn kohderyhmänä olivat Suomessa toimivat jakeluverkonhaltijat. Ajantasainen lista näistä haettiin Energiamarkkinaviraston [www-sivuilla](http://www.sivuilla.fi). Listan 88:stä verkonhaltijasta kaksi jätettiin kyselyn ulkopuolelle, koska ne olivat pieniä teollisuusympäristössä toimivia verkonhaltijoita. Luettelo kyselyn piiriin kuuluneista jakeluverkonhaltijoista on liitteessä 3.

Kyselyn lähettämisessä tarvittavat sähköpostiositteet saatiin suurimmaksi osaksi Energiateollisuus ry:ltä. Se antoi kyselyä varten käyttöön jäsenyritystensä verkkojohtajien sähköpostiosoitteetiedot. Energiateollisuus ry:hyn kuulumattomien verkonhaltijoiden sähköpostiositteet haettiin suurimmaksi osaksi näiden kotisivuilta. Kyselyn vastaanottajaksi valittiin käyttöpäällikkö tai vastaava, tai jos tällaista ei ollut [www-sivuilla](http://www.sivuilla.fi) mainittu, valittiin vastaanottajaksi yrityksen toimitusjohtaja.

Ennen kyselyn kutsusähköpostien lähettämistä Energiateollisuus ry lähetti omille jäsenyrityksilleen ennakkoilmoituksen kyselystä. Tämän tavoitteena oli motivoida verkonhaltijoita kyselyyn vastaamiseksi. Ennakkoilmoituksen liitteenä oli kysely siihen liittyvine johdantoteksteineen ja vastausohjeineen pdf-muodossa (liitteen 2 mukainen dokumentti). Tämän mukaan liittämisen tarkoitus oli antaa vastaanottajille mahdollisuus tutustua ennakolta kyselyyn ja tehdä näin varsinainen kyselyyn vastaaminen mahdollisimman helpoksi. Niiden verkonhaltijoiden kohdalla, jotka

eivät olleet mukana Energiateollisuus ry:n sähköpostijakelussa, lähetettiin vastaava sähköposti tutkimuksen toteuttaneen tahon toimesta.

Kyselyyn vastaamisaika oli reilu viisi viikkoa (31.3.-7.5.2010) ja tänä aikana kyselyyn saatiin vastaukset 51 taholta. Koska yksi vastaus oli annettu kahden samaan konserniin kuuluneen verkonhaltijan puolesta, kattoivat vastaukset siten 52 jakeluverkonhaltijaa. Näin kyselyn vastausprosentti muodostui varsin korkeaksi, 60 %. Tämä oli käytännössä sama kuin Energiateollisuus ry:n vuonna 2006 toteuttamassa kyselyssä koskien jakeluverkonhaltijoiden varautumista häiriötilanteisiin (Energiateollisuus 2006).

Kyselyyn vastanneet verkkoyritykset jakautuivat verkon keskimääräisen kaapelointiasteen mukaan seuraavasti: 48 % yrityksistä keskimääräinen kaapelointiaste oli alle 30 % (verkkotyyppi ”maaseutu”, vrt. Energiateollisuus ry:n keskeytystilastointi), 40 % yrityksistä kaapelointiaste oli välillä 30-75 % (taajama), 12 %:ssa kaapelointiaste oli yli 75 % (city).

Kyselyyn vastanneiden jakeluverkonhaltijoiden loppukäyttäjille luovuttama sähköenergia vastasi noin 83 % Suomen kaikkien jakeluverkonhaltijoiden luovuttamasta sähköenergiasta. Vastaavasti kyselyyn vastanneiden jakeluverkonhaltijoiden operoima jakeluverkko (yhteensä 301220 km) oli puolestaan 81 % koko maan jakeluverkosta (kaikki jännitetasot yhteensä). Kyselyyn vastanneet jakeluverkonhaltijat edustivat asiakkaiden määrällä 85 % maan kaikkien jakeluverkonhaltijoiden asiakkaista.

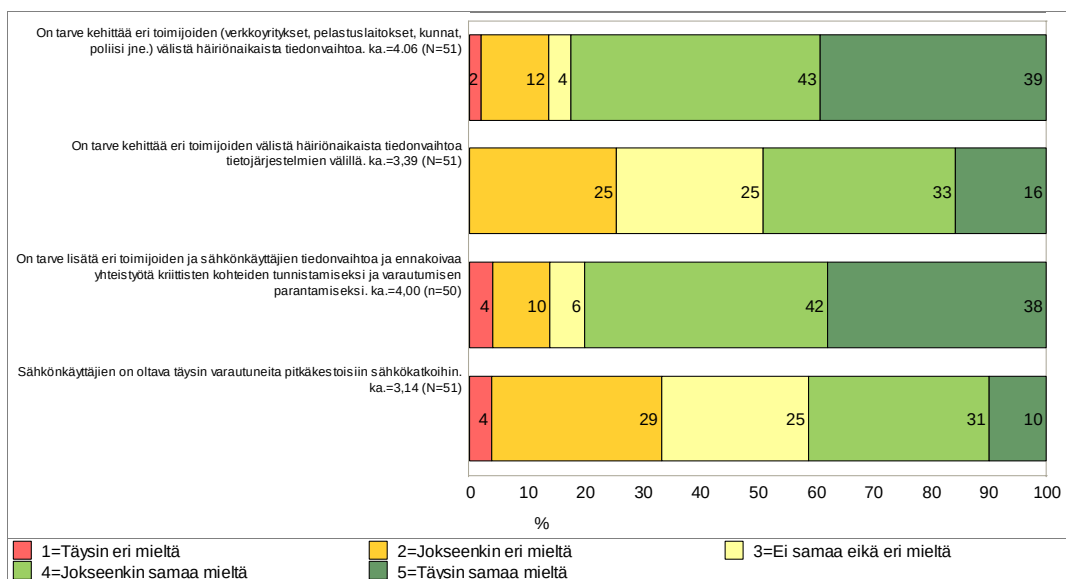
Edellä esitetyt tiedot koskien kyselyyn vastanneita verkonhaltijoita perustuvat Energiamarkkinaviraston julkaisemiin sähköverkkotoiminnan vuotta 2008 koskeviin tunnuslukutietoihin (Energiamarkkinavirasto 2009).

9.2 Tulokset

9.2.1 Näkemykset sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan kehittämistarpeista

Vastaajia pyydettiin ottamaan kantaa neljään väittämään, joista kolme koski sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan kehittämistarpeita ja yksi oli yleisempi sähkönkäyttäjien omaehtoista varautumista koskeva väittämä. Käytetty asteikko oli viisiportainen ja sen ääripäinä olivat vaihtoehdot ”täysin eri mieltä” ja ”täysin samaa mieltä”. (Kysymys n:o 38, ks. Liite 2)

Kuvassa 9.1 on esitetty väittämittäin eri vastausvaihtoehtoihin annettujen vastaussten %-osuudet. Vastausprosentti oli kaikkien väittämien kohdalla varsin korkea: Kolmessa tapauksessa kaikki kyselyyn osallistuneet 51 verkonhaltijaa olivat ottaneet kantaa esitettyyn väittämään. Yhden väittämän kohdalla kantaa ottaneiden verkonhaltijoiden määrä oli yhtä pienempi (n=50).



Kuva 9.1. Näkemykset sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan kehittämistarpeista (n=50...51) [kysymys n:o 38, ks. liite 4].

Kuvasta nähdään, että verkonhaltijat näkivät eri **toimijoiden välisen häiriönaikeisen tiedonvaihdon kehittämisen** varsin tärkeäksi (kuvan ylin vaakapalkki). Yli 80 % verkonhaltijoista oli joko *täysin* tai *jokseenkin samaa mieltä* siitä, että on tarpeen kehittää eri toimijoiden (verkkoyritykset, pelastuslaitokset, kunnat, poliisi jne.) välistä häiriönaikaista tiedonvaihtoa (39 % *täysin samaa mieltä*, 43 % *jokseenkin samaa mieltä*). Vain 4 % oli valinnut keskellä olevan vastausvaihtoehdon – *ei samaa eikä eri mieltä*. 12 % oli valinnut vaihtoehdon *jokseenkin eri mieltä* ja vain 2 % vaihtoehdon *täysin eri mieltä*. Antamalla vastausvaihtoehdoille lukuarvot yhdestä viiteen, siten että 1 = *täysin eri mieltä*, 2 = *jokseenkin eri mieltä* jne. (ks. kuvan seliteteksti), saatiin eri toimijoiden välisen häiriönaikaisen tiedonvaihdon kehittämisen tärkeyttä kuvaavaksi keskiarvoksi 4,06. (Tämä ja muiden väittämien keskiarvot on merkitty kuvaan väittämää kuvaavan tekstin perään, ka. = x,xx.)

Lähes yhtä tärkeäksi edellä kuvatun kehittämistarpeen kanssa nousi eri **toimijoiden ja sähkökäyttäjien välisen tiedonvaihdon ja ennakoivan yhteistyön lisääminen kriittisten kohteiden tunnistamiseksi ja varautumisen parantamiseksi** (kuvan kolmas vaakapalkki ylhäältä päin). Ko. väittämään annettujen vastausten keskiarvo oli 4,00 eli hyvin lähellä edellä esitettyä keskiarvoa 4,06. Annettujen vastausten jakaumakin oli hyvin samankaltainen häiriönaikaista tiedonvaihtoa koskeneen kehittämistarpeen kanssa: 38 % vastauksista oli vaihtoehdossa *täysin samaa mieltä*, 42 % vaihtoehdossa *jokseenkin samaa mieltä*, 6 % vaihtoehdossa *ei samaa eikä eri mieltä*, 10 % vaihtoehdossa *jokseenkin eri mieltä* ja 4 % vaihtoehdossa *täysin eri mieltä*.

Tarve kehittää eri toimijoiden välistä häiriönaikaista tiedonvaihtoa **tietojärjestelmien välillä** (kuvan toiseksi ylin vaakapalkki) nähtiin jossakin määrin vähemmän tärkeänä kuin kaksi edellä kuvattua kehittämissuuntaa. 16 % vastauksista oli vaihtoehdossa *täysin samaa mieltä*, 33 % vaihtoehdossa *jokseenkin samaa mieltä*, 25 % vaihtoehdossa *ei samaa eikä eri mieltä* ja 25 % vaihtoehdossa *jokseenkin eri mieltä*. Huomionarvoista kuitenkin on, että yksikään vastanneista verkonhaltijoista ei ollut valinnut tämän kehittämistarpeen kohdalla vaihtoehtoa *täysin eri mieltä*.

Väittämään annettujen vastausten pohjalta laskettu keskiarvo oli 3,39 eli siis jonkin verran neutraalin tason 3,0 yläpuolella.

Kysyttäessä sähkökäyttäjien tarpeesta olla täysin varautuneita pitkäkestoisiin sähkökatkoihin (kuvan alin vaakapalkki), annetut vastaukset painottuivat selkeästi keskimmäisiin vastausvaihtoehtoihin (*jokseenkin eri mieltä, ei samaa eikä eri mieltä, jokseenkin samaa mieltä*). Em. vaihtoehtoihin annettujen vastausten yhteenlaskettu osuus oli 85 %. Vain 10 % verkonhaltijoista oli annetun väitteen – sähkökäyttäjien on oltava täysin varautuneita pitkäkestoisiin sähkökatkoihin – kanssa *täysin samaa mieltä* ja vain 4 % *täysin eri mieltä*. Annettujen vastausten keskiarvo oli 3,14 eli siis varsin lähellä neutraalia tasoa 3,0.

Koska verkonhaltijoiden asiakasmäärät eroavat suuresti toisistaan, arvioitiin, että erikokoiset verkonhaltijat näkivät mahdollisesti edellä kuvatut kehittämistarpeet eri tavoin. Tämän selvittämiseksi laskettiin edellä kuvatuille kehittämistarpeille painotetut keskiarvot niin, että verkonhaltijoiden antamia vastauksia painotettiin kunkin verkonhaltijan asiakasmäärällä. Tämän tarkastelun tulokset – yhdessä painottamattomien keskiarvojen kanssa – on esitetty taulukossa 9.1.

Taulukko 9.1. Sähköhuollon suurhäiriöiden hallintaan liittyvien kehittämistarpeiden tärkeyttä kuvaavat painottamattomat ja verkonhaltijoiden asiakasmäärällä painotetut keskiarvot.

Sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan kehittämiseksi...	A - Kehittämistarpeen tärkeyttä kuvaava <u>painottamaton</u> keskiarvo (ks. kuva 9.1)	B - Kehittämistarpeen tärkeyttä kuvaava verkonhaltijoiden asiakasmäärällä <u>painotettu</u> keskiarvo	Ero B-A
<i>... on tarpeen kehittää eri toimijoiden (verkkoyritykset, pelastuslaitokset, kunnat, poliisi jne.) välistä häiriönaikaista tiedonvaihtoa.</i>	4,06	4,45	0,39
<i>... on tarpeen kehittää eri toimijoiden välistä häiriönaikaista tiedonvaihtoa tietojärjestelmien välillä.</i>	3,39	4,06	0,67
<i>... on tarpeen lisätä eri toimijoiden (verkkoyritykset, pelastuslaitokset, kunnat) sekä sähkökäyttäjien välistä tiedonvaihtoa ja ennakoivaa yhteistyötä kriittisten kohteiden tunnistamiseksi ja varautumisen parantamiseksi.</i>	4,00	4,42	0,42
Vastausasteikko: 1 = <i>täysin eri mieltä</i> , 2 = <i>jokseenkin eri mieltä</i> , 3 = <i>ei samaa eikä eri mieltä</i> , 4 = <i>jokseenkin samaa mieltä</i> , 5 = <i>täysin samaa mieltä</i>			

Taulukosta huomataan, että kaikki esitetyt kehittämistarpeet saivat painotuksen avulla suuremman tärkeyden (keskiarvon) kuin ilman painotusta. Lisäksi huomataan, että kehittämistarpeiden ”tärkeysjärjestys” pysyi painotus huomioiden samana kuin ilman painotusta, mutta kehittämistarpeiden väliset tärkeyserot supistui-

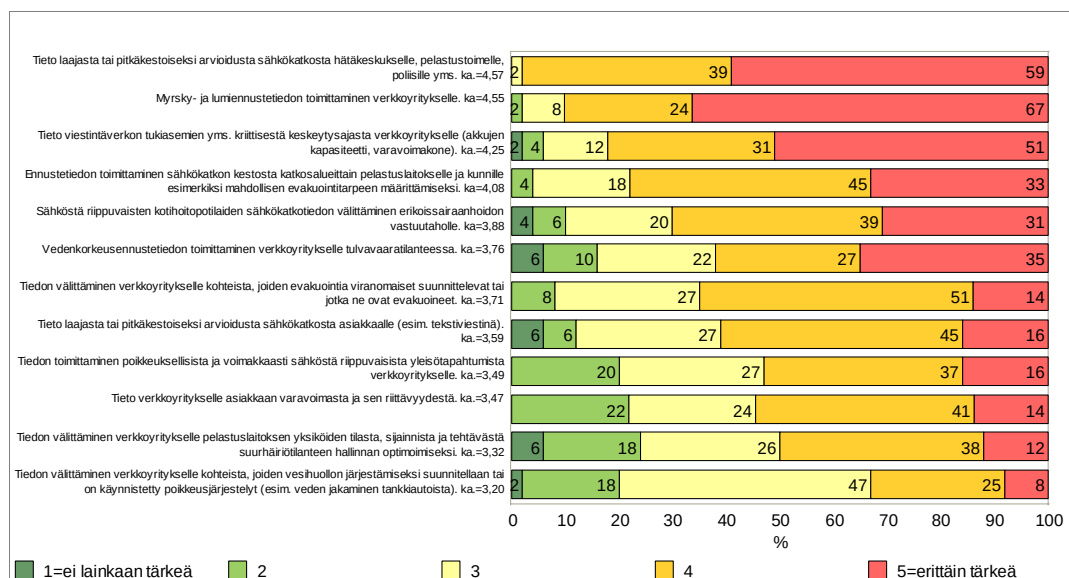
vat: Taulukosta nähdään, että tärkeimmän ja vähiten tärkeän kehittämistarpeen tärkeysero supistui arvosta 0,67 (= 4,06 – 3,39) arvoon 0,39 (= 4,45 – 4,06).

Edellä esitettyä tulosta voidaan tulkita yleisellä tasolla – ilman sen syvällisempää tilastollista analyysia – niin, että kaikki taulukossa 9.1 esitetyt kehittämistarpeet arvioitiin ”isojen” verkonhaltijoiden toimesta yleensä tärkeämmiksi kuin ”pienen” verkonhaltijoiden toimesta. Erityisen selvästi tämä näkyi tietojärjestelmien välillä tapahtuvaa tiedonvaihtoa koskevan kehittämistarpeen kohdalla. Kun annettuja vastauksia painotettiin verkonhaltijoiden asiakasmäärillä ko. kehittämistarpeen tärkeys kohosi arvosta 3,39 arvoon 4,06, eli jo melko lähelle kahden muun esillä olleen kehittämistarpeen vastaavia arvoja 4,42 ja 4,45

9.2.2 Toimijoiden välisten tiedonvaihtotoimintojen tärkeys

Vastaajia pyydettiin ottamaan kantaa kahdentoista erilaisen tiedonvaihtotoiminnon tärkeyteen viisiportaisella asteikolla, missä 1 = ei lainkaan tärkeä ja 5 = erittäin tärkeä (kysymys n:o 39, ks. liite 2).

Kuvassa 9.2 on esitetty eri vastausvaihtoehtoihin annettujen vastausten %-osuudet. Tulokinnan helpottamiseksi tiedonvaihtotoiminnot on järjestetty annettujen vastausten keskiarvon mukaan alenevaan järjestykseen. (Kunkin tiedonvaihtotoiminnon (tärkeyden) keskiarvo on merkitty kuvaan tiedonvaihtotoimintoa kuvaavan tekstin perään, ka. = x,xx.) Vastausprosentti oli kaikkien esitettyjen tiedonvaihtotoimintojen kohdalla varsin korkea: Yhdessätoista tapauksessa kaikki kyselyyn osallistuneet 51 verkonhaltijaa olivat ottaneet kantaa esitetyn tiedonvaihtotoiminnon tärkeyteen. Ainoastaan tapauksessa ”Tiedon välittäminen verkkoyritykselle pelastuslaitoksen yksiköiden tilasta...” yksi verkonhaltija oli jättänyt antamatta vastauksensa (n=50).



Kuva 9.2. Toimijoiden välisten tiedonvaihtotoimintojen tärkeys (n=50...51) [kysymys n:o 39, ks. Liite 4]. Huom! Tulokinnan helpottamiseksi tiedonvaihtotoiminnot on järjestetty annetuista vastauksista lasketun keskiarvon mukaan alenevaan järjestykseen.

Kuvasta nähdään, että verkonhaltijat näkivät selkeästi tärkeimmiksi tiedonvaihtotoiminnoiksi seuraavat:

- Tieto laajasta tai pitkäkestoiseksi arvioidusta sähkökatkosta hätäkeskukselle, pelastustoimelle, poliisille yms.
- Myrsky- ja lumiennustetiedon toimittaminen verkkoyritykselle.
- Tieto viestintäverkon tukiasemien yms. kriittisestä keskeytysajasta verkkoyritykselle (akkujen kapasiteetti, varavoimakone).

Näiden kaikkien kohdalla yli 50 % verkonhaltijoista näki tiedonvaihtotoiminnon erittäin tärkeäksi (osuus vaihteli 51 ja 67 % välillä). Kahden ensin mainitun tiedonvaihtotoiminnon tärkeys oli keskiarvojen mukaan tarkasteltuna hyvin lähellä toisiaan (keskiarvot 4,57 ja 4,55). Kolmannen tärkeys oli keskiarvon avulla tarkasteltuna hivenen alemmalla tasolla, ollen = 4,25, mutta silti selkeästi yli tason 4,0. Keskiarvon mukaan tärkeimmäksi arvioidun tiedonvaihtotoiminnon ”*Tieto laajasta tai pitkäkestoiseksi arvioidusta sähkökatkosta hätäkeskukselle...*” kohdalla on syytä huomata, että yksikään annetuista vastauksista ei kohdistunut luokkiin 1 tai 2 (ks. kuva 9.2).

Kolme seuraavaksi tärkeintä tiedonvaihtotoimintoa olivat (ks. kuva 9.2):

- Ennustetiedon toimittaminen sähkökatkon kestosta katkosalueittain pelastuslaitokselle ja kunnille esimerkiksi mahdollisen evakuoitotarpeen määrittämiseksi. ka. = 4,08
- Sähköstä riippuvaisten kotihoitopotilaiden sähkökatkotiedon välittäminen erikoissairaanhoidon vastuutaholle. ka. = 3,88
- Vedenkorkeusennustetiedon toimittaminen verkkoyritykselle tulvavaaratilanteissa. ka. = 3,76

Vähiten tärkeiksi kysymyksen sisältämistä tiedonvaihtotoiminnoista verkonhaltijat näkivät seuraavat (ks. kuva 9.2):

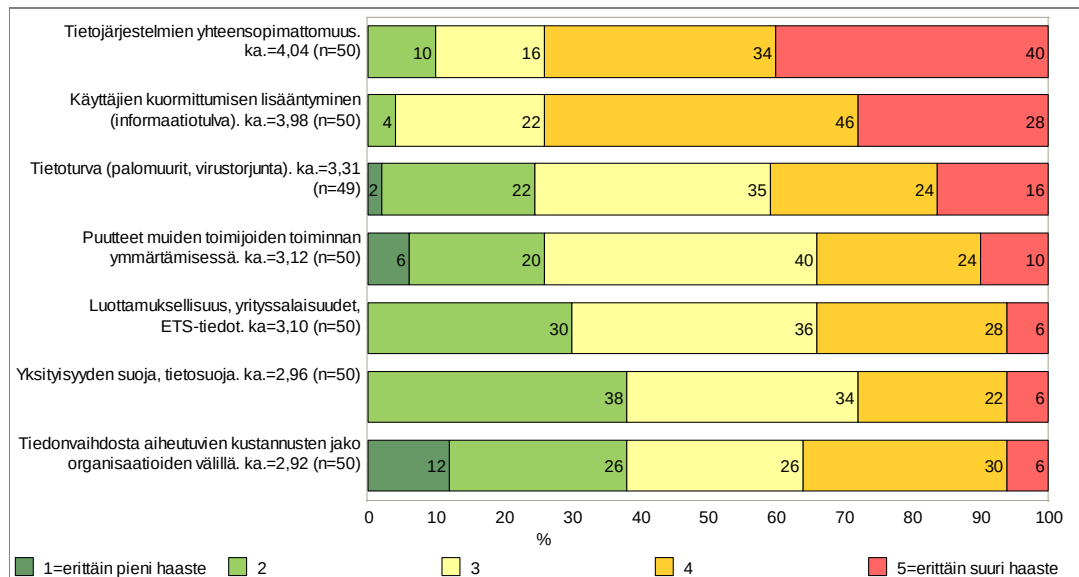
- Tiedon välittäminen verkkoyritykselle pelastuslaitoksen yksiköiden tilasta, sijainnista ja tehtävästä suurhäiriötilanteen hallinnan optimoimiseksi. ka. = 3,32
- Tiedon välittäminen verkkoyritykselle kohteista, joiden vesihuollon järjestämiseksi suunnitellaan tai on käynnistetty poikkeusjärjestelyt (esim. veden jakaminen tankkiautoista). ka. = 3,20

Yleishuomiona kuvassa 9.2 esitettyihin eri tiedonvaihtotoimintojen tärkeyttä kuvaaviin vastauksiin voidaan todeta, että vastausten osuus vastausvaihtoehdossa 1 (= ei lainkaan tärkeä) ei ollut minkään tiedonvaihtotoiminnon kohdalla suurempi kuin vaihtoehtoon 5 (= erittäin tärkeä) annettujen vastausten osuus. Vastaavalla tavalla vastausten osuus vastausvaihtoehdossa 2 ei ollut minkään tiedonvaihtotoiminnon kohdalla suurempi kuin vaihtoehtoon 4 annettujen vastausten osuus. Huomionarvoista kaikkien tiedonvaihtotoimintojen kohdalla on myös se, että kaikkien tärkeys (annettujen vastausten pohjalta lasketun keskiarvon mukaan tarkasteltuna) oli yli kolmen (3,0).

9.2.3 Toimijoiden välisen tiedonvaihdon kehittämisen haasteet

Vastaajia pyydettiin ottamaan kantaa seitsemään erilaiseen tiedonvaihdon kehittämiseen liittyvään tekijään sen mukaan, miten suurina haasteina vastaajat nämä näkivät. Käytetty asteikko oli viisiportainen, missä 1 = erittäin pieni haaste ja 5 = erittäin suuri haaste (kysymys n:o 40, ks. liite 2).

Kuvassa 9.3 on esitetty eri vastausvaihtoehtoihin annettujen vastausten %-osuudet. Tulkinnan helpottamiseksi tiedonvaihdon kehittämiseen liittyvät tekijät on järjestetty keskiarvon mukaan alenevaan järjestykseen. (Kunkin tekijän haasteellisuutta kuvaava keskiarvo on merkitty kuvaan tekijää kuvaavan tekstin perään, ka. = x,xx.) Vastausprosentti oli kaikkien esitettyjen tiedonvaihtotoimintojen kohdalla varsin korkea: Kuudessa tapauksessa kyselyyn osallistuneet verkkonhaltijat yhtä lukuun ottamatta olivat ottaneet kantaa esitetyn tiedonvaihtotoiminnon tärkeyteen (n=50). Ainoastaan yhdessä tapauksessa ”Tietoturva (palomuurit, virustorjunta)” kaksi verkkonhaltijaa oli jättänyt antamatta vastauksensa (n=49).



Kuva 9.3. Toimijoiden välisen tiedonvaihdon kehittämisen haasteet (n=49...50) [kysymys n:o 40, ks. liite 4]. Huom! Tulkinnan helpottamiseksi tiedonvaihdon kehittämisen haasteet on järjestetty annetuista vastauksista lasketun keskiarvon mukaan alenevaan järjestykseen.

Merkittävimmit haasteiksi annetuista seitsemästä tekijästä verkkonhaltijat arvioivat tietojärjestelmien yhteensopimattomuuden ja käyttäjien kuormittumisen lisääntymisen (informaatiotulva). Annettujen vastausten keskiarvot näiden tekijöiden osalta olivat 4,04 ja 3,98 (missä 1 = erittäin pieni haaste ja 5 = erittäin suuri haaste). Kummankaan mainitun tekijän kohdalla yksikään verkkonhaltija ei nähnyt asiaa erittäin pieneksi haasteeksi.

Kolme seuraavaksi merkittävintä haastetta olivat (ks. kuva 9.3):

- Tietoturva (palomuurit, virustorjunta). ka. = 3,31
- Puutteet muiden toimijoiden toiminnan ymmärtämisessä. ka. = 3,12
- Luottamuksellisuus, yrityssalaisuudet, ETS-tiedot. ka. = 3,10

Tiedonvaihdon kehittämiseen liittyvät tekijät ”Yksityisyyden suoja, tietosuoja” sekä ”Tiedonvaihdon aiheutuvien kustannusten jako organisaatioiden välillä” nähtiin pienimpinä haasteina annetuista seitsemästä arvioidusta tekijästä. Näiden molempien keskiarvot – 2,96 ja 2,92 – olivat itse asiassa hivenen keskimääräisen arvon 3,0 alapuolella, joten nämä nähtiin siis mieluummin keskimääräistä haastetta hivenen ”pienempinä”.

9.3 Pohdintaa

Kun tarkastellaan edellä esitettyjä verkonhaltijoille kohdennetun kyselyn tuloksia tutkimushankkeen päätavoitteen eli suurhäiriöiden hallintaa tukevan tietojärjestelmäkokonaisuuden kehittämisen näkökulmasta, voidaan nostaa esiin mm. seuraavia näkökohtia.

Suurhäiriöiden hallintaan osallistuvien (”institutionaalisten”) toimijoiden – eli verkonhaltijoiden, pelastuslaitosten, kuntien, poliisin jne. – välisen häiriönaikaisen tiedonvaihdon kehittäminen nähtiin verkonhaltijoiden mielestä varsin tarpeelliseksi kehittämisen alueeksi. Arvioinnin kohteena ollut kehittämistarve oli kuvattu kyselylomakkeessa varsin yleisellä tasolla, eli siinä ei ollut otettu minkäänlaista kantaa siihen, millä tavoin häiriönaikaisen tiedonvaihdon kehittäminen voisi tapahtua: Tapahtuuko tiedonvaihdon kehittäminen esimerkiksi parantamalla toimijoiden välistä tiedonsiirtovarmuutta ottamalla kaikissa toimijaorganisaatioissa käyttöön VIRVE, vai tapahtuuko se lisäämällä eri organisaatioiden ymmärrystä toistensa toiminnasta ja näiden tietotarpeista suurhäiriöihin liittyen vai miten? Kysyksen kehittämistarpeen tarpeellisuutta kuvaaviksi keskiarvoksi saatiin 4,06 viisiportaisella asteikolla, missä arvo 1 vastasi pienintä kehittämistarvetta ja arvo 5 vastasi suurinta kehittämistarvetta.

Edellistä yksityiskohtaisemmin kuvattu kehittämistarve – häiriönaikaisen tiedonvaihdon kehittäminen tietojärjestelmien välillä – arvioitiin vastanneiden verkonhaltijoiden toimesta jossain määrin vähemmän tarpeelliseksi (annettujen vastausten keskiarvo 3,39). Tosin kun annettuja vastauksia tarkasteltiin niin, että niitä painotettiin vastanneiden verkonhaltijoiden asiakasmäärillä ja laskettiin em. painotettu keskiarvo, niin ko. kehittämistarpeen tärkeys kohosi huomattavasti eli arvoon 4,06. Tällä tavoin tarkastellen tiedonvaihdon kehittäminen tietojärjestelmien välillä nähtiin siis vastanneiden verkonhaltijoiden osalta varsin tärkeäksi kehittämisen osa-alueeksi. Se, että tiedonvaihdon kehittäminen tietojärjestelmien välillä nousi tärkeäksi kehittämisen osa-alueeksi silloin kun tarkastelu tehtiin painottamalla annettuja vastauksia vastanneiden verkonhaltijoiden asiakasmäärillä, kertoo siitä, että em. kehittämistarve oli keskimäärin tärkeämpi ”isoille” kuin ”pienille” verkkoyhtiöille: Tiedonvaihdon kehittäminen tietojärjestelmien välillä on siis pienelle, esim. yhden pienen kunnan alueella toimivalle verkkoyhtiölle todennäköisesti vähemmän tärkeää kuin isolle verkkoyhtiölle.

Edellä kuvattu seikka vaikuttaa varsin ymmärrettävältä. Näin siksi, että pienessä verkkoyhtiössä tiedonvaihdon saatetaan kokea ”hoituvan muutenkin”. Eli pienessä verkkoyhtiössä, jossa organisaation kaikki jäsenet tuntevat toisensa ja toistensa tehtävät ja jossa hallittava maantieteellinen alue on suppea ja asiakkaiden määrä on pieni, ei todennäköisesti koeta olevan niin suurta tarvetta tietojärjestelmiin pohjautuvalle tiedonvaihdolle eri toimijoiden välillä kuin suurten yhtiöiden kohdalla. Pienessä yhtiössä tiedonvaihto esimerkiksi kunnan tai pelastuslaitoksen suuntaan voi hoitua muutaman puhelinsoiton avulla. Usein tilanne voi olla lisäksi vielä sellainen, että tiedonvaihdon osapuolet tuntevat toisensa henkilökohtaisestikin, mikä osaltaan tekee tiedonvaihdon entistä helpommaksi. Tällöin tietojärjestelmien välillä tapahtuva, ja jopa automaattinen tiedonvaihto saattaisi tuntua lähinnä ”ylimitoitetulta”.

Lisäksi se seikka, että suurissa yhtiöissä on muutenkin edetty erilaisten tietojärjestelmien hyödyntämisessä yleisesti pidemmälle kuin pienissä yhtiössä – esim. erilaisten asiakkaille suunnattujen sähkökatkoinformaatiopalvelujen muodossa (SMS-viestit sähkökatkoista jne.) – on mahdollisesti yksi peruste sille, että tietojärjestelmien välillä tapahtuva tiedonvaihdon kehittäminen nähtiin keskimäärin tärkeämmäksi ”isoissa” kuin ”pienissä” verkkoyhtiöissä.

Kyselyyn vastanneiden verkonhaltijoiden vastausten painottaminen asiakasmäärillä nosti siis edellä mainitun kehitystarpeen varsin tärkeäksi kehittämisen osa-alueeksi. Projektin nimenomainen tavoite on suurhäiriöiden hallintaa tukevan tietojärjestelmäkokonaisuuden kehittäminen, joten kyselyn tämä tulos tukee siis varsin hyvin sitä, että kyseessä olevalle kehittämiselle on jakeluverkonhaltijoiden keskuudessa aito tarve.

Myös eri toimijoiden ja sähkönkäyttäjien välisen tiedonvaihdon ja ennakoivan yhteistyön lisääminen kriittisten kohteiden tunnistamiseksi ja varautumisen parantamiseksi nähtiin yhdeksi varsin tarpeelliseksi kehittämisen osa-alueeksi. Sen tärkeyttä kuvaavaksi keskiarvoksi saatiin 4,00. Kuten seuraavaksi esitettävästä tietojärjestelmäkokonaisuuden kuvauksesta käy ilmi, järjestelmäkokonaisuus sisältää myös edellä kuvattuun kehittämistarpeeseen liittyviä elementtejä (tietojärjestelmäkokonaisuuden ns. varautumissuunnittelu-osio). Näin ollen projektissa kehitetty tietojärjestelmäkokonaisuus vastaa varsin hyvin myös tähän kyselyn perusteella tärkeäksi koettuun asiaan.

Kysyttäessä erilaisten tiedonvaihtotoimintojen tärkeydestä verkonhaltijat näkivät selkeästi tärkeimmiksi toiminnoiksi seuraavat: 1) Tieto laajasta tai pitkäkestoiseksi arvioidusta sähkökatkosta hätäkeskukselle, pelastustoimelle, poliisille yms., 2) myrsky- ja lumiennustetiedon toimittaminen verkkoyritykselle, 3) tieto viestintäverkon tukiasemien yms. kriittisestä keskeytysajasta verkkoyritykselle (akkujen kapasiteetti, varavoimakone) ja 4) ennustetiedon toimittaminen sähkökatkon kestosta katkosalueittain pelastuslaitokselle ja kunnille esimerkiksi mahdollisen evakuoitintarpeen määrittämiseksi. Kuten seuraavassa luvussa esitettävästä tietojärjestelmäkokonaisuuden kuvauksesta käy ilmi, järjestelmäkokonaisuus kattaa suurimman osan edellä kuvatuista tiedonvaihtotoiminnoista, joten projektissa hahmoteltu tietojärjestelmäkokonaisuus vastaa siis varsin hyvin myös näihin kyselyn perusteella tärkeiksi koettuihin asioihin.

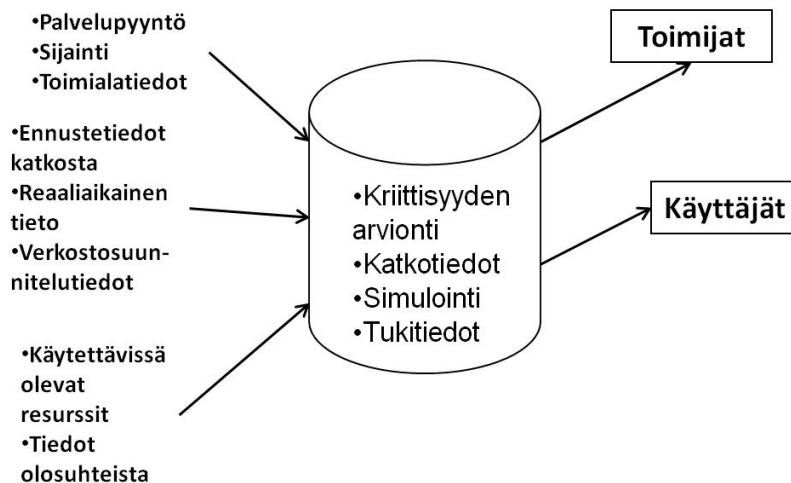
10 Tietojärjestelmäkokonaisuus suurhäiriöiden hallintaan

Tässä luvussa kuvataan tutkimushankkeessa hahmoteltu kokonaisuus, jonka perimmäinen tavoite on vähentää sähköhuollon suurhäiriöistä yhteiskunnalle aiheutuvia haittoja ja se koostuu tilannekuva- ja varautumissuunnitteluosioista sekä harjoituksia tukevasta simulaattorista. Tilannekuvaosiossa on kysymys tietojärjestelmätöiminnallisuudesta, joka tukee ennen kaikkea suurhäiriön hallintaan osallistuvien toimijoiden kuten esimerkiksi pelastuslaitosten, kuntien ja verkonhaltijoiden operatiivista toimintaa häiriön aikana. Tilannekuvaosion toiminnallinen ydin on reaaliaikaisen sähkökatkotiedon ja sähkönkäyttökohteiden kriittisyystietojen yhtäaikaaisessa esittämisessä verkkoyhtiöiden nykyisten keskeytysinfojärjestelmien tyypillisessä karttapohjaisessa järjestelmässä. Reaaliaikaisella sähkökatkotiedolla tarkoitetaan tässä yleisellä tasolla sitä tiettyyn sähkökatkotilanteeseen liittyvää tietoa, miten laajaa aluetta koskevasta häiriöstä katkossa on kysymys, mikä on sähkökatkon siihenastinen kesto sekä mikä on sen ennustettu jäljellä oleva kesto. Vastaavasti taas tietojärjestelmäkokonaisuuden varautumissuunnitteluosiossa on kysymys tietojärjestelmätöiminnallisuudesta, jonka avulla erityisesti keskeytyksille kriittisimmät sähkönkäyttäjät sekä toisaalta jakeluverkonhaltijat voivat suunnitella omaa varautumistaan sähköhuollon suurhäiriöiden varalta.

10.1 Yleiskuvaus

Tietojärjestelmäkokonaisuus jakautuu osioihin, joista osaa käytetään normaalitilanteissa ja osaa suurhäiriötilanteen aikana. Normaalitilanteessa järjestelmän avulla on tarkoitus arvioida sähkönkäyttökohteiden kriittisyyttä sekä käyttää järjestelmää häiriötilanteiden simulointiin. Suurhäiriön aikana järjestelmän avulla häiriöstä luodaan tilannekuvaa toimijoille. Järjestelmäkokonaisuuden kehityksessä on hyödynnetty sähköverkkoyhtiöiden olemassa olevia järjestelmiä. Suomessa, osassa verkkoyhtiöitä on käytössä tilausperusteinen sähkökatkoilmoitusjärjestelmä asiakkaille. Asiakkaat saavat halutessaan tekstiviesteillä ja sähköpostilla ilmoituksia sähkökatkoista. Ilmoitukset lähtevät katkon alkamisesta, katkon selvittämisen etenemisestä sekä katkon loppumisesta. Useimmilla suomalaisilla verkkoyhtiöillä on jo internetissä toimiva karttapohjainen katkotietopalvelu. (Kuru et al. 2009) Näitä järjestelmiä täydentämällä saadaan luotua entistä parempaa tilannekuvaa ja lisättyä tiedonvaihtoa eri toimijoiden välille. Nykyisin suurhäiriöissä järjestelmät toimittavat tietoa suoraan vain asiakkaille. Viranomaiset ovat internetpalveluiden varassa eivätkä saa järjestelmiltä tietoa yksittäisistä sähköttömistä kohteista.

Järjestelmän yleiskuvaus löytyy kuvasta 10.1. Käyttäjät lähettävät omat sijainti- ja toimialatietonsa järjestelmälle. Verkkoyhtiö toimittaa järjestelmälle reaaliaikaista tietoa sähköverkon katkoista, ennustetietoa katkon jatkosta sekä simulointien avulla saatua tietoa. Toimijat kuten verkkoyhtiö ja viranomaiset saavat tilanteesta karttakuvan, jossa kaikki järjestelmään annetut tiedot näkyvät. Muille käyttäjille annetaan tieto sähköverkon katkotilanteesta, sekä varoitusilmoitukset katkosta tai kriittisen keskeytysajan ylittymisestä.



Kuva 10.1. Järjestelmän rakenne.

Tilannekuvajärjestelmä-osio yhdistää suurihäiriön toimijoiden tietoja yhtenäiseksi tilannekuvaksi. Se toimii internetpalveluna. Tilannekuvan luominen järjestelmässä perustuu pääasiassa sähköverkon katkotietoihin sekä asiakkaiden keskeytyskriittisyystietoihin. Järjestelmän päätoimijoita ovat sähköverkkoyhtiöt sekä viranomaiset, joille on tarkoitus tuoda koko tilannekuva häiriöstä. Päätoimijoiden lisäksi järjestelmän käyttäjinä toimivat asiakkaat, jotka jakautuvat eri käyttäjätasolle toimialansa perusteella.

Asiakkaat on jaettu kolmeen eri tasoon. Taso yksi on niin sanottu avoin taso, joka on julkisesti kaikille tarjolla oleva taso. Tämän tason käyttäjiä voi olla tavalliset sähköverkkoyhtiön asiakkaat sekä esimerkiksi media. Taso kaksi on tarkoitettu keskeytyskriittisille asiakkaille, jotka ovat yhteiskunnan kannalta tärkeitä toimijoita. Se on vielä jaettu erikseen kolmeen eri aliryhmään sen mukaan millainen omistussuhde tason käyttäjillä on varsinaisiin kriittisiin kohteisiin. Taso 2a muodostuu yksittäisestä sähkökriittisestä asiakkaasta, kuten esimerkiksi sairaala tai vanhainkoti. Taso 2b on taas asiakas, joka omistaa useita sähkökriittisiä kohteita verkko-yhtiön alueella. Tällainen voi olla esimerkiksi vesilaitos, jolla on useita pump- paamoita. Tasolla 2c asiakas hallinnoi montaa sähkökriittistä kohdetta, mutta asiakas ei itse omista kyseisiä kohteita. Tason 2c käyttäjä voi olla esimerkiksi kunnan erityissairaanhoito kotihoitopotilaineen. Kolmannen tason muodostavat teleoperaattorit. Suurihäiriötilanteissa on tarpeellista saada tietoa myös televerkko- jen toimintakunnosta, joten teleoperaattorit on valittu omalle tasolleen.

10.2 Sähkönkäyttökohteiden kriittisyystietojen määrittely ja ylläpito

Luvussa 5 esitettiin, että erilaisten sähkönkäyttökohteiden/asiakkaiden keskeytys- kriittisyyden määrittäminen ja mallintaminen olisi tärkeää regulaatiossa käytetty- jen KAH-arvojen tarkentamiseksi ja sitä kautta verkostosuunnittelun sekä verkon käyttötoiminnan kehittämiseksi. Tässä projektissa ei ole lähdetty kuitenkaan ke- hittämään uutta mallia regulaatioon (ts. arvostamaan keskeytyksiä rahaksi), vaan etsimään ratkaisuja keskeytyskriittisten asiakkaiden mallintamiseksi ja tämän in- formaation hyödyntämiseksi suurihäiriöiden näkökulmasta. Toisaalta tässä esitetyt toimenpide-ehdotukset toimivat hyvin kuvassa 5.1 esitetyn kriittisyysmallin muo- dostamisen perustana.

On selvää, että sähkönkäyttökohde tai sen toiminnasta vastaava taho tietää parhaiten kohteen kriittisyysparametrit sähkökatkojen suhteen. Näin ollen onkin järkevää, että kukin etukäteen keskeytyskriittiseksi määritelty kohde (tasot 2 ja 3) ilmoittaa kriittisyystietonsa järjestelmään esimerkiksi internetpalvelun avulla. Tarvittavia tietoja ovat ennen kaikkea kohteen tyyppi (sairaala, tukiasema, vanhainkoti, jne.), kriittinen keskeytysaika sekä sen riippuvuus olosuhteista tai ajankohdasta ja sähkökatkon seurausten vakavuusaste (esim. 1-3-). Samalla voitaisiin myös kerätä tietoa jälleenkytkentöjen ja jännitekuoppien vaikutuksista kyseisen kohteen toimintaan. Kyselylomake voisi olla esimerkiksi kuvan 10.2 kaltainen.

www.PahastiPoikki.fi

Sähkönkäyttäjien valtakunnallinen informaatio- ja palveluportaali sähkökatkoihin ja sähköhuollon suurhäiriöihin

Valittu käyttöpaikan sähkönkäyttäjän tyyppi: Terveyskeskus (vain päivystysvastaanotto, ei vuodeosastoa)

Anna käyttöpaikan kriittinen keskeytysaika (h):

Määritä kriittisen keskeytysajan mahdollinen vuorokaudenaika-, viikonpäivä-, vuodenaika- ja/tai muu riippuvuus.

	Kyllä	Ei
Kriittinen keskeytysaika voimassa aina	☐	☐
Kriittinen keskeytysaika voimassa arkipäivisin virastoaikaan	☐	☐
c	☐	☐
d	☐	☐
e	☐	☐

Valitse seurausten vakavuusluokka, jos edellä määritelty kriittinen keskeytysaika ylittyy.

☐ Pienet seuraukset

☐ Keskisuuret seuraukset

☐ Suuret seuraukset

Lisätietoja sähkönkäyttökohteesta ja pitkän sähkökatkon aiheuttamista seurauksista

[< Takaisin](#) [Jatka >](#)

Tietoa tästä [portaalista](#)

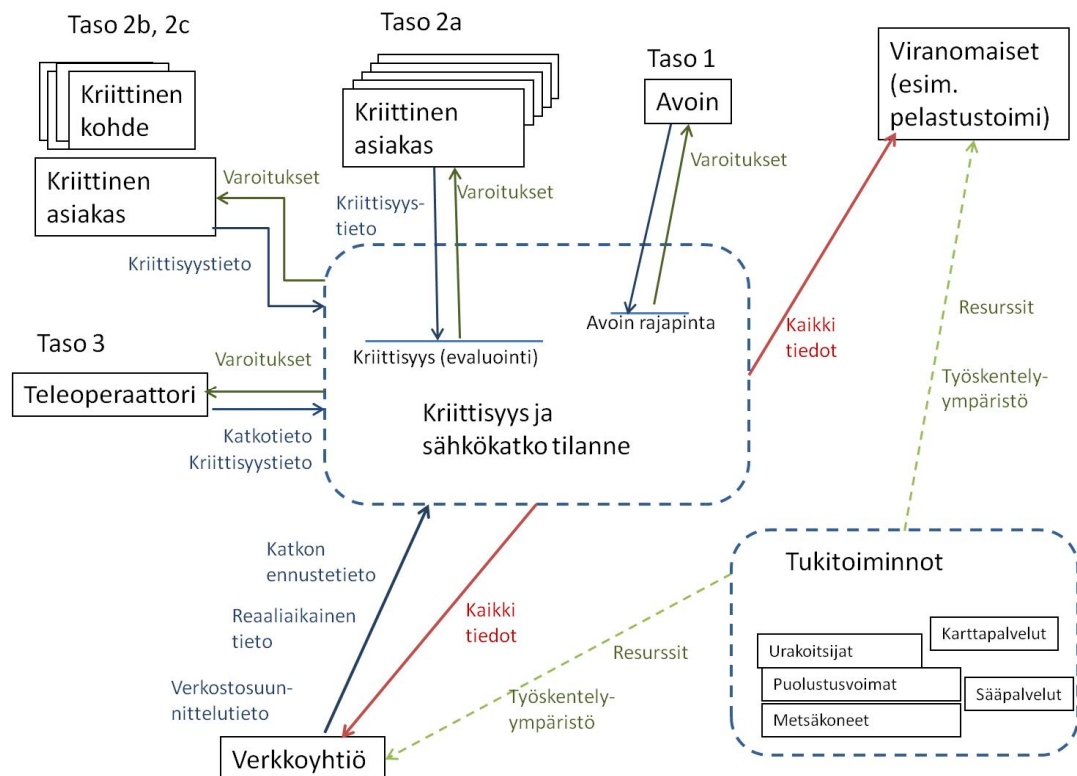
Kuva 10.2. Esimerkki sähkönkäyttökohteen kriittisyyttä koskevasta kyselylomakkeesta.

Kuten luvussa 5 mainittiin, saattaa yksittäinen asiakas määritellä oman keskeytyskriittisyytensä tarkoituksella tai tahattomasti ylä- tai alakanttiin. Täten on välttämätöntä tarkastaa syötettyjen tietojen järkevyyt. Tällaisen arviointiprosessin voisi suorittaa esimerkiksi sähköverkonhaltijan, pelastustoimen ja kunnan edustajista koostuva ”raati”, joka antaisi lopullisen hyväksynnän syötettyjen tietojen luotettavuudesta. Tällainen järjestely kuitenkin vaatii etukäteen annettua kansallista ohjeistoa kunkin tietäntyyppisen sähkönkäyttökohteen keskeytyskriittisyydestä, minkä laatimiseksi vaaditaan laajamittainen selvitystyö kriittisten keskeytysaikojen ja erilaisten kohteiden tärkeysluokittelun osalta.

Keskeytyskriittisyystietojen määrittämisen ohella myös järjestelmän ylläpitäminen eli tietojen päivittäminen jää toimijan itsensä vastuulle. Näin ollen prosessista ei muodostuisi verkkoyhtiölle, pelastustoimella ja kunnalle niin suurta taakkaa.

10.3 Järjestelmän käyttö suurhäiriön aikana

Suurhäiriön aikaan järjestelmää käytetään tilannekuvan luomiseen toimijoille sekä varoitusten lähettämiseen käyttäjille. Kuva 10.3 esittää järjestelmän toimintaa suurhäiriöissä. Tason 1 asiakas ilmoittaa järjestelmälle pyynnön seurata tietoja. Tämän myötä järjestelmä lähettää asiakkaalle varoituksen sähkökatkon sattuessa. Varoitusviestit tulevat asiakkaalle esimerkiksi sähköpostilla tai tekstiviestillä. Asiakkaan on mahdollista eritellä tilanteet, joissa varoitusviestit hänelle toimitetaan. Asiakkaan sijaintia tai muita tietoja ei tällä tasolla välitetä eteenpäin toimijoille. Tämä osuus järjestelmästä muistuttaa osassa sähköverkkoyhtiöissä käytössä olevia järjestelmiä. Nykyisistä järjestelmistä poiketen asiakkaalle tarjotaan karttakuvana myös muiden kuin oman verkkoyhtiön katkotiedot.



Kuva 10.3. Tilannekuvaosion kuvaus.

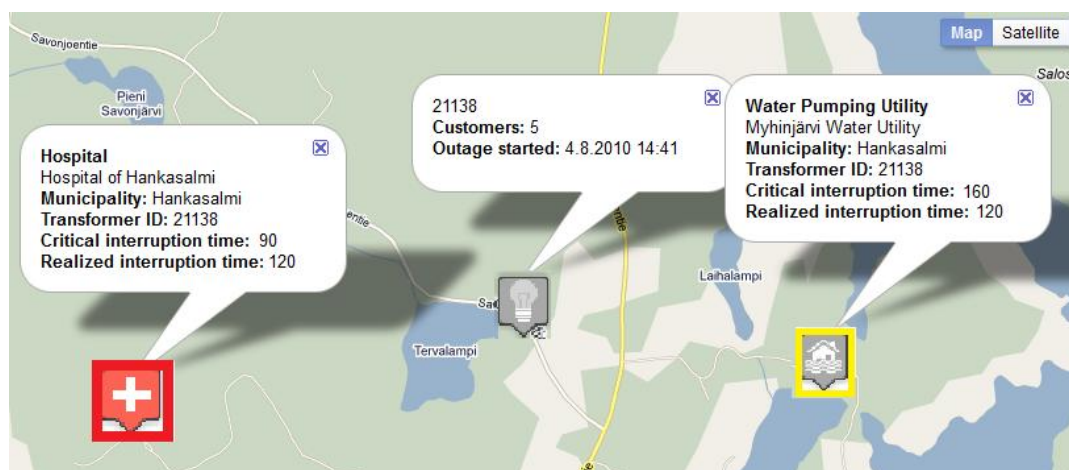
Tasolla 2 käyttäjät määrittelevät järjestelmälle kriittisyystietonsa. Jotta annetut tiedot olisivat harmonisia, tarvitaan edellisessä luvussa esitetyn kaltainen tietojen hyväksyntämenetelmä. Tason 2 käyttäjien tiedot välitetään järjestelmästä eteenpäin verkkoyhtiölle ja viranomaisille. Käyttäjät saavat järjestelmästä tiedon alueensa sähkökatkoista sekä niiden ennustetusta kestosta. Jos käyttäjän kriittinen aika on ylittymässä, hänelle lähetetään varoitusviesti sähköpostilla tai tekstiviestillä. Tämä kriittisen ajan ylittyminen tulee näkyviin myös toimijoille järjestelmän kartakuvaan.

Teleoperaattoreiden osalta järjestelmä toimii samoin kuin tason 2 käyttäjien kohdalla. Tämän lisäksi kuitenkin tarvitaan myös televerkkojen katkotiedot järjestelmään. Näin voidaan yhdistää sähkö- ja televerkon katkotiedot samaan tilannekuvaan.

Verkkoyhtiöiden ja viranomaisten on mahdollista saada kriittisyystietoja kaikista tasojen kaksi ja kolme käyttäjistä. Tämän lisäksi he saavat tiedon sähkökatkosta. Näitä tietoja käytetään heidän päävastuidensa toteuttamiseen sähköhuollon suurhäiriön hallitsemiseksi. Sähköverkkoyhtiöt voivat käyttää järjestelmän antamaa tilannekuvaa verkonkorjauksen priorisointiin asiakkaiden kriittisyyden mukaan.

10.4 Esimerkki järjestelmän käyttöliittymästä

Järjestelmää käytetään internetsivuston kautta. Yleinen osio järjestelmästä on kaikkien käytettävissä ilman erillistä kirjautumista. Muiden käyttäjien osalta vaaditaan rekisteröitymisprosessi. Rekisteröityminen suoritetaan ennen varsinaista häiriötilannetta. Tason 1 käyttäjien osalta rekisteröinnissä ilmoitetaan vain halusta saada varoituksia. Tasoilla 2 ja 3 rekisteröinnin yhteydessä asiakas antaa tiedot omasta sähköön kriittisyydestään. Tilannekuvan pohjana toimii karttakuva alueesta. Sähkökatkon aikana kartalle ilmestyy sähköverkon katkotiedot. Käyttäjät voivat seurata karttakuvasta katkotietoja muuntamotasoin. Tason 2 ja 3 toimijat näkevät kartasta sähköttömien muuntamoiden lisäksi omat kriittiset pisteensä ja niiden tilanteen. Teleoperaattoreiden (taso 3) näkymä eroaa muista siinä, että heille esitetään sähkökatkojen ja omien kriittisten toimipisteiden lisäksi tieto televerkon katkoista. Tämä tieto annetaan myös toimijoiden saataville. Toimijat saavat näiden lisäksi häiriön aikaan kartalle tiedon kaikkien kriittisten asiakkaiden sijainnista ja kriittisen ajan umpeutumisesta. Kartalla esitetään sähköttömät muuntamot omalla symbolillaan. Tämän lisäksi kriittisten asiakkaiden sijainnit tulevat näkyviin toimialaa kuvaavalla symbolilla. Asiakkaan symbolista voidaan avata tekstilaatikko, joka sisältää yksityiskohtaisempaa tietoa asiakkaan kriittisyydestä. Tekstilaatikkoon on kirjoitettu asiakkaan nimi sekä toimiala, tämän lisäksi kunta ja muuntajatummus. Lopuksi laatikko sisältää tiedon kriittisestä keskeytys ajasta sekä jo toteutuneesta keskeytysajasta. Kuva 10.4 esittää viranomaisten saamaa näkymää kahdesta saman sähköttömän muuntamon piirissä olevasta asiakkaasta, joina toimivat sairaala sekä vedenpumppaamo (fiktiivisiä).



Kuva 10.4. Tilannekuva suurhäiriössä.

Symbolin värillä ilmaistaan sitä kuinka lähellä kriittisen ajan ylittyminen on. Jos kriittisen ajan ylittymiseen on vielä pitkä aika, symboli on vihreä, kriittisen ajan lähestyessä symboli muuttuu keltaiseksi ja kriittisen ajan ylittyttyä punaiseksi. Symbolin kuviolla erotetaan käyttäjien toimialat. Tällöin toimijoiden on helpompi arvioida katkon seurauksia ja omia toimiaan. Symbolin koko kertoo kriittisen

ajan ylittymisen aiheuttamien seurausten vakavuudesta. Esimerkkikuvassa sairaalan kriittisen ajan ylittyminen aiheuttaa vakavammat seuraukset kuin vedenpumpun paamon.

10.5 Järjestelmän käyttö normaaliaikana

10.5.1 Järjestelmän käyttö verkostosuunnittelussa

Vaikka kehitettävän järjestelmän ensisijainen tehtävä on tukea suurhäiriötilanteiden hallintaa ja niihin liittyvää harjoittelua, voidaan kokonaisuutta hyödyntää myös verkostosuunnittelussa. Näin voidaan merkittävästi parantaa nykyisin käytössä olevia ratkaisuja.

Nykyisin joissakin verkkoyhtiöissä sovelletaan luotettavuuspohjaista verkostanalyysiä, jonka avulla voidaan verkstoratkaisuja tehtäessä tarkastella niiden vaikutus keskeytysmääriin ja keskeytysaikoihin sekä keskeytyskustannuksiin. Analyysin avulla on mahdollista ottaa suunnittelussa huomioon tavoiteltavat tunnusluvut (esimerkiksi SAIDIn puolittaminen) tai keskeytyskustannukset tuoton maksimoimiseksi. Käytännössä analyysi tuottaa keskimääräisiä vuotuisia tuloksia ja mallintavat erityisen huonosti suurhäiriötilanteita, koska nykyisin sovellettava analyysi ei huomioi vikojen samanaikaisuutta. Myöskään asiakkaiden keskeytyskriittisyys etenkin yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen näkökulmasta ei tule analyysissä huomioduksi.

Kehitettävän kokonaisuuden avulla suunnittelua voidaan kehittää yksinkertaisimmillaan niin, että järjestelmään syötettyä kriittisyysinformaatiota verrataan laskennallisiin ja toteutuneisiin keskeytystietoihin. Näin voidaan paljastaa kriittisimmät sähkönkäyttökohteet ja kohdentaa verkon ja varautumisen kehittämistä näihin kohteisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmään syötetty tieto on integroitava osaksi suunnittelujärjestelmää.

Selvästi pidemmälle menevä ratkaisu suunnittelun kehittämiseksi olisi kehittää luotettavuuspohjaista verkostanalyysiä niin, että myös suurhäiriötilanteet tulisivat mallinnetuksi. Tämä voitaisiin tehdä Monte-Carlo –simulointia hyödyntäen. Simuloinnin avulla voidaan mallintaa yhtäaikaisia vikoja ja rajallisia korjausresursseja, jolloin laskennan tuottama keskeytysaika voi olla jopa kymmeniä tunteja. Käytännössä tämä tarkoittaa suurhäiriön mallinnusta niin, että esimerkiksi yhden vuorokauden aikana jollekin alueelle tulee keskimääräisen kymmenen vuoden viat. Simulointi etenee askeltaen (esim. 15 minuutin askelin) ja jokaisella askelella syntyy sattumanvaraisesti vikoja korkean vikataajuuden mukaisesti. Simuloinnilla on muisti ja korjausresurssit rajalliset, jolloin keskeytysten kokonaiskesto mallintaa varsin hyvin todellista tilannetta. Kun simulointi toistetaan useita kertoja, saadaan tilastollisia tuloksia. Simuloinnin avulla voidaan analysoida verkon nykytilaa sekä erilaisten verkstoratkaisuiden vaikutusta suurhäiriöstä aiheutuviin kokonaiskeskeytysaikoihin ja keskeytyskustannuksiin sekä eri sähkönkäyttökohteiden kriittisyyteen.

Tarkempi kuvaus Monte-Carlo simuloinnista ja sen soveltamisesta verkostanalyysiin on liitteessä 5. Projektin puitteissa simulointia on testattu yksinkertaisella esimerkkiverkolla ja Excel-sovelluksella. Testaus todentaa menetelmän toi-

mivuuden, mutta käytännössä menetelmä tulisi implementoida osaksi verkkotietojärjestelmään integroitua luotettavuuslaskentaa.

10.5.2 Kriittisyystietojen hyödyntäminen varautumisessa

Sähkökäyttökohteiden kriittisyystietojen hyödyntäminen tilanteen aikana ja niiden huomioiminen verkostosuunnittelussa eivät ole ainoita hyötynäkökulmia, joita näiden tietojen käytöstä voidaan saada. Tietojen syöttämisestä järjestelmään sähkönkäyttökohde saa ”palkinnoksi” arvion verkon toimitusvarmuudesta suhteessa omaan keskeytyskriittisyyteen. Asiakkaalle annettavia tietoja voisivat olla esimerkiksi verkonhaltijan simuloima todennäköisyys kriittisen keskeytysajan ylittymisestä, toimitusvarmuuskriteeristössä määritetyt tavoitearvot alueella ja tilastolliset vuotuiset keskeytysajat sekä jälleenkytkennät.

Saatujen tietojen perusteella asiakas voi kehittää varautumistaan sähkökatkojen varalle. Koska vastaavat tiedot olisivat myös pelastustoimen ja kunnan toimijoiden saatavilla, voisivat myös nämä tarvittaessa ohjeistaa kohteen varautumisen parantamisessa. Asiakkaan varautumisen parantumisen myötä muutokset sen kriittisyystiedoissa tulisi päivittää järjestelmään.

10.6 Järjestelmän käyttö suurhäiriöharjoituksissa

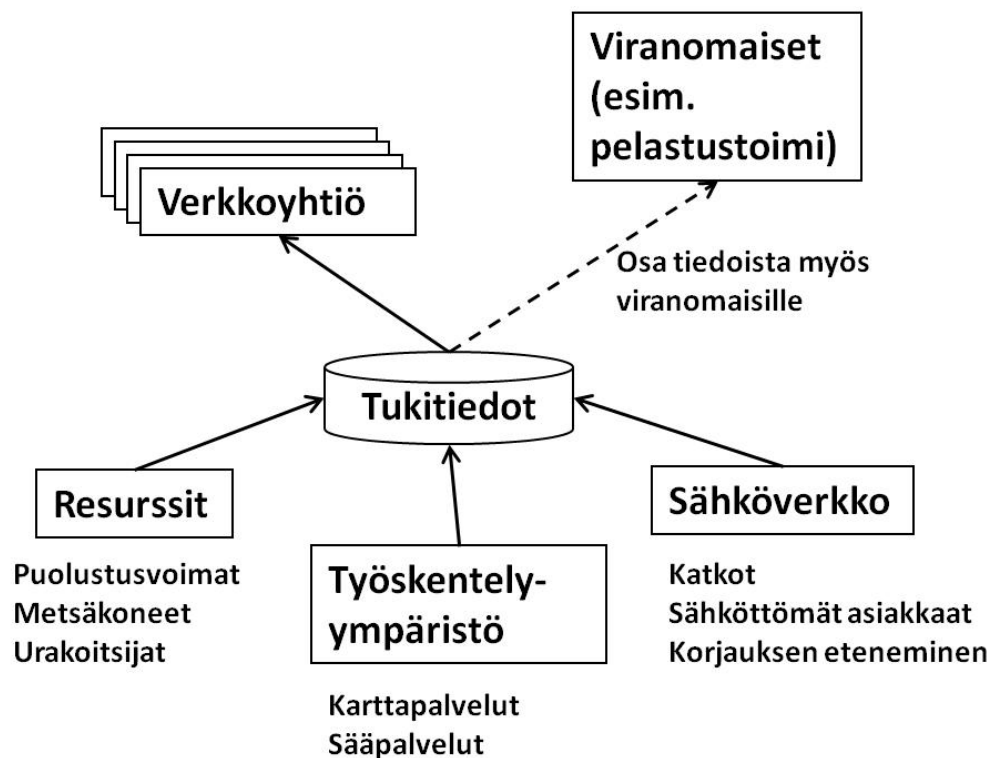
Kehitettävää kokonaisuutta voidaan hyödyntää myös suurhäiriöharjoituksissa. Tästä voidaan nähdä olevan kahdenlainen hyöty. Ensinnäkin suurhäiriöharjoitukseen ei ole toistaiseksi ollut olemassa hyvää työkalua ja toiseksi suurhäiriötilanteiden harvinaisuudesta johtuen järjestelmän käyttöä on tarpeen harjoitella. Järjestelmän käytön harjoittelu edesauttaa järjestelmän käytön hallintaa todellisessa suurhäiriötilanteessa, mutta tukee myös tietojärjestelmäkokonaisuuden kehittämistä. Projektin aikana toteutetussa Touko 2011 -suurhäiriöharjoituksessa todettiin että tilannekuvan tuottaminen ja välittäminen suurhäiriötilanteessa on keskeinen haaste.

Harjoittelun yksinkertainen muoto tarkoittaa lähinnä sitä, että käytöntukijärjestelmästä generoidaan haluttua keskeytyslaajuutta ja kestoja kuvaavat tiedostot, jotka syötetään järjestelmään simuloituksi lähtötiedoksi. Harjoituksen suunnittelija hallinnoi tätä tietoa ja varsinaiset harjoittelijat toimivat vain järjestelmän kautta saatavan informaation varassa. Tämän kaltainen harjoittelu tukee erityisesti pelastustoimen ja kriittisistä toiminnoista vastaavien tahojen harjoittelua, mutta myös verkkoyhtiön toiminnan ja keskeytyskriittisyyden tuntemuksen kehittämistä. Harjoitusten pohjalta voidaan varautumista kehittää, mutta voidaan saada myös tietoa keskeytyskriittisyystietojen tarkennukseen.

Pidemmälle vietyinä harjoittelussa simuloitava tilanne voi perustua Monte-Carlo simulointiin, jolloin tapahtumat ovat osittain sattumanvaraisia, mikä lisää harjoituksen aitoutta. Liitteessä 5 kuvatun Monte-Carlo –simuloinnin yhdeksi ulottuvuudeksi tulisi tässä tapauksessa askeltaa reaaliajassa tai nopeutettuna suurhäiriötilanne. Tällaisen suurhäiriösimulaattorin tarve onkin syytä huomioida, jos Monte-Carlo simulointia lähdetään implementoimaan osaksi luotettavuuslaskentaa. Käytännössä ohjelmointi tulee tehdä modulaarisesti niin että yhden askeleen tapahtumien generointi on erillinen kokonaisuus, jota voidaan kutsua sekä verkostanalyysi- että harjoitussimulaattorisovellusten toimesta.

10.7 Suurhäiriön ennakointiin ja korjaustarpeen määrittämiseen sekä resurssien hallintaan liittyvistä tukitoiminnoista

Ehdotetussa kokonaisuudessa painopiste on viranomaisille tarjottavassa tilannekuvassa, mutta suurhäiriöiden hallintaa voidaan parantaa kehittämällä verkkoyhtiön toimintaa tukevia tietojärjestelmä ja tiedonvaihtoratkaisuja. Kuva 10.5 havainnollistaa tätä osakokonaisuutta. Sääennusteet ja graafiset VAARA-tiedotteet voitaisiin integroida käytöntukijärjestelmään, jolloin voitaisiin ennakoida nykyistä tarkemmin suurhäiriön todennäköisyyttä ja laajuutta lyhyellä aikavälillä. Korjausresurssien osalta voitaisiin ylläpitää tietoa mahdollisista resursseista, niiden sijainnista ja reaaliaikaisesta valmiudesta. Tämä lyhyen aikavälin varautumista tukeva toiminnallisuus tukisi ensisijaisesti verkkoyhtiötä, mutta ennuste voitaisiin välittää myös viranomaisille. Kyseessä on tavallaan sähköyhtiön toimittama vaaratiedote. Resursseihin liittyvää tietoa voitaisiin käyttää myös harjoituksissa ja varautumissuunnittelussa.



Kuva 10.5. *Tukitiedot toimijoille.*

11 Järjestelmäkokonaisuuden käytännön toteuttamisen näkökohtia

11.1 Järjestelmän rajapintoihin ja toimintaan liittyvistä tietoteknisistä kysymyksistä

Edellä kuvatun tietojärjestelmäkokonaisuuden kehittäminen on haastava tehtävä sekä tietoteknisesti että hallinnollisesti. Nykyisin käytössä olevat sovellukset kuitenkin puhuvat teknisen toteutettavuuden puolesta. Useat verkkoyhtiöt tuottavat jo nyt karttapohjaista keskeytystietoa jaettavaksi internetissä. Joillakin verkkoyhtiöllä on jo nyt myös asiakaskohtaisia häiriöviestipalveluja, joiden hallinta tapahtuu internet-palvelun kautta käyttäjien itsensä toimesta. Kehittämällä internet-palvelua keskeytyskriittisyystiedon syöttämistä tukevaksi ja tekemällä erillinen viranomaisille suunnattu karttapalvelua voidaan kokonaisuus rakentaa kohtuullisin kustannuksin. Nopeimmin tämä olisi tehtävissä verkkoyhtiöiden nykyisten ratkaisuja jatkokehittäen, mutta pidemmällä tähtäimellä ratkaisu voisi olla yleinen teknisen infrastruktuurin keskeytyksistä aiheutuvan kriittisyyden tilannetta kuvaava sisältäen myös esimerkiksi matkapuhelinverkon ja vesihuollon tilannetta. Erillisellä kokonaisuudella voitaisiin myös paremmin ratkaista se ongelma, että sähköyhtiöiden toimialueiden rajat eivät vastaa kuntien ja pelastuslaitosten rajoja.

Rajapintojen osalta nykyisinkin sovellettava XML-tiedostojen siirtoon pohjautuva ratkaisu katkotilanteen siirtämiseksi on varsin luonteva kehittämisen lähtökohta. Kriittisyystiedon hallintaan soveltuu tietokanta, josta tietoja voidaan lukea myös suoraan.

Kehittyneempien tiedonsiirtomenetelmien soveltaminen ei ainakaan alkuvaiheessa ole perusteltua, koska ensimmäiset standardoidut rajapinnat esimerkiksi valvomon tietojärjestelmien välillä ovat vasta tulossa käyttöön. Standardissa IEC 61968 on määritelty sähköjakeluverkon käyttötoimintaan liittyviä toimintoja ja niiden välisiä tiedonvaihtotoimintoja, mutta tässä projektissa hahmoteltuja toimintoja ole-massa olevat standardit eivät tue.

Kuvatun kaltaisen suurhäiriöiden hallintaan tarkoitetun tietojärjestelmän kehittämisen yhteydessä on olennaista pohtia myös tietojärjestelmän itsensä häiriöalttiutta. Järjestelmän häiriötön sähkönsyöttö on luonnollisesti varmistettava. Jotta järjestelmästä saataisiin riittävän häiriösietoinen, olisi varteen otettava vaihtoehto hajauttaa järjestelmä maantieteellisesti useaan paikkaan. Jos järjestelmä olisi varmennettu siten, että osa yksiköistä sijaitsisi fyysisesti eri paikoissa, olisi järjestelmä immuunimpi sen sähköverkon häiriöille, joiden hallintaa sen on tarkoitus tukea. Toinen kysymys järjestelmän toimintavarmuudesta liittyy järjestelmäkokonaisuuden tiedonsiirron varmistamiseen. Tietojärjestelmän kuormitus on suurimmillaan juuri häiriötilanteessa, jolloin todennäköisesti myös tiedonsiirtoyhteyksissä esiintyy häiriöitä. Jotta tieto saadaan kerättyä prosessoitavaksi useista lähteistä ja pystytään edelleen toimittamaan sitä tarvitseville, on tiedonsiirto varmistettava.

11.2 Järjestelmän käytännön toteutuksen ja organisoinnin vaihtoehtoista

Kuten mainittu, tietojärjestelmäkokonaisuuden keskeisiä käyttäjiä olisivat pelastuslaitokset, kunnat ja jakeluverkonhaltijat sekä luonnollisesti kriittisiä sähkönkäyttökohteita hallinnoivat sähkönkäyttäjät. Kolmen ensin mainitun eli suurhäiriöiden hallintaan osallistuvien yhteiskunnan ”vastuutoimijoiden” maantieteelliset vastuualueet (toimialueet) eivät ole yhteneviä. Ainoastaan kuntien ja pelastuslaitosten toimialueiden kohdalla on olemassa yhtenevyyttä siten, että pelastuslaitosten toimialueet muodostuvat aina tietyllä alueella toimivien kuntatoimijoiden maantieteellisten vastuualueiden muodostamasta kokonaisuudesta. Jakeluverkonhaltijoiden toimialueet ovat käytännössä riippumattomia kuntien toimialueista, pelastuslaitoksista puhumattakaan. Mahdollinen yhtenevyys jonkun jakeluverkonhaltijan ja jonkun kunnan maantieteellisissä vastuualueissa on tänä päivänä lähinnä poikkeus ja selittyy lähinnä historiallisella kehityksellä.

Periaatteessa voidaan ajatella, että mikä hyvänsä tietojärjestelmän keskeisistä käyttäjätahoista – jakeluverkonhaltija, pelastuslaitos tai kunta – voisi olla aktiivinen toimija ja lähteä luomaan luvussa 10 kuvattua tietojärjestelmäkokonaisuutta omalle maantieteelliselle vastuualueelleen yhdessä ko. alueella toimivien muiden käyttäjien kanssa.

Taulukossa 11.1 on kuvattu, miten hyvin tällaiset järjestelmän eri käyttäjätahojen toimesta pystytetyt ja ko. tahon maantieteellisen vastuualueen kattavat eli jakeluverkonhaltija-, pelastuslaitos- tai kuntakohtaiset tietojärjestelmäkokonaisuudet (taulukon ”järjestelmän laajuus” -sarake) sopivat järjestelmän muille käyttäjille. Käytetty luokitus on kolmiportainen: järjestelmä on OK kaikille käyttäjätahoon kuuluville toimijoille [symboli +], järjestelmä on OK osalle käyttäjätahoon kuuluvista toimijoista, osalle ei [symboli +/-] ja järjestelmä ei ole OK (juuri) millekään käyttäjätahoon kuuluvista toimijoista [symboli -]. Sopivuutta arvioitaessa on pyritty ottamaan huomioon kaikkien Suomessa toimivien jakeluverkonhaltijoiden, pelastuslaitosten ja kuntien kirjo.

Taulukossa on lisäksi järjestelmän laajuus -vaihtoehto ”valtakunnallinen”, mikä tarkoittaa nimensä mukaisesti sitä, että Suomeen rakennettaisiin vain yksi luvussa 10 kuvattu tietojärjestelmäkokonaisuus, joka kattaisi maantieteellisesti koko Suomen.

Taulukko 11.1. Eri laajuisten järjestelmien sopivuus eri käyttäjätahojen näkökulmasta.

Järjestelmän laajuus	Eri laajuisten järjestelmien sopivuus eri käyttäjätahojen näkökulmasta		
	Verkonhaltijat	Kunnat	Pelastuslaitokset
Jakeluverkonhaltijakohtainen	+	+/-	-
Kuntakohtainen	+/-	+	-
Pelastuslaitoskohtainen	+/-	+	+
Valtakunnallinen	+	+	+
Missä, + = OK kaikille toimijaryhmään kuuluville toimijoille (esim. kunnille) +/- = OK osalle toimijaryhmään kuuluvista toimijoista, osalle ei - = ei OK (juuri) millekään toimijaryhmään kuuluvista toimijoista			

Taulukosta nähdään, että sekä jakeluverkonhaltija- että kuntakohtaiset järjestelmät sopivat järjestelmän muille käyttäjille (edellisen tapauksessa pelastuslaitoksille ja kunnille ja jälkimmäisen tapauksessa pelastuslaitoksille ja jakeluverkonhaltijoille) varsin huonosti. Annetut arviot sopivuudesta em. tahoille ovat - ja +/- . Tilanne on tällainen esim. jakeluverkonhaltijakohtaisen järjestelmän osalta siksi, että yksikään pelastuslaitos ei toimi pelkästään yhden jakeluverkonhaltijan maantieteellisellä vastuualueella, vaan laajemmalla alueella (ainoa poikkeus lähinnä Helsingin kaupungin pelastuslaitos). Näin ollen jakeluverkonhaltijakohtainen järjestelmä tarkoittaisi pelastuslaitosten kohdalla sitä, että niiden pitäisi rakentaa yhteydet myös toimialueensa muiden jakeluverkonhaltijoiden järjestelmiin, jotta ne saisivat oman toimialueensa kattavan järjestelmäkokonaisuuden [sopivuusarvio taulukossa -]. Vastaavasti kuntien osalta jakeluverkonhaltijakohtainen järjestelmä on osalle kunnista OK, osalle ei [sopivuusarvio taulukossa +/-]. Tilanne on tällainen siksi, että osa kunnista toimii vain yhden jakeluverkonhaltijan toimialueella, kun taas osa kunnista toimii useamman jakeluverkonhaltijan toimialueella. Jälkimmäisessä tapauksessa kuntien pitäisi siis rakentaa yhteydet myös toimialueensa muiden jakeluverkonhaltijoiden järjestelmiin, jotta ne saisivat oman toimialueensa kattavan järjestelmäkokonaisuuden.

Yhteenvetona taulukon 11.1 osalta voidaan todeta, että valtakunnallinen järjestelmäkokonaisuus olisi eri käyttäjätahojen kannalta kaikkein paras. Tällaiseen järjestelmään kunkin toimijan pitäisi rakentaa ”vain yhdet yhteydet”. Toiseksi paras vaikuttaisi olevan sellainen ratkaisu, että järjestelmät rakennettaisiin pelastuslaitoskohtaisesti. Tällainen järjestelmä sopisi täydellisesti luonnollisesti itse pelastuslaitoksille mutta myös kunnille, koska niiden toimialueet ulottuvat vain yhden pelastuslaitoksen alueelle. Ainoastaan jakeluverkonhaltijoiden kohdalla pelastuslaitoskohtaisten järjestelmien sopivuus ei olisi täydellistä. Osa jakeluverkonhaltijoista joutuisi nimittäin rakentamaan yhteyksiä myös toimialueensa muiden pelastuslaitosten järjestelmiin, jotta ne saisivat oman toimialueensa kattavan järjestelmäkokonaisuuden. On tietenkin huomattava, että eri laajuisten järjestelmien sopivuuteen eri käyttäjätahoille vaikuttaa myös se, onko pystytty luomaan teknistä standardia järjestelmän rajapintoja koskien. Jos on olemassa tällainen valtakunnallinen tekninen standardi, niin pelastuslaitoskohtaisten järjestelmien rakentaminen ei ole jakeluverkonhaltijoiden osalta enää niin suuri ongelma, koska verkonhaltija

voi toteuttaa yhteydet toimialueensa muiden pelastuslaitosten järjestelmiin yhtä standardia noudattaen.

Siinä tapauksessa, että suurhäiriöiden hallintaan tarkoitettujen tietojärjestelmäkokonaisuuksien rakentaminen tapahtuisi täysin ”villisti”, eli niin että jollakin tietyllä alueella järjestelmä tehtäisiin jakeluverkonhaltijan toimialueen kattavaksi ja jollakin toisella alueella esim. pelastuslaitoksen toimialueen kattavaksi, on enemmän kuin todennäköistä, että tällä tavalla ei saavutettaisi optimaalista tulosta koko yhteiskunnan kannalta. Edellä kuvatulla ”tilkkutäkkimäisellä” kehityksellä voisivat nimittäin jotkin maantieteelliset alueet jäädä hyvin todennäköisesti ilman suurhäiriöiden hallintaan tarkoitettua tietojärjestelmäkokonaisuutta. Näin siksi, että tietojärjestelmäkokonaisuuteen vielä liittymättömät toimijat eivät löytäisi enää järkevää toimijoiden kombinaatiota, joilla olisi riittävän sama maantieteellinen toimialue. Eli osa tarvittavista toimijoista olisi jo sitoutunut esimerkiksi tietyn jakeluverkonhaltijan järjestelmään ja osa taas esim. jonkun pelastuslaitoksen järjestelmään.

11.3 Tietojärjestelmäkokonaisuuteen liittyvän liiketoimintapotentialin arviointi

Kokonaisuuden toteuttaminen voi edetä monin eri tavoin. Tässä esitetään eräitä mahdollisia etenemispolkuja:

- Lainsäädäntövelvoite pakottaa alan toimijat kehittämään tilannekuvajärjestelmän (tai jopa koko tietojärjestelmäkokonaisuuden).
- **Yksittäinen verkonhaltija, kunta tai pelastuslaitos ryhtyy asiassa aktiiviseksi** ja saa toimialueellaan olevat muut toimijat mukaan idean taakse. Em. tahot yhdessä perustavat alueellisen palvelun. Mahdollinen yritysmuotoinen toiminta voisi olla ”voittoa tavoittelematonta”.
- **Joukko verkonhaltijoita, kuntia ja pelastuslaitoksia** (laajimmillaan kaikki em. toimijat Suomesta) **ryhtyvät asiassa aktiiviseksi** ja perustavat yhdessä alueellisen tai jopa valtakunnallisen palvelun. Mahdollinen yritysmuotoinen toiminta voisi olla ”voittoa tavoittelematonta”.
- **Verkonhaltijoista, kunnista ja pelastuslaitoksista täysin ulkopuolinen taho ryhtyy tarjoamaan palvelua** em. tahoille. Edellyttää suurempaa luottamusta eri osapuolten välillä. Tällöin verkonhaltijat luovuttaisivat käyttöpaikka-rekisterinsä kriittisyystietokannan pohjaksi ja pelastuslaitosten täytyy luottaa järjestelmään syötettyihin kriittisyystietoihin, koska eivät muuten ottaisi järjestelmää käyttöön. Tässä mallissa haasteelliseksi tulee liiketoimintamalli eli löytyykö riittävä asiakaskunta ja liikevaihto kattamaan palvelun ylläpidon. Tämä ratkaisu saattaisi kuitenkin olla kokonaiskustannuksiltaan edullisin kaikista vaihtoehdoista ja saattaisi johtaa myös vientikelpoisen tuotteen syntymiseen, koska ratkaisu on edullinen eikä perustu lainsäädäntöön tai muihin kansallisiin vaatimuksiin.

12 Muita huomiota suurhäiriöiden hallinnan kehittämiseen liittyen

12.1 Sähkönkäyttäjien omaehtoisen varautumisen parantamisesta

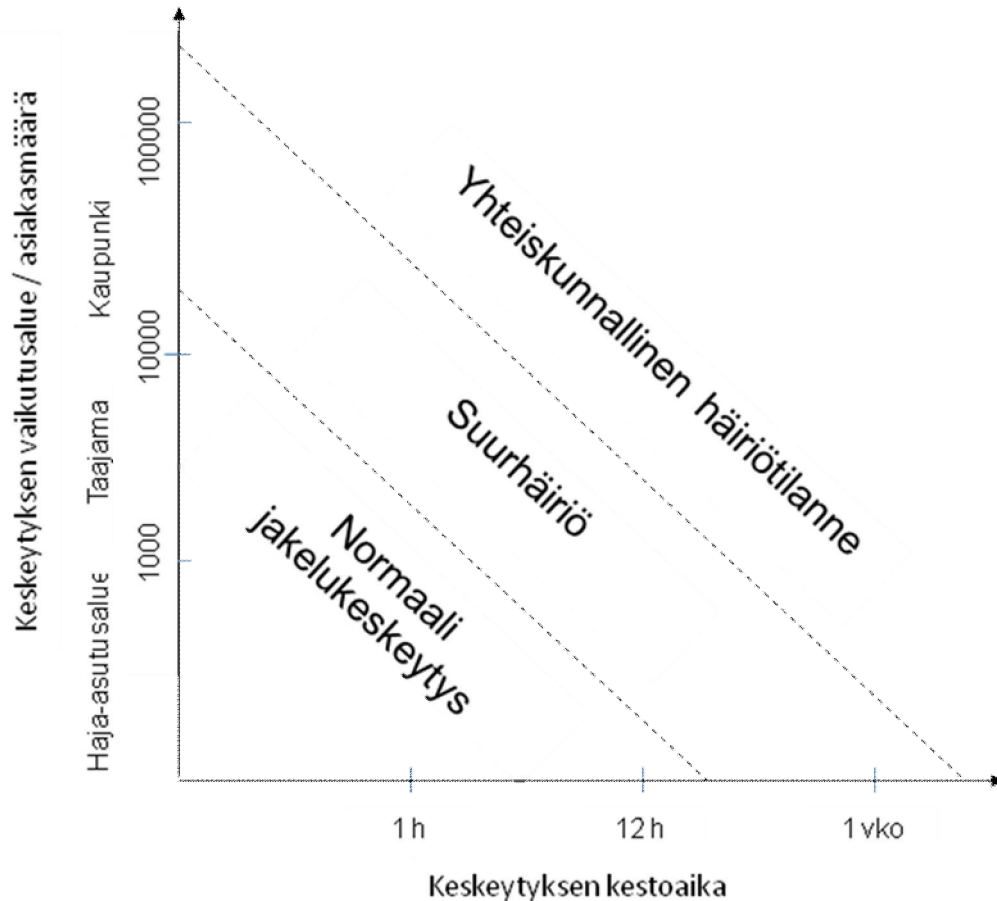
Sähkönkäyttäjien omaehtoinen varautumisen kehittäminen on edelleen tarpeen. Hyviä keinoja tähän ovat 'Pahasti poikki' ja verkkoyhtiöiden omat oppaat, joita kannattaa ylläpitää ja päivittää tarvittaessa. Uusien teknisten ratkaisuiden kehittämistä (akustot, sähköautojen hyödyntäminen) sähkönkäyttäjien häiriösietoisuuden parantamiseksi on syytä jatkaa ja nähdä tämä tavallaan osana älykkään sähköverkon kehittämistä (Smart Grids). Uusien ratkaisuiden käyttöönottoa olisi hyvä myös tukea samaan tapaan kuin maatilojen aggregaattihankintoja tuettiin vuoden 2001 myrskyjen jälkeen ja tuetaan edelleen uudisrakennusten yhteydessä.

12.2 Lainsäädännön kehittäminen

Asiakkaiden keskeytyskriittisyystietojen hyödyntämiseksi sähkömarkkinalakia olisi selkeytettävä. Tulisi olla täysin yksiselitteistä, että verkonhaltija voisi ottaa verkostosuunnittelussaan huomioon verkkonsa keskeytyskriittisimmät asiakkaat ilman, että se voitaisiin luokitella syrjiväksi toiminnaksi. Samoin perustuslakia tulisi tulkita tässä tapauksessa siten, ettei kyseinen järjestely riko mitenkään yhdenvertaisuuspykälää, vaan nimenomaan yrittää palvella koko yhteiskuntaa mahdollisimman tasapuolisesti.

Samanlaisia ongelmakohtia havaittiin uutta toimitusvarmuuskriteeristön aluejaottelua laadittaessa. Taajamien (ja cityjen) priorisointia maaseutua korkeammalle perusteltiin projektissa muun muassa sillä, että taajamissa sijaitsee poikkeustapa-uksia lukuun ottamatta lähes kaikki yhteiskunnan toiminnalle tärkeät kohteet (mm. ruokakaupat, bensa-asemat, päiväkodit), joiden toimivuudesta hyötyvät myös haja-asutusalueen asiakkaat. (Partanen et al. 2010) Vastaavanlaisia perusteluja aluejaottelulle on esitetty raportissa (Verho et al. 2010), jossa nykyistä valvontamallia on tarkasteltu suurhäiriöriskin näkökulmasta. Kuvalla 12.1 on havainnollistettu asiaa. Verkon kehittämistä voitaisiin ohjata myös esimerkiksi muuttamalla vakiokorvauslainsäädäntöä niin, että taajamissa olisi alemmat aikarajat, jolloin olisi olemassa selkeä kannuste kehittää taajamien sähkönjakelua entistä suurhäiriövapaampaan suuntaan.

Senerin verkostosuosituksissa verkonhaltijoille annettua toimintaohjetta suurhäiriöiden varalle olisi syytä päivittää saatujen kokemusten perusteella. Toteutetun kyselyn tulokset tukevat suunnitelman hyödyllisyyttä, joten suositus olisi hyvä muuttaa velvoittavaksi. Suunnitelmille voitaisiin myös luoda valvontaprosessi samaan tapaan kuin tilanne on sähköturvallisuuden valvonnan osalta tänä päivänä.



Kuva 12.2. Keskeytyksen vakavuuden riippuvuus keskeytyksen kestoajasta ja asiakasmäärästä. (Verho et al. 2010)

Keskeytyskriittisille sähkökäyttökohteille voitaisiin tulevaisuudessa tehdä palotarkastuksen kaltainen sähkökatkokriittisyystarkastus, jossa pyritäisiin löytämään epäkohdat varautumisessa ja antaa suositukset sen parantamiseksi. Pohjan tällaiselle tarkastukselle antaisi edellä kuvattu kriittisyystietojen vertailu sähköverkonhaltijalta saatujen verkon toimitusvarmuustietojen kanssa.

12.3 Teleyhtiöiden varautuminen

Teleyhtiöiden varautumista sähkökatkoihin tulisi tarkastella kokonaisuutena yhteistyössä viranomaisten ja sähköyhtiöiden kanssa. Kesän 2010 myrskyjen jälkeen tietoliikennetoimijat ilmaisivat, että 'asiat tulevat kuntoon, kunhan sähköverkko-yhtiöt huolehtivat verkkonsa sellaisiksi, että pitkiä katkoja ei synny'. Tämä ei kuitenkaan ole välttämättä yhteiskunnan kokonaisedun mukaista, vaan joissakin tapauksissa olisi edullisempaa parantaa matkapuhelinverkon tukiaseman varasähkönsyöttöä kuin sähköverkon. Ja on syytä huomata, että myös laajamittainen kantaverkkohäiriö on mahdollinen, jolloin jopa suurhäiriövapaan jakeluverkon tapauksessa saatetaan kokea pitkiä sähkökatkoja.

Teleoperaattoreiden tulisi myös olla valmiita osallistumaan tiedonvaihdon kehittämiseen ja jakamaan myös itse tilannekuvaa häiriötilanteissa. Vattenfall ja Elisa ovatkin aloittaneet syksyllä 2011 yhteistyön, jossa hyödynnetään reaaliaikaista tiedonvaihtoa sähkö- ja tietoliikenneverkkojen ohjausjärjestelmien välillä. Tavoit-

teena on nopeampi reagointi sekä täsmällisempi asiakasviestintä häiriötilanteissa. Elisan julkisen häiriökarttapalvelun kautta on nähtävissä Vattenfallin sähkönjakelukeskeytysten mahdolliset vaikutukset tietoliikennepalveluihin.

12.4 Muita Huomioita

Edellä esitettyjen parannusehdotusten ohella projektin aikana on noussut esiin mm. seuraavia yleisempiä huomioita ja näkökohtia suurhäiriöihin liittyen:

- Viranomaiskäyttöön tarkoitettu vaaraa aiheuttavan sään tiedotepalvelu (VAARA-tiedotteet) tulisi olla myös sähköyhtiöiden käytössä.
- Ylen maakuntaradioiden rooli suurhäiriöihin liittyvässä tiedonvälityksessä on hyvin keskeinen, mutta on huomattava että normaalisti ne toimivat vain virka-aikana.
- Verkkoyhtiöiden nykyisten keskeytysinfosovellusten toimivuus kantaverkon vikatapauksissa tulisi varmistaa.

Projektin ensimmäinen osatehtävä oli nykytila-analyysi, jonka tavoitteena oli laajentaa ja syventää aiempaa tietämystä. Esiselvityksessä havaittiin aihepiiriin laajuus ja se säilyikin haasteena koko projektin toteuttamisen ajan. Esimerkiksi kuntien rooli on selvästi keskeisempi kuin suunnitteluvaiheessa osattiin olettaa. Nykytila-analyysi tehtiin lopulta suunniteltua laajempaan, mutta se jäi siitäkin huolimatta jossakin määrin vajavaiseksi. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tutkimus olisi pitänyt toteuttaa vieläkin laaja-alaisempaan. Kuitenkin jo pelkästään se, että pelastuslaitokset saatiin mukaan hankkeeseen, oli tärkeä askel kehitettäessä sähköhuollon suurhäiriöiden hallintaa.

Projektin kuluessa sen tarpeellisuus tuli todistetuksi: Yhtäältä projektissa toteutetun verkkoyhtiökyselyn pohjalta, mutta erityisesti projektin aikana kesällä 2010 ja talvella 2011 sattuneiden suurhäiriöiden myötä. Näiden suurhäiriöiden aikana nousi esiin sen kaltaisia ongelmia ja tiedonvaihtotarpeita, joihin projektissa oli lähdettykin hakemaan ratkaisuja. Myös projektin aikana toteutetussa Touko 2011 -suurhäiriöharjoituksessa todettiin, että tilannekuvan tuottaminen ja välittäminen suurhäiriötilanteessa on keskeinen haaste.

Projektin keskeinen tulos on hahmoteltu tietojärjestelmäkokonaisuus suurhäiriötilanteiden hallintaan. Ideana on laajentaa nykyisiä sähkökatkoihin liittyviä internetpalveluita siten, että viranomaisille (pelastustoimi, kunnat) tarjottaisiin suurhäiriötilanteessa graafista informaatiota, jossa reaaliaikaisen sähkökatkotiedon ohella näytettäisiin keskeytyskriittisten sähkökäyttökohteiden sijainti ja kriittisyys. Tämän kaltaisen kokonaisuuden rakentaminen edellyttää sitä, että tieto keskeytyskriittisistä asiakkaista on valmiiksi syötettynä järjestelmään. Hahmotelman mukaan tämä toteutettaisiin internetpalvelun avulla siten, että kriittisistä sähkökäyttökohteista vastuussa olevat tahot ylläpitävät itse kriittisyystietoa. Samaa järjestelmäkokonaisuutta voitaisiin hyödyntää myös suunnittelutyökaluna yhdistämällä sähkökäyttökohteiden kriittisyysarviot toteutuneisiin keskeytystilastoihin tai laskennallisiin keskeytystodennäköisyyksiin. Sähkönkäyttökohteiden kannalta tämä tarkoittaisi nykyistä parempaa mahdollisuutta tunnistaa mahdollinen tarve kohteen oman varautumisen parantamiseksi. Verkkoyhtiö taas voisi huomioida kriittisyyden lähtötietona verkon kehittämistoimenpiteille. Hahmoteltua kokonaisuutta voitaisiin hyödyntää myös suurhäiriöharjoituksissa. Projektin puitteissa toteutettiin pienimuotoinen demonstraatio, jolla osaltaan todennettiin kokonaisuuden teknistä toteuttamiskelpoisuutta.

Hahmotellun kokonaisuuden käytännön toteuttamisessa on havaittavissa lukuisia haasteita. Koska muuntopiiritiedon sijaan käsitellään yksittäisten sähkökäyttökohteiden tietoja, tulee yksityisyyden suojaan kiinnittää erityistä huomiota, vaikka tältä osin kyseessä onkin viranomaisille suunnattu toiminto. Vaikka kehittämisen lähtökohta voisi olla laajentaa nykyisiä sähköyhtiöiden järjestelmiä, tulee huomata että sähköyhtiöiden toimialueiden rajat eivät noudata kuntarajoja, eivätkä näin ollen myöskään pelastuslaitosten toimialueiden rajoja. Käytännössä sovellus tulisi toteuttaa kunta- ja pelastuslaitosrajoja noudattaen, jotta hahmotellut viranomaispalvelut olisivat tarpeiden mukaisia. Suositeltavinta olisi kuitenkin toteuttaa kokonaisuus valtakunnallisena. Tästä seuraa edelleen haasteena kysymys käytännön

toteutuksen organisoinnista ja kustannusten kohdentamisesta. Kustannuksiin liittyen haasteeksi on luettava sekin, onko hahmoteltu kokonaisuus perusteltavissa, jos vaakakupeissa ovat kustannukset ja hyödyt.

Projektin pohjalta on hahmotettavissa useita jatkotutkimustarpeita:

- Hahmotellusta tietojärjestelmäkokonaisuudesta tulisi kehittää pilotti, jota voitaisiin testata todellisissa vikatilanteissa ja harjoituksissa.
- Erilaisten sähkönkäyttökohteiden keskeytyskriittisyyden mallintaminen vaatisi selvästi laajempaa selvittämistä, mikä käytännössä voitaisiin tehdä osana pilottiprojektia.
- Monte-Carlo-simulointiin pohjautuva luotettavuuslaskenta tulisi liittää osaksi olemassa olevia luotettavuuslaskentasovelluksia.
- Projektissa hahmoteltu palvelu informoi ainoastaan sähkökatkoista johtuvasta kriittisyydestä. Tämän kehittämisen ohella tulisi selvittää, voitaisiinko kehittää palvelu, joka informoi yleisemmällä tasolla teknisen infrastruktuurin (tietoliikenne, vesihuolto, jne.) toimimattomuudesta.
- Erilaiset vaihtoehtoiset liiketoimintamallit kokonaisuuden kehittämiseksi vaatisivat jatkotutkimusta

Lähteet

- Aaltonen, J. 2010. Tietohallintopäällikkö, Hätäkeskuslaitos. Vierailukäynti 27.1.2010.
- Aarnio, R. 2009. Pelastuspäällikkö, Varsinais-Suomen pelastuslaitos. Vierailukäynti. 09.12.2009.
- Ala-Nojonen, P. 2006. Case: Kainuun Energia Oy: Sähköverkoston hallintaa. Kunnossapito, Vol. 20, s.40-42.
- AREVA. 2006. Early warning system. Modern Power System, Vol. 26, No. 11, s. 10-11.
- Bailey, D., Wright, E. 2003. Practical SCADA for Industry. Oxford. Newnes. 298 s.
- Ellag, SFS 1997:857. Ruotsin sähkölaki.
- Energiamarkkinavirasto. 2004. Helsingissä 23.8.2003 tapahtunut sähkökatkos ja verkon kehittämisvelvollisuus. Helsinki, Energiamarkkinavirasto, Päätös Dnro 185/429/2003. 22 s.
- Energiamarkkinavirasto. 2007. Sähkön jakeluverkkotoiminnan hinnoittelun kohtuullisuuden arvioinnin suuntaviivat vuosille 2008-2011. Helsinki, Energiamarkkinavirasto. 82 s. + liitt. 7s.
- Energiamarkkinavirasto. 2009. Sähköverkkotoiminnan tunnusluvut vuodelta 2008.
- Energiamarkkinavirasto. 2011. Kesän 2010 myrskyt sähköverkon kannalta. Helsinki, Energiamarkkinavirasto, Raportti Dnro 306/401/2011. 21 s.
- Energiateollisuus ry. 2006. Jakeluverkonhaltijoiden varautuminen häiriötilanteisiin. Yhteen-veto (ei julkinen). 6 s. + liitt. 7 s.
- Energiateollisuus ry. 2010. Näin homma hoidettiin: Koillis-Satakunnan Sähkö (Tyyntä myrskyn edellä -myrskysivut) [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: <http://www2.energia.fi/myrsky/sivut/case.html>
- Energimyndigheten. 2007a. Storm Gudrun - What can be learnt from the natural disaster of 2005?. Eskilstuna, Swedish Energy Agency, ET2007:36. 70 s.
- Energimyndigheten. 2007b. Storm Per - Lessons for a more secure energy supply after the second severe storm in the 21st century. Eskilstuna, Swedish Energy Agency, ET2007:35. 72 s.
- Energimyndigheten. 2011. Handbok för Styrel: Prioritering av samhällsviktiga elanvändare vid elbrist. Eskilstuna, Energimyndigheten, ET2011:17. 30 s.
- Estey, G., Gouin, D., Guyard, A. B. 2005. COP: From Knowledge Webs to Knowledge Portals. 10th International Command and Control Research and Technology Symposium. The Future of C2, Washington, Yhdysvallat, 13.06.-16.06.2005. 21 s.

Euroopan komissio. 2011. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle sekä alueiden komitealle – Älykkäät verkot: innovoinnista käyttöönottoon. Bryssel, 12.4.2011. 13 s.

Fingrid Oyj. 2011. Toiminta tehopulassa [WWW]. [Viitattu 20.9.2011]. Saatavilla: http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/sahkomarkkinat/voimajarjestelman_tila/toiminta_tehopulassa/

Forstén, J. Sähkön toimitusvarmuuden parantaminen: Selvitysmiehen raportti. 2002. Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja (vuodesta 1993-3/2004) 18. 50 s.

Hernández, J., Serrano, J. 2001. Knowledge-based models for emergency management systems. Expert Systems with Applications, Vol. 20, No. 2, s. 173-186.

Huoltovarmuuskeskus. 2009. Tehokasta yhteistoimintaa alueellisella riskitiedonvaiholla – VASARA-hankkeen loppuraportti. HVK Julkaisuja 5 2009. 132 s. + liitt. 54 s.

Hätäkeskuslaitos. 2007. ELS-tietojärjestelmän käytettävyyttä tutkittiin. 112 uutisia, No. 4 [WWW]. [Viitattu 03.02.2010]. Saatavilla: <http://www.112.fi/index.php?pageName=uutiskirje&langID=0&nlID=19&newsID=102>

Hätäkeskuslaitos. 2009a. Tiedotusvälineille – Perustietoa hätäkeskuslaitoksesta ja hätänumeroista 112 [WWW]. [Viitattu 03.02.2010]. Saatavilla: http://www.112.fi/documents/Mediapaketti_suomi.pdf

Hätäkeskuslaitos. 2009b. TOTI-Hanke [WWW]. [Viitattu 03.02.2010]. Saatavilla: <http://www.112.fi/index.php?pageName=toti>

Hätäkeskuslaitos. 2010. Hätäkeskukset [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: <http://www.112.fi/index.php?pageName=hatakeskukset>

Hätäkeskuslaitos 2011a. Hätäkeskuslaitos teki uudesta hätäkeskustietojärjestelmästä hankintapäätöksen. Lehdistötiedotteet. [WWW]. [Viitattu 06.07.2011]. Saatavilla: <http://www.112.fi/index.php?pageName=lehdistotiedotteet&ID=153>

Hätäkeskuslaitos. 2011b. Pelastustoimen mediapalvelu [WWW]. [Viitattu 20.06.2011]. Saatavilla: <http://www.112.fi/index.php?pageName=mediapalvelu>

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 1998. IEEE Trial-Use Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices. IEEE Std 1366-1998.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 2003. IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices. IEEE Std 1366-2003.

Järventausta, P., Mäkinen, A., Kivikko, K., Partanen, J., Lassila, J. & Viljainen, S. 2005. Sähkö-verkon kehittämisvelvoitteen arviointi käyttövarmuuden näkökulmasta. Tampereen teknillinen yliopisto & Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energiamarkkinaviraston julkaisuja 1/2005. 43 s.

Keski-Suomen pelastuslaitos. 2009. Palvelutason päätös 2009-2011. 56 s. + liitt. 74 s.

Knight, U.G., 2001. Power Systems in Emergencies - From Contingency Planning to Crisis Management. John Wiley & Sons. 392 s.

Kohvakka, K. 2008. Turvallinen elämä jokaiselle – Sisäisen turvallisuuden ohjelma. Suomen palopäällystöliiton syysopintopäivät ja liittokokous. Pori. 16.10.-17.10.2008. [WWW]. [Viitattu 14.08.2009]. Saatavilla: http://sppl.fi/files/528/Turvallinen_elama_jokaiselle_-_Sisaisen_turvallisuuden_ohjelma_Kohvakka.pdf

Kokki, E. 2007. PRONTO pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilastojärjestelmä, pelastusopisto. Sisäasiainministeriö, [WWW]. [Viitattu 28.06.2011]. Saatavilla: [http://www.intermin.fi/pelastus/images.nsf/files/3A2817F71097B2E7C225726400464633/\\$file/PRONTO_fi.pdf](http://www.intermin.fi/pelastus/images.nsf/files/3A2817F71097B2E7C225726400464633/$file/PRONTO_fi.pdf)

Koskinen, J. & Kiiala, I. 2009. Poliisityön sähköriippuvuus. Tampere. Päättötyö, Poliisiammattikorkeakoulu. 39 s. + liitt. 1 s.

Kuru, J., Haikkonen, J., Myllymäki, J. 2009. Innovative System Integration for Outage Communication. CIRED 2009, International Conference and Exhibition on Electricity Distribution. 8.-11.6.2009, Prague, Czech Republic.

Lakervi, E., Holmes, E. 1995. Electricity distribution network design. 2. painos, Lontoo, IEE POWER SERIES 21. 325 s.

Lakervi, E., Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki, Otatieto. 285 s.

Lehtonen, M. 2009. Valmiuspäällikkö, Tampereen aluepelastuslaitos. Vierailukäynti. 29.09.2009

Maa- ja metsätalousministeriö (MMM). 2009. Valtakunnallinen metsätuhovalmiussuunnitelma ja sen toimeenpano. 19 s.

Molarius, R., Huovila, H., Kotovirta, V., Wessberg, N., Yliaho, J. 2009. UHHA - a framework for emergency management in chemical accidents. NBC 2009 7th Symposium on CBRNE threats, Meeting the future challenges, Jyväskylä, Suomi, 2009. Defence Forces Technical Research Centre, Publications 18. Ed. Maatela P and Korpela S. Editä Prima Oy Helsinki, 2009. s. 112 - 116.

Nieminen Kristofersson, T. Esitys projektin workshopissa VTT:lla Tampereella 28.10.2009.

Northcote-Green, J., Wilson, R. 2006. Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems. CRC Press. s. 31-60.

Onnettomuustutkintakeskus. 2011. Heinä-elokuun 2010 Rajuilmat. Helsinki, Onnettomuustutkintakeskus, Tutkintaselostus S2/2010Y. 149 s. + liitt. 9 s.

Owen, S. 2008. e-terravision Weather Data Visualization [WWW]. [Viitattu 31.07.2009]. Saatavilla: <http://www.xcelenergy.com/SiteCollectionDocuments/docs/WEFC-TRC-Weather-Data-Visualization.pdf>

Partanen, J., Honkapuro, S., Lassila, J., Kaipia, T., Verho, P., Järventausta, P., Strandén, J., Mäkinen, A. 2010. Sähkönjakelun toimitusvarmuuden kriteeristö ja tavoitetasot. Lappeenran-

nan teknillinen yliopisto & Tampereen teknillinen yliopisto, Energiateollisuus ry:n tilaama tutkimusraportti. 61 s.

Pelastuslaki 29.4.2001/379.

Pelastustoimi. 2007. 112info: ohje [WWW]. [Viitattu 03.02.2010]. Saatavilla: <http://www.pelastustoimi.fi/112ohje/>

Pelastustoimi. 2010a. Pelastuslaitokset [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: <http://www.pelastustoimi.fi/41299/>

Pelastustoimi. 2010b. Toiminta ja talous - Pelastustoimen tehtävien hoitoon osallistuvat [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: http://www.pelastustoimi.fi/toiminta_ja_talous/33099/

Poliisi. 2010a. Yleinen järjestys ja turvallisuus [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: <http://poliisi.fi/poliisi%5Chome.nsf/pages/D8319C93780115A5C2256B81004CA354?opendocument>

Poliisi. 2010b. Yleinen paikka [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: <http://poliisi.fi/poliisi/home.nsf/pages/DA9D2B81B6E4B31DC2256B9E00393572?opendocument>

Poliisilaki 7.4.1995/493.

Prolog Development Center. 2009. ARGOS CBRN – Information system for Emergency Management. Whitepaper. 33 s.

Puolustusministeriö. 2008. Pahasti poikki – Näin selviät pitkästä sähkökatkosta. Helsinki, Suomen Puolustusministeriö. 23s.

Puolustusministeriö. 2009. Pitkä sähkökatko ja yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen. Helsinki, Suomen Puolustusministeriö. 100 s.

Puolustusvoimat. 2008. Ruotuväki – Viranomaisavun erikoisnumero 2008. [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: <http://www.viranomaistenvalmius.fi/ruotuvaki-viranomaisavun-erikoisnumero-2008.pdf>

Puolustusvoimat. 2010. Puolustusvoimien tehtävät [WWW]. [Viitattu 16.04.2010]. Saatavilla: <http://www.mil.fi/perustietoa/tehtavat/>

Rantama, M., Junttila, K. 2011. Pelastustoimen langattoman tiedonsiirron tarpeet ja toteutusmahdollisuudet tulevaisuudessa. Pelastustopiston julkaisu, B-sarja: Tutkimusraportit 2/2011. 105 s. + liitt. 95 s.

Sener. 2002. VerkostosuositusYA 7:02, Sähköverkkoyhtiön toiminta suurhäiriössä. Helsinki 2002. Sähköenergialiitto ry Sener. 12 s.

Sener & Finergy. 2001. Senerin ja Finergyn myrskykyselyiden yhteistuloksia. Sähköenergialiitto ry Sener ja Energia-alan keskusliiton ry Finergy.

Shankar, M., Stovall, J., Sorokine, A., Bhaduri, B., King, T. 2008. Visualizing Energy Resources Dynamically on Earth. Power and Energy Society General Meeting – Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century. 20.07.-24.07.2008. 4 s.

Sisäasiainministeriö. 2008. Suuronnettomuuksien ja ympäristötuhojen torjunta – Sisäisen turvallisuuden ohjelman valmisteluun osallistuneen asiantuntijaryhmän loppuraportti. 85 s.

Sisäasiainministeriö, Pelastustoimi. 2008. Hätäkeskuslaitoksen tietojärjestelmän toimitusprojekti päätökseen. [WWW]. [Viitattu 03.02.2010]. Saatavilla: <http://www.pelastustoimi.fi/uutiset/4206>

Sisäasiainministeriö. 2011. Aluehallinnon turvallisuustilannekuvan muodostaminen, analysoiminen ja jakaminen – Työryhmän raportti. Sisäasiainministeriön julkaisuja 4/2011, Helsinki. 25 s. + liitt. 7 s.

Suomen kuntaliitto. 2011a. Kuntien ja kuntayhtymien toiminta [WWW]. [Viitattu 19.08.2011]. Saatavilla: <http://www.kunnat.net/fi/kunnat/toiminta/Sivut/default.aspx>

Suomen kuntaliitto. 2011b. Diaesitykset ja perustiedot kunnista [WWW]. [Viitattu 19.08.2011]. Saatavilla: <http://www.kunnat.net/fi/kunnat/toiminta/perustiedot/Sivut/default.aspx>

Svensk Energi. 2011. Elnätet [WWW]. [Viitattu 20.9.2011]. Saatavilla: <http://www.svenskenergi.se/sv/Om-el/Elnatet/>

SYKE (Suomen ympäristökeskus). Ympäristövahinkojen torjunnan tilannekuvajärjestelmä (BORIS II) [WWW]. [Viitattu 06.07.2009]. Saatavilla: www.ymparisto.fi/syke/boris2

Sähkömarkkinalaki 17.3.1995/386.

Turku Energia. 2009. Keskeytysinfo. [WWW]. [Viitattu 20.10.2009]. Saatavilla: <http://www.turkuenergia.fi/keskeytysinfo/>

Turoff, M. 2002. Past and Future Emergency Response Information Systems. Communications of the ACM, Vol. 45, No. 4, s. 29-32.

Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity (UCTE). Final Report – System Disturbance on 4 November 2006. 2007. UCTE. 62 s. + liitt. 22 s.

Valmiuslaki 22.7.1991/1080

Verho, P., Strandén, J., Nurmi, V-P., Mäkinen, A., Järventausta, P., Hagqvist, O., Partanen, J., Lassila, J., Kaipia, T., Honkapuro, S. Nykyisen valvontamallin arviointi – suurhäiriöriski. 2010. Tampereen teknillinen yliopisto & Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energiamarkkinaviraston tilaama tutkimusprojekti. 50 s.

Viitanen, T. Myrskyn aiheuttamat yhteiskunnalliset häiriöt. 2002. Sisäasiainministeriö, pelastusosasto. 10 s.

Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamisen strategia (YETTS). VNpp 23.11.2006.

Yhteiskunnan turvallisuusstrategia (YTS). VNpp 16.12.2010.

Liiteluettelo

Liite 1 - Projektissa tehdyt julkaisut ja opinnäytetyöt sekä workshopit, vierailut ja esitykset

Liite 2 - Sähköhuollon suurhäiriöihin liittyvä kysely

Liite 3 - Kyselyn piiriin kuuluneet jakeluverkonhaltijat

Liite 4 – Kyselyn tulokset

Liite 5 - Suurhäiriöiden mallintaminen osana luotettavuuslaskentaa

Liite 1. Projektissa tehdyt julkaisut ja opinnäytetyöt sekä workshopit, vierailut ja esitykset.

Konferenssijulkaisut:

- Strandén, J., Krohns, H., Verho, P. & Sarsama, J. 2010. Modeling the interruption criticality of customers of distribution networks. The 9th Nordic Electricity Distribution and Asset Management Conference (NORDAC 2010), Aalborg, Tanska, 6.-7.9.2010.
- Krohns, H., Strandén, J., Verho, P. & Sarsama J. 2010. Developing communication between actors in major disturbances of the electric power supply. The 9th Nordic Electricity Distribution and Asset Management Conference (NORDAC 2010), Aalborg, Tanska, 6.-7.9.2010
- Sarsama, J., Molarius, R., Verho, P., Strandén, J., Krohns H. 2011. **Preparedness of Finnish Electricity Users against Major Disturbances in Supply of Electric Power**, First International Conference on Vulnerability and Risk Analysis and Management (ICVRAM 2011) and Fifth International Symposium on Uncertainty Modeling (ISUMA 2011), 11-13 April 2011, Maryland, USA.
- Strandén, J., Krohns, H., Verho, P., Sarsama, J. 2011. **Major Disturbances – Development of Preparedness in Finland during the Last Decade**, 21st International Conference on Electricity Distribution (CIRED 2011), 6-9 June 2011, Frankfurt, Germany.
- Krohns, H., Hälvä, V., Strandén, J., Verho, P., Sarsama, J. 2011. **Demonstration of Communication Application for Major Disturbances in the Supply of Electric Power**, Cigre International Symposium: The Electric Power Systems of the Future, 13-15 September 2011, Bologna, Italy.

Opinnäytetyöt:

- Krohns, H. 2010. **Sähköhuollon suurhäiriöissä käytettävien tilannekuvajärjestelmien nykytila-analyysi**. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere. 79 s. + liitt. 3 s.
- Hälvä, V. 2010. **Paikkatiedon hyödyntämisen nykytila ja kehitystrendit sähköjakeluverkon hallinnan tietojärjestelmissä**. Kandidaatintyö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere. 28 s.

Esitykset:

- Strandén, J., Verho, P. **Sähköhuollon suurhäiriöt – Yhteiskunnan varautumisen kehittyminen viimeisen vuosikymmenen aikana**. Sähkön laadun hallinta - asiantuntijaseminaari, Luoston Loto, Sodankylä, 15.2.2011.
- Verho P. Projektin esittely Sähkötutkimuspoolin tutkimusseminaarissa 6.10.2011
- Verho P. Projektin esittely Etelä-Suomen Voima-aluekokouksessa Tampereella 12.10.2011

Vierailut:

- Tampereen kaupungin johtokeskus ja aluepelastuslaitoksen valvomo. Tampere, 29.9.2009
- Varsinais-Suomen pelastuslaitos. Turku, 9.12.2009.
- Turku Energia Sähköverkot Oy. Turku, 9.12.2009.
- Hätäkeskuslaitos / hätäkeskusyksikkö. Pori, 27.1.2010.



Tervetuloa vastaamaan sähköhuollon suurhäiriöihin liittyvään kyselyyn!

Sähköhuollon suurhäiriöllä tarkoitetaan tässä yhteydessä pitkäkestoista ja/tai laajaa sähkökatkoa, jonka seurauksena pelastuslaitoksen ja yhden tai useamman muun julkisen toimijan (kunta, poliisi jne.) on tarve ryhtyä jakeluverkonhaltijan lisäksi toimenpiteisiin vähentääkseen häiriöstä aiheutuvia vakavia henkilö- ja omaisuusvahinkoja.

Em. tahojen toteuttamat toimenpiteet voivat tarkoittaa esimerkiksi yleisen järjestyksen ja turvallisuuden varmistamista suuren yleisötapauksen keskeytyessä sähkökatkon seurauksena, tankkiautoilla tapahtuvan vedenjakelun käynnistämistä tai yksinasuvien iäkkäiden kuntalaisten evakuointia, jos häiriö ilmenee kylmään vuodenaikaan.

Suurhäiriö eroaa sitä lievemmästä sähkökatkosta siinä, että suurhäiriöstä yhteiskunta ei selviä pelkätään jakeluverkonhaltijan ja tämän apuna mahdollisesti toimivan verkostourakoitsijan sekä esimerkiksi naapuriverkkoyritysten toimenpitein. Suurhäiriössä yhteiskunnan "häätätilanneorganisaatioiden", kuten esimerkiksi pelastuslaitosten ja kuntien on siis ryhdyttävä toimenpiteisiin häiriöstä aiheutuvien haittojen vähentämiseksi. Näiden tahojen toimintavelvoitteen taustalla ovat esimerkiksi pelastus- ja valmiuslain säädökset.

Esimerkkeinä sattuneista sähköhuollon suurhäiriöistä voidaan mainita Janika-myrsky vuonna 2001 sekä Gudrun-myrsky Ruotsissa vuonna 2005. Myös muista syistä aiheutuvat suurhäiriöt ovat mahdollisia. Laajimman häiriön aiheuttaa kantaverkon romahtaminen, joka voi olla seurausta esimerkiksi tahalliset vahingonteosta.

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena on kehittää jakeluverkonhaltijoiden ja niiden kanssa samalla alueella toimivien pelastuslaitosten ja kuntien sekä muiden mahdollisten tahojen välistä tiedonvaihtoa suurhäiriöiden aikana. Tavoitteena on tiedonvaihtoa kehittämällä saada eri tahojen toiminta mahdollisimman koordinoituksi ja siten vaikuttaa siihen, että häiriötilanteesta aiheutuvat haittavaikutukset alueen väestölle olisivat mahdollisimman pienet (väestön elinmahdollisuuksien ja toimeentulon turvaaminen).

Tämän kyselyn tavoitteena on saada tietoa jakeluverkonhaltijoiden mahdollisista kokemuksista edellä annetun määritelmän mukaisista sähköhuollon suurhäiriöistä. Kokemusten lisäksi selvitetään verkonhaltijoiden käsityksiä suurhäiriöiden todennäköisyydestä. Myös verkonhaltijoiden nykyistä varautumista suurhäiriöihin ja niitä lievempiin sähkökatkostilanteisiin selvitetään. Lisäksi selvitetään verkonhaltijoiden käsityksiä asiakkaiden ja muiden tahojen varautumisen tasosta. Myös käsityksiä suurhäiriöiden aikaisen tiedonvaihdon kehittämistarpeista selvitetään.

Kysely toteutetaan ei-anonymisti. Tämä tarkoittaa sitä, että tutkimuksen toteuttavat tahot eli Tampereen teknillinen yliopisto ja VTT (mutta eivät mitkään muut tahot!) tietävät kunkin täytetyn vastauslomakkeen kohdalla, minkä yrityksen vastauksista on kyse. Tämä perustuu siihen, että kullakin yrityksellä on kyselyyn oma eli siis yrityskohtainen nettilinkkinsä.

Toteuttamalla kysely em. tavalla, pystytään kyselyyn vastaaminen pitämään yrityksille mahdollisimman helppona. Tämä tarkoittaa sitä, että kyselyyn vastatessa ei ole tarve antaa sellaisia yrityskohtaisia taustatietoja kuin esimerkiksi verkon määrä, kaapelointiaste, asiakasmäärä jne., vaan näinä hyödynnetään suoraan Energiamarkkinaviraston julkaisemia tietoja.

Edellä kuvatussa kyselyn toteutustavasta huolimatta, kyselyn mitään tuloksia ei tulla julkaisemaan yrityskohtaisesti vaan tulokset esitetään aina laajempaa yritysjoukkoa koskevana jakaumina.

Vastausohjeita

Joihinkin kysymyksiin annetut vastaukset vaikuttavat jonkin verran siihen mitä kysymyksiä vastaajalle jatkossa esitetään. Tämä ilmenee kyselyssä siten, että esitettävien kysymysten numerointi ei välttämättä jatku katkeamattomana, vaan välistä saattaa "puuttua" joitakin kysymyksiä. Tämän menettelyn yksinomainen tarkoitus on siinä, että näin vältytään vastaajalle hankalien ehdollisten kysymysten esittämiseltä: *Jos vastasitte edellä kohdassa xxx, että yyy, niin onko...*

Suurin osa kysymyksistä on laadittu ns. suljetuiksi kysymyksiksi. Näissä valitaan annetuista vaihtoehdoista parhaiten omaa kantaa kuvaava vaihtoehto.

Vain pieni osa kysymyksistä on tehty pakollisiksi. Nämä on merkitty seuraavasti.

*** = Kysymykseen on pakko vastata**

Kunkin sivun yläosassa vihreällä pohjalla oleva otsikkopalkki kertoo, missä kyselyn osiossa ollaan menossa ja vastaavasti kunkin sivun alaosassa oleva vastausprosentti-lukema kertoo vastaamisen etene- misestä.

Mikäli kyselyyn vastaamisessa ilmenee teknisiä ongelmia, pyydetään ottamaan yhteyttä Janne Sarsamaan VTT:llä.

sähköposti janne.sarsama@vtt.fi / puhelin 020 722 3259

Osa 1 / 6 - Yrityksen varautuminen pitkäkestoisiin ja / tai laajoihin sähkökatkoihin

Tässä osiossa keskitytään yrityksenne varautumiseen pitkäkestoisiin ja / tai laajoihin sähkökatkoihin - ja siten myös sähköhuollon suurhäiriöitä koskevaan varautumiseen.

Kysymysten pääpaino on varautumisessa, joka liittyy sähkökatkotilanteiden operatiiviseen hallintaan eikä siis esimerkiksi verkkoon tehdyissä toimenpiteissä (linjojen siirto maanteiden varteen, maakaapeloinnin lisääminen jne.).

VARAUTUMISSUUNNITELMA

1. Onko yrityksessänne tehty kirjallista tai sähköistä varautumissuunnitelmaa pitkäkestoisten ja / tai laajojen sähkökatkojen varalle? Onko suunnitelma päivitetty?

	Kyllä	Ei	En osaa sanoa	Minä vuonna tehty/päivitetty viimeksi? (vvvvv)
Varautumissuunnitelma tehty	()	()	()	_____
Varautumissuunnitelma päivitetty	()	()	()	_____

2. Onko yrityksessänne jouduttu turvautumaan varautumissuunnitelmassa esitettyihin toimenpiteisiin?

- () Kyllä
() Ei
() En osaa sanoa

3. Jos yrityksessänne on jouduttu turvautumaan varautumissuunnitelmassa esitettyihin toimenpiteisiin, niin kuinka hyödyllinen koette suunnitelman olleen?

(1 = erittäin hyödytön,... 5 = erittäin hyödyllinen)

1	2	3	4	5
()	()	()	()	()

4. Näettekö tällä hetkellä, että varautumissuunnitelma on jonkin varautumisen osa-alueen osalta puutteellinen?

- () Ei
() En osaa sanoa
() Kyllä, minkä osalta? _____

5. Mikä on ollut varautumissuunnitelmanne päivityksen keskeisin syy?

- () Koetuista häiriötilanteista saadut kokemukset ja esiin nousseet tarpeet
 () Harjoituksista saadut kokemukset ja esiin nousseet tarpeet
 () Ennalta määritellyn päivitysajankohdan täyttyminen
 () En osaa sanoa
 () Jokin muu, mikä? _____

VIANKORJAUKSEEN LIITTYVÄT SOPIMUKSET

6. Mikä seuraavista kuvaa parhaiten yrityksenne toimintaa vikatilanteissa?

- () Viankorjaus hoidetaan pääosin omilla resursseilla
 () Viankorjaus hoidetaan osin omilla resursseilla ja osin ulkopuolisten palveluntarjoajien toimesta
 () Viankorjaus hoidetaan pääosin ulkopuolisten palveluntarjoajien toimesta
 () En osaa sanoa

7. Oletteko sopineet seuraavien tahojen korjauskapasiteetin (työvoima ja/tai kalusto) saamisesta käyttöönnne pitkäkestoisen ja/tai laajan sähkökatkon esiintyessä yrityksenne jake-lualueella?

	Sovittu korjauskapasitee- tin saannista			Kommentteja
	Kyllä	Ei	En osaa sanoa	
Naapuriverkkoyritykset	()	()	()	_____
Verkostourakoitsijat	()	()	()	_____
Paikalliset sähköasen- nusrakoitsijat	()	()	()	_____
Kuljetusyrittäjät	()	()	()	_____
Kaivuriurakoitsijat	()	()	()	_____
Metsäkoneurakoitsijat	()	()	()	_____
Maanviljelijät	()	()	()	_____
Metsänhoitoyhdistykset	()	()	()	_____
Paikalliset metsurit	()	()	()	_____
Jokin muu, mikä?	()	()	()	_____
Jokin muu, mikä?	()	()	()	_____

8. Millä varmuudella arvioitte saavanne yhden tai useamman verkostourakoitsijan kapasi-teettia itsellenne sellaisessa sähköhuollon suurhäiriössä, joka koskettaa useampaa verkko-yhtiöitä (esim. Gudrunin tyyppinen tilanne)?

(1 = korjauskapasiteetin saanti erittäin epävarmaa,... 5 = korjauskapasiteetin saanti erittäin varmaa)

1	2	3	4	5
()	()	()	()	()

SÄHKÖNKÄYTTÖKOhteiden keskeytyskriittisyyden arviointi

9. Valitkaa korkeintaan kolme tärkeintä kriteeriä, joilla yrityksessänne arvotetaan sähkönkäyttökohteiden keskeytyskriittisyys? (Tärkein = 1, seuraavaksi tärkein = 2 jne.)

- Elinkeinoelämälle aiheutuvat taloudelliset menetykset _____
- Viranomaisvalvonnassa sovellettava KAH-arvo _____
- Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen _____
- Kansalaisten turvallisuus ja hyvinvointi _____
- Kaikki (loput) asiakkaat ovat saman arvoisia _____
- Jokin muu, mikä? _____

10. Miten keskeytyskriittisyysarviointia käytännössä hyödynnetään? (Voidaan valita useita vaihtoehtoja.)

- ☐ Korjaustoiminnan priorisoinnissa
- ☐ Investointien kohdentamisessa
- ☐ Tehopulatilanteessa
- ☐ Varavoiman kohdentamisessa
- ☐ Asiakasviestinnän kohdentamisessa
- ☐ En osaa sanoa
- ☐ Jokin muu, mikä? _____

11. Missä muodossa edellä mainittu tieto kriittisyysarviosta on? (Voidaan valita useita vaihtoehtoja.)

- ☐ Jossain määrin henkilöstön tiedossa
- ☐ Kattavasti henkilöstön tiedossa
- ☐ Jossain määrin tietojärjestelmässä
- ☐ Kattavasti tietojärjestelmässä ja helposti käytettävissä
- ☐ En osaa sanoa
- ☐ Jokin muu, mikä? _____

12. Huomioidaanko sähkönkäyttökohteiden kriittisyyden arvioinnissa niiden mahdollinen oma varavoima ja sen riittävyys?

- ☐ Kyllä, kattavasti
- ☐ Kyllä, siltä osin kuin varavoimasta tiedetään
- ☐ Ei, koska tieto varavoimasta on puutteellista
- ☐ Ei, varavoimatietoa ei edes yritetä ylläpitää
- ☐ En osaa sanoa
- ☐ Jokin muu, mikä? _____

13. Mikä seuraavista kuvaa parhaiten käytössänne olevan siirrettävän varavoiman käyttöä pitkäkestoisissa sähkökatkoissa?

- ☐ Varavoimaa käytetään varautumissuunnitelmassa määriteltujen asiakaskohteiden sähkön syöttämiseen
- ☐ Varavoiman käyttö suunnitellaan tilannekohtaisesti
- ☐ Varavoimaa ei käytetä, koska resurssit keskitetään vikojen korjaukseen
- ☐ Yhtiöllä ei ole varavoimaa
- ☐ En osaa sanoa
- ☐ Jokin muu, mikä? _____

HARJOITTELU

14. Harjoitellaanko yrityksessänne pitkäkestoisten ja/tai laajojen sähkökatkojen varalta?

- ☐ Kyllä, säännöllisesti
- ☐ Kyllä, epäsäännöllisesti
- ☐ Ei lainkaan
- ☐ En osaa sanoa

15. Kuinka usein harjoituksia pidetään?

- ☐ vuosittain
- ☐ kerran 2 vuodessa
- ☐ kerran 3 vuodessa
- ☐ kerran 4 vuodessa
- ☐ kerran 5 vuodessa
- ☐ harvemmin kuin kerran 5 vuodessa

16. Onko harjoittelussa mukana ulkopuolisia tahoja?

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ En osaa sanoa

17. Jos mukana on ulkopuolisia tahoja, niin mitä nämä ovat?

- ☐ Verkstourakoitsijoita
- ☐ Sähköntuottajia
- ☐ Kantaverkkoyhtiö
- ☐ Alueverkkoyhtiöitä
- ☐ Naapuriverkkoyrityksiä
- ☐ Teleoperaattoreita
- ☐ Kaukolämpöyrityksiä
- ☐ Paikallisia sähköasennusurakoitsijoita
- ☐ Kuljetusyrittäjiä
- ☐ Kaivuriurakoitsijoita
- ☐ Metsäkoneurakoitsijoita
- ☐ Maanviljelijöitä
- ☐ Metsänhoitoyhdistyksiä
- ☐ Paikallisia metsureita
- ☐ Tiedotusvälineiden edustajia
- ☐ Pelastuslaitosten edustajia
- ☐ Kuntien edustajia

- ☐ Poliisin edustajia
- ☐ Puolustusvoimat
- ☐ Jokin muu, mikä? _____
- ☐ Jokin muu, mikä? _____

18. Minkä sisältöistä harjoittelu on?

MUU YHTEISTYÖ JA YHTEYDENPITO TOIMIALUEEN PELASTUSLAITOSTEN JA KUNTIEN KANSSA

19. Onko yrityksenne tehnyt mahdollisen harjoittelun lisäksi muuta yhteistyötä tai ollut muutoin yhteydessä jakelualueen pelastuslaitoksen/-laitosten kanssa suurhäiriöihin varautumisen tiimoilta?

- ☐ Kyllä, jakelualueen kaikkien pelastuslaitosten kanssa
- ☐ Kyllä, joidenkin pelastuslaitosten kanssa
- ☐ Ei yhdenkään pelastuslaitoksen kanssa
- ☐ En osaa sanoa

20. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen jollakin "kyllä"-vaihtoehtoista, niin voitteko kuvata minkä sisältöistä tämä yhteistyö tai yhteydenpito pelastuslaitosten kanssa on ollut.

21. Onko yrityksenne tehnyt mahdollisen harjoittelun lisäksi muuta yhteistyötä tai ollut muutoin yhteydessä jakelualueen kuntien kanssa suurhäiriöihin varautumisen tiimoilta?

- ☐ Kyllä, jakelualueen kaikkien kuntien kanssa
- ☐ Kyllä, useiden kuntien kanssa
- ☐ Kyllä, joidenkin kuntien kanssa
- ☐ Ei minkään kunnan kanssa
- ☐ En osaa sanoa

22. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen jollakin "kyllä"-vaihtoehtoista, niin voitteko kuvata minkä sisältöistä tämä yhteistyö tai yhteydenpito kuntien kanssa on ollut.

YHTEYDENPITO, VIESTINTÄ

23. Minkä viestivälineen käyttöön yhteydenpito valvomon ja vikoja korjaavan henkilöstön välillä perustuu pitkäkestoisissa ja/tai laajoissa sähkökatkoissa? Antakaa ensisijaiselle viestivälineelle arvoksi 1, varajärjestelmälle 2, jne. Valitkaa korkeintaan kolme tapausta.

	Ensisijaisuusjärjestys
Matkapuhelimet	_____
Mobiilidata	_____
Oma radiopuhelinjärjestelmä	_____
VIRVE	_____
Jokin muu, mikä?	_____

24. Minkä viestivälineen tai -välineiden käyttöön yhteydenpito ja viestintä muiden toimijoiden kanssa pitkäkestoisissa ja/tai laajoissa sähkökatkoissa perustuu?

- ☐ Lankapuhelin
- ☐ Matkapuhelin
- ☐ VIRVE
- ☐ Sähköposti
- ☐ Internet (esim. verkkoyhtiön kotisivut)
- ☐ En osaa sanoa
- ☐ Jokin muu, mikä? _____

25. Minkä viestivälineen tai -välineiden käyttöön asiakasviestintä perustuu pitkäkestoisissa ja/tai laajoissa sähkökatkoissa?

- ☐ Tekstiviesti-/sähköpostipalvelu (häiriötieto asiakkaalle)
- ☐ Häiriöinfo-/puhelinvastaaajapalvelu
- ☐ Asiakaspalvelu (puhelinpäivystys)
- ☐ Internet (esim. verkkoyhtiön kotisivut)
- ☐ Radio (häiriöinformaatio toimitukseen)
- ☐ En osaa sanoa
- ☐ Jokin muu, mikä? _____

Osa 2 / 6 - Kokemukset sähköhuollon suurhäiriöistä

26. Onko yrityksenne jakelualueella esiintynyt sähköhuollon suurhäiriöitä (ks. käsitteen määrittely alapuolelta)?

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☐ Laajoja ja/tai pitkäkestoisia sähkökatkoja on toki esiintynyt, mutta ei ole tietoa pelastuslaitosten ja muiden julkisten toimijoiden toiminnasta niihin liittyen.
☐ En osaa sanoa. Miksi? _____

Sähköhuollon suurhäiriö = pitkäkestoinen ja/tai laaja sähkökatko, jonka seurauksena pelastuslaitoksen ja yhden tai useamman muun julkisen toimijan (kunta, poliisi jne.) on tarve ryhtyä jakeluverkonhaltijan lisäksi toimenpiteisiin vähentääkseen häiriöstä aiheutuvia vakavia henkilö- ja omaisuusvahinkoja.

Huom! Kysymykseen vastatessanne ajatelkaa sähköhuollon suurhäiriö -käsitteen määritelmässä esiintyvää pelastuslaitos-käsitettä laajasti. Eli ottakaa huomioon myös vuotta 2004 edeltänyt aika, johon asti pelastustoimen tehtävät kuuluivat yksittäisille kunnille (kuntien palokunnat).

27. Esiintyikö kokemiinne sähköhuollon suurhäiriöiden aikana ongelmia tiedonvaihdossa yrityksenne ja muiden häiriötilanteen hallintaan osallistuneiden julkisten toimijoiden (pelastuslaitokset, kunnat, poliisi, puolustusvoimat jne.) välillä?

- ☐ Kyllä
☐ Ei
☐ En osaa sanoa

28. Minkä toimijoiden kanssa tiedonvaihtoon liittyviä ongelmia esiintyi?

- ☐ Pelastuslaitos
☐ Kunta
☐ Poliisi
☐ Puolustusvoimat
☐ Hätäkeskus
☐ Muu, mikä? (erottele tahot pilkulla) _____

29. Kuvailkaa, millaisia tiedonvaihtoon liittyvät ongelmat olivat.

30. Arvioikaa, miten hyvin oma verkkoyrityksenne sekä pelastuslaitokset, kunnat ja poliisi ovat onnistuneet jakelualueellanne esiintyneiden suurhäiriöiden hallinnassa.

OHJE:

- Mikäli jollakin toimijalla ei ollut roolia jakelualueellanne esiintyneiden suurhäiriöiden hallinnassa, jättäkää vastaamatta ko. kohtaan.
- Mikäli teillä ei ole käsitystä jonkin toimijan esim. poliisin toiminnasta häiriön yhteydessä, niin siinä tapauksessa valitkaa vaihtoehto "En osaa sanoa".

	Arvio suurhäiriöiden hallinnassa onnistu- misesta (1 = onnistui erittäin huonosti,... 5 = on- nistui erittäin hyvin)					En osaa sanoa	Kommentteja, perusteluita
	1	2	3	4	5		
Oma verkkoyritys	()	()	()	()	()	()	_____
Pelastuslaitos/pelastuslaitokset	()	()	()	()	()	()	_____
Kunta/kunnat	()	()	()	()	()	()	_____
Poliisi	()	()	()	()	()	()	_____

Osa 3/6 - Arvio sähköhuollon suurhäiriöiden todennäköisyydestä

Tässä osiossa keskitytään arvioimaan sähköhuollon suurhäiriöiden todennäköisyyttä (esiintymisen taajuutta). Tehkää seuraavat arvioinnit riippumatta siitä, onko jakelualueellanne ilmennyt sähköhuollon suurhäiriöitä vai ei.

31. Alla on lueteltu sähköhuollon suurhäiriöiden mahdollisia syitä.

Arvioikaa näiden keskinäistä todennäköisyyttä nyt ja tulevaisuudessa oman jakelualueenne kannalta siten, että annatte todennäköisimmälle (useimmin esiintyvälle) syyille arvoksi ykkösen (1), seuraavalle kakkosen (2) jne. Arvioikaa korkeintaan viisi tapausta.

OHJE:

- Siinä tapauksessa, että arvioitte esimerkiksi vain kolme todennäköisintä tapausta, varmistakaa että olette valinneet alavetovalikosta oikeat numerot (eli siis numerot 1, 2 ja 3).

	Tämän hetken tilanne	Tilanne 15-20 vuoden päästä	Kommentteja, perusteluita
Kantaverkon tai sen osan romahtaminen teknisen vian ja/tai inhimillisen erehdyksen vuoksi.	_____	_____	_____
Kantaverkon tai sen osan romahtaminen tahallisen vahingonteon vuoksi (mukaan lukien terrorismi).	_____	_____	_____
Valtakunnan voimahuollossa vakava tehopula (esim. iso voimalaitosyksikkö pois päältä, sähkön tuonnin tyrehtyminen).	_____	_____	_____
Yksittäisestä viasta aiheutuva ketjureaktio, joka vaikuttaa kaupunkialueella useampaan sähköasemaan (esim. Helsingin seudun sähkökatko elokuussa 2003).	_____	_____	_____
Runsaan hajautetun tuotannon epästabiilisuuden aiheuttama laaja sähkökatko.	_____	_____	_____
Alueverkon yksittäinen vika, joka vaikuttaa useampaan sähköasemaan (esim. säteittäinen 110 kV:n syöttö).	_____	_____	_____
Sääoloista johtuva erittäin tuhoisa ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Gudrun).	_____	_____	_____
Sääoloista johtuva maakuntatason ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Janika, Unto).	_____	_____	_____
Tulvan aiheuttama laaja kaapeliverkon vikatilanne.	_____	_____	_____
Yksittäinen vaikeasti korjattava vikatilanne (varaosien saatavuus, pitkä korjausaika, tulipalo tms.).	_____	_____	_____
Uusien energiatehokkaiden laitteiden (esim. energiansäästölamput, lämpöpumput) käynnistysvirtapiiikkien aiheuttama hallitsematon sulakkeiden palo sähkökatkon jälkeen.	_____	_____	_____
Jokin muu, mikä?	_____	_____	_____

32. Arvioikaa, miten todennäköistä sähköhuollon suurhäiriön esiintyminen on. (Arvioikaa tämän hetkistä tilannetta ja ottakaa huomioon "kaikki mahdolliset syyt"). Huomaa asteikko!

	Todennäköisyys						Kerran 100 vuo- dessa tai har- vem- min	Tilanne ei mah- dollinen (toden- näköi- syys = 0)	En osaa sanoa	Kommentteja, perusteluita
	Kerran vuodes- sa tai useam- min	Noin kerran 2 vuo- dessa	Noin kerran 5 vuo- dessa	Noin kerran 10 vuo- dessa	Noin kerran 25 vuo- dessa	Noin kerran 50 vuo- dessa				
Suomessa (jollakin alueella)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	_____
Omalla jakelu- alueella	()	()	()	()	()	()	()	()	()	_____

33. Arvioikaa, tuleeeko sähköhuollon suurhäiriöiden todennäköisyys seuraavan 20 vuoden aikana kasvamaan, pienenemään vai pysyykö se kutakuinkin samana kuin tällä hetkellä.

	Todennäköisyys kasvaa	Todennäköisyys pysyy samana	Todennäköisyys pienenee	En osaa sanoa	Kommentteja, perusteluita
Suomessa (jollakin alu- eella)	()	()	()	()	_____
Omalla jake- lualueella	()	()	()	()	_____

[illegible]

[illegible]

35. Edellinen kysymys jatkuu...

[illegible]

	Varautumisen taso					En osaa sanoa	Ei toimintoa omalla jakelualueella	Kommentteja, perusteluita
	Varautuminen ylimitoitettua	Varautuminen riittävää	Varautuminen melko riittävää	Varautuminen alimitoitettua	Ei varauduttu lainkaan			
yleensä								
Taloyhtiöt	()	()	()	()	()	()	()	_____
Omakotitaloudet taajamassa	()	()	()	()	()	()	()	_____
Omakotitaloudet haja-asutusalueilla	()	()	()	()	()	()	()	_____
Väestönsuojat	()	()	()	()	()	()	()	_____
Vapaa-ajanasunnot	()	()	()	()	()	()	()	_____
Jokin muu, mikä?	()	()	()	()	()	()	()	_____
Jokin muu, mikä?	()	()	()	()	()	()	()	_____

36. Arvioikaa yhteiskunnan "häätätilanneorganisaatioiden" ja sähköverkon eri osia operoivien yritysten tämän hetkistä varautumista sähköhuollon suurhäiriöihin ja valmiutta toimia niiden aiheuttamissa tehtävissä.

	Varautumisen ja valmiuden taso					En osaa sanoa	Kommentteja, perusteluita
	Ylimitoitettua	Riittävää	Melko riittävää	Alimitoitettua	Ei lainkaan varautumista eikä valmiutta		
Pelastuslaitokset	()	()	()	()	()	()	_____
Kunnat	()	()	()	()	()	()	_____
Poliisi	()	()	()	()	()	()	_____
Puolustusvoimat	()	()	()	()	()	()	_____
Hätäkeskukset	()	()	()	()	()	()	_____
Kantaverkkoyhtiö	()	()	()	()	()	()	_____
Alueverkkoyhtiöt	()	()	()	()	()	()	_____
Jakeluverkkoyritykset yleensä	()	()	()	()	()	()	_____
Oma verkkoyritys	()	()	()	()	()	()	_____

37. Halutessanne voitte kirjata oheiseen kenttään kommentteja ja huomiota koskien kysymyksiä 34-36.

Osa 5/6 - Näkemykset suurhäiriöihin liittyvän tiedonvaihdon kehittämisestä

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena on kehittää jakeluverkkoyritysten ja niiden kanssa samalla alueella toimivien pelastuslaitosten ja kuntien sekä muiden mahdollisten tahojen välistä tiedonvaihtoa suurhäiriöiden aikana. Tavoitteena on tiedonvaihtoa kehittämällä saada eri tahojen toiminta mahdollisimman koordinoituksi ja siten vaikuttaa siihen, että häiriötilanteesta aiheutuvat haittavaikutukset alueen väestölle olisivat mahdollisimman pienet (väestön elinmahdollisuuksien ja toimeentulon turvaaminen).

38. Ottakaa kantaa seuraaviin väittämiin.

Sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan kehittämiseksi...

	Täysin eri miel- tä	Jokseen- kin eri mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseen- kin sa- maa mieltä	Täysin samaa mieltä	Kommentteja, perusteluja
... on tarpeen kehittää eri toimijoiden (verkkoyritykset, pelastuslaitokset, kunnat, poliisi jne.) välistä häiriönaikaista tiedonvaihtoa.	()	()	()	()	()	_____
... on tarpeen kehittää eri toimijoiden välistä häiriönaikaista tiedonvaihtoa tietojärjestelmien välillä.	()	()	()	()	()	_____
... on tarpeen lisätä eri toimijoiden (verkkoyritykset, pelastuslaitokset, kunnat) sekä sähkönkäyttäjien välistä tiedonvaihtoa ja ennakkoivaa yhteistyötä kriittisten kohteiden tunnistamiseksi ja varautumisen parantamiseksi.	()	()	()	()	()	_____
... sähkönkäyttäjien on oltava täysin varautuneita pitkäkestoisiin sähkökatkoihin.	()	()	()	()	()	_____

39. Oletetaan, että lähdettäisiin kehittämään sähköhuollon suurhäiriöiden hallintaa kehittämällä tiedonvaihtoa eri toimijoiden (verkkoyritykset, pelastuslaitokset, kunnat, poliisi jne.) välillä sisältäen myös asiakkaat.

Ottakaa kantaa seuraavien tiedonvaihtotoimintojen tarpeellisuuteen.

Vastatkaa kysymykseen riippumatta siitä, mitä vastasitte edelliseen kysymykseen.

	Tiedonvaihtotoiminnon tärkeys (1 = ei lainkaan tärkeä,... 5 = erittäin tärkeä)					Kommentteja, perusteluja
	1	2	3	4	5	
Tieto viestintäverkon tukiasemien yms. kriittisestä keskeytysajasta verkkoyritykselle (akkujen kapasiteetti, varavoimakone).	()	()	()	()	()	_____
Tieto verkkoyritykselle asiakkaan varavoimasta ja sen riittävydestä.	()	()	()	()	()	_____
Tiedon toimittaminen poikkeuksellisista ja voimakkaasti sähköstä riippuvaisista yleisötapahtumista verkkoyritykselle (festivaalit, maatalousnäyttelyt, urheilutapahtumat jne.).	()	()	()	()	()	_____
Myrsky- ja lumiennustetiedon toimittaminen verkkoyritykselle.	()	()	()	()	()	_____
Vedenkorkeusennustetiedon toimittaminen verkkoyritykselle tulvavaaratilanteessa.	()	()	()	()	()	_____
Tieto laajasta tai pitkäkestoiseksi arvioidusta sähkökatkosta hätäkeskukselle, pelastustoimelle, poliisille yms.	()	()	()	()	()	_____
Tieto laajasta tai pitkäkestoiseksi arvioidusta sähkökatkosta asiakkaalle (esim. tekstiviestinä).	()	()	()	()	()	_____
Ennustetiedon toimittaminen sähkökatkon kestosta katkosalueittain pelastuslaitokselle ja kunnille esimerkiksi mahdollisen evakuointitarpeen määrittämiseksi.	()	()	()	()	()	_____
Sähköstä riippuvaisten kotihoitopotilaiden sähkökatkotiedon välittämisen erikoissairaanhoidon vastuutaholle.	()	()	()	()	()	_____
Tiedon välittäminen verkkoyritykselle pelastuslaitoksen yksiköiden tilasta, sijainnista ja tehtävästä suurhäiriötilanteen hallinnan optimoimiseksi.	()	()	()	()	()	_____
Tiedon välittäminen verkkoyritykselle kohteista, joiden vesihuollon järjestämiseksi suunnitellaan tai on käynnistetty poikkeusjärjestelyt (esim. veden jakaminen tankkautoista).	()	()	()	()	()	_____

	Tiedonvaihtotoiminnon tärkeys (1 = ei lainkaan tärkeä,... 5 = erittäin tärkeä)					Kommentteja, perusteluita
	1	2	3	4	5	
Tiedon välittäminen verkkoyritykselle kohteista, joiden evakuointia viranomaiset suunnittelevat tai jotka ne ovat evakuoineet.	()	()	()	()	()	_____

40. Halutessanne voitte kirjata oheiseen kenttään muita mieleenne tulevia tiedonvaihtotoimintoja.

41. Kuinka suurena haasteena näette seuraavat eri toimijoiden välisen tiedonvaihdon kehittämiseen liittyvät tekijät? (Huom. asteikon "suunta")

	(1 = erittäin pieni haaste,... 5 = erittäin suuri haaste)				
	1	2	3	4	5
Puutteet muiden toimijoiden toiminnan ymmärtämisessä.	()	()	()	()	()
Tiedonvaihdesta aiheutuvien kustannusten jako organisaatioiden välillä.	()	()	()	()	()
Tietoturva (palomuurit, virus-torjunta).	()	()	()	()	()
Luottamuksellisuus, yrityssalaisuudet, ETS-tiedot.	()	()	()	()	()
Yksityisyyden suoja, tietosuoja.	()	()	()	()	()
Käyttäjien kuormittumisen lisääntyminen (informaatiotulva).	()	()	()	()	()
Tietojärjestelmien yhteenso-pimattomuus.	()	()	()	()	()

42. Halutessanne voitte kirjata oheiseen kenttään muita kommentteja tai huomioita toimijoiden välisen häiriönaikaisen tiedonvaihdon kehittämiseen liittyen.

43. Halutessanne voitte ottaa vielä kantaa ohessa esitettyyn kyselyn keskeisen käsitteen eli sähköhuollon suurhäiriön määritelmään.

Sähköhuollon suurhäiriö = pitkäkestoinen ja/tai laaja sähkökatko, jonka seurauksena pelastuslaitoksen ja yhden tai useamman muun julkisen toimijan (kunta, poliisi jne.) on tarve ryhtyä jakeluverkonhaltijan lisäksi toimenpiteisiin vähentääkseen häiriöstä aiheutuvia vakavia henkilö- ja omaisuusvahinkoja.

Kirjatkaa kommenttinne oheiseen kenttään.

Osa 6 / 6 - Taustatiedot

44. Kuinka monen alueellisen pelastuslaitoksen, kunnan ja hätäkeskuksen alueella verkko-yrityksenne toimii? Halutessasi löydät lisätietoja aluejaosta [täältä](#).

	Lukumäärä	Annettu lukumäärä on	
		Tarkka vastaus	Arvio
Kuntien määrä	_____	()	()
Pelastuslaitosten määrä	_____	()	()
Hätäkeskusten määrä	_____	()	()

45. Vastaajien lukumäärä _____

46. Vastaajien tehtävänimikkeet (ohje: erottele tehtävänimikkeet pilkulla, esim. käyttöpäällikkö, verkostopäällikkö, toimitusjohtaja)

Kyselyn piiriin kuuluneet jakeluverkonhaltijat

Alajärven Sähkö Oy
Asikkalan Voima Oy
Ekenäs Energi
Enontekiön Sähkö Oy
ESE-Verkko Oy
Esse Elektro-Kraft Ab
Etelä-Suomen Energia Oy
Ilmailulaitos Helsinki-Vantaan lento-
asema/Energia ja Vesi
Forssan Verkkopalvelut Oy
Fortum Espoo Distribution Oy
Fortum Sähkönsiirto Oy
Haminan Energia Oy
Haukiputaan Sähköosuuskunta
Helen Sähköverkko Oy
Herrfors Nät-Verkko Oy Ab
Hiirikosken Energia Oy
Iin Energia Oy
Iitin Sähkö Oy
Imatran Seudun Sähkönsiirto Oy
Inergia Lämpö Oy
Jakobstads Energiverk
Jeppo Kraft Andelslag
JE-Siirto Oy
Joroisten Energialaitos
Jylhän Sähköosuuskunta
Järvi-Suomen Energia Oy
E.ON Kainuun Sähköverkko Oy
Kemin Energia Oy
Keminmaan Energia Oy
KENET Oy
Keravan Energia Oy
Keuruun Sähkö Oy
Koillis-Lapin Sähkö Oy
Koillis-Satakunnan Sähkö Oy
Kokemäen Sähkö Oy
Kronoby Elverk
KSS Verkko Oy
Kuopion Energia Liikelaitos
Kuoreveden Sähkö Oy
Kymenlaakson Sähköverkko Oy
Köyliön-Säkylän Sähkö Oy
Lammaisten Energia Oy
Lankosken Sähkö Oy
Lappeenrannan Energiaverkot Oy
Lehtimäen Sähkö Oy
Leppäkosken Sähkö Oy
LE-Sähköverkko Oy
Muonion Sähköosuuskunta
Mäntsälän Sähkö Oy

Naantalin Energia Oy
Nurmijärven Sähkö Oy
Nykarleby Kraftverk
Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy
Oulun Seudun Sähkö Verkkopalvelut Oy
Outokummun Energia Oy
Paneliankosken Voima Oy
Parikkalan Valo Oy
Pellon Sähkö Oy
PKS Sähkönsiirto Oy
Pori Energia Sähköverkot Oy
Porvoon Sähköverkko Oy
Raahen Energia Oy
Rantakairan Sähkö Oy
Rauman Energia Oy
Rovakaira Oy
Rovaniemen Verkko Oy
Sallila Sähkönsiirto Oy
Savon Voima Verkko Oy
Seiverkot Oy
Tampereen Sähköverkko Oy
Tenergia Oy
Tornion Energia Oy
Tornionlaakson Sähkö Oy
Turku Energia Sähköverkot Oy
Utsjoen Sähköosuuskunta
Vaasan Sähköverkko Oy
Vakka-Suomen Voima Oy
Valkeakosken Energia Oy
Vantaan Energia Sähköverkot Oy
Vatajankosken Sähkö Oy
Vattenfall Verkko Oy
Verkko Korpela Oy
Vetelin Sähkölaitos Oy
Vimpelin Voima Oy
Yli-Iin Sähkö Oy
Äänesseudun Energia Oy

1

Kyselytutkimus sähköhuollon suurhäiriöistä jakeluverkonhaltijoille

Sähköhuollon suurhäiriöiden riskianalyysi- ja hallintamenetelmien
kehittäminen -tutkimusprojekti

Yhteenvedon laatineet: Janne Sarsama, Riitta Molarius VTT
Pekka Verho, Janne Strandén ja Heidi Krohns, TTY

Toukokuu 2011

2

Tästä kalvoaineistosta #1

- Kalvoaineistossa kuvataan jakeluverkonhaltijoille suunnatun sähköhuollon suurhäiriöitä koskeneen kyselyn keskeiset tulokset.
- Kysely toteutettiin osana TTY:n ja VTT:n yhteistä [Sähköhuollon suurhäiriöiden riskianalyysi- ja hallintamenetelmien kehittäminen - tutkimusprojektia](#) keväällä 2010.
- Kyselyn yksittäisiä kysymyksiä ei toisteta yhteenvedossa, vaan kysymysten alkuperäinen muoto selviää raportin liitteen 2 kyselylomakkeesta.
- Kyselyn tulokset on pääosin esitetty kuvina.
- Kunkin kuvan otsikossa on esitetty kyselylomakkeen mukainen kysymysnumero, johon liittyviä tuloksia kuvassa esitellään (esim. K6 - Vikojen korjauksen pääperiaate).
- Jokin muu -vastaukset on pääosin annettu kuvien alaviitteenä siinä muodossa kuin ne oli kirjattu vastauslomakkeille.

Tästä kalvoaineistosta #2

- Kysymyksissä, joissa selvitettiin jonkin asian voimakkuutta tms. järjestysasteikollisella muuttujalla, on annettujen vastausten keskiarvo annettu tyypillisesti ko. kuvan otsikkokentässä. Esim. K3 – Varautumissuunnitelman hyödyllisyys, ka. 4,07
- Esitetyt kuvat on pääosin laadittu käyttäen aineistona kaikkia kulloiseenkin kysymykseen vastanneita. Vastanneiden määrä on ilmoitettu yleensä kuvan otsikkorivin lopussa, esim. (n=47).

Sähköhuollon suurhäiriön -käsite

- Kyselyn keskeinen käsite oli sähköhuollon suurhäiriö.
- Se oli määritelty heti kyselylomakkeen alussa seuraavalla tavalla:

Sähköhuollon suurhäiriö = pitkäkestoinen ja/tai laaja sähkökatko, jonka seurauksena pelastuslaitoksen ja yhden tai useamman muun julkisen toimijan (kunta, poliisi jne.) on tarve ryhtyä jakeluverkonhaltijan lisäksi toimenpiteisiin vähentääkseen häiriöstä aiheutuvia vakavia henkilö- ja omaisuusvahinkoja.

5

Kyselyn toteutus

- Nettikysely (Digium-ohjelmistotyökalu).
- Kohdennettiin 86 jakeluverkonhaltijalle (ks. raportin liite 3).
 - Kaikista Suomessa toimineista 88 jakeluverkonhaltijasta kaksi jätettiin pois, koska ne olivat pieniä teollisuusympäristössä toimivia verkkoyrityksiä.
- Saatiin reilun viiden viikon vastausajan puitteissa yhteensä 51 vastausta.
- Yksi näistä kattoi kahden samaan konserniin kuuluneen verkkoyrityksen vastaukset => saadut vastaukset edustivat siis yhteensä 52 jakeluverkonhaltijaa.
 - Kyselyn vastausprosentti 60 %.

6

Vastanneet yritykset

- Jakautuivat verkon keskimääräisen kaapelointiasteen mukaan seuraavasti:
 - 48 % yrityksistä keskimääräinen kaapelointiaste oli alle 30 % (verkkotyyppi "maaseutu", vrt. Energiateollisuus ry:n keskeytystilastointi),
 - 40 % yrityksistä kaapelointiaste oli välillä 30-75 % (taajama),
 - 12 %:ssa kaapelointiaste oli yli 75 % (city).
- Vastanneiden jakeluverkonhaltijoiden osuus loppukäyttäjille luovutetusta sähköenergiasta, jakeluverkon pituudesta (kaikki jännitetasot yhteensä) ja asiakkaiden määrästä koskien koko Suomea vaihteli välillä 81-85 %.

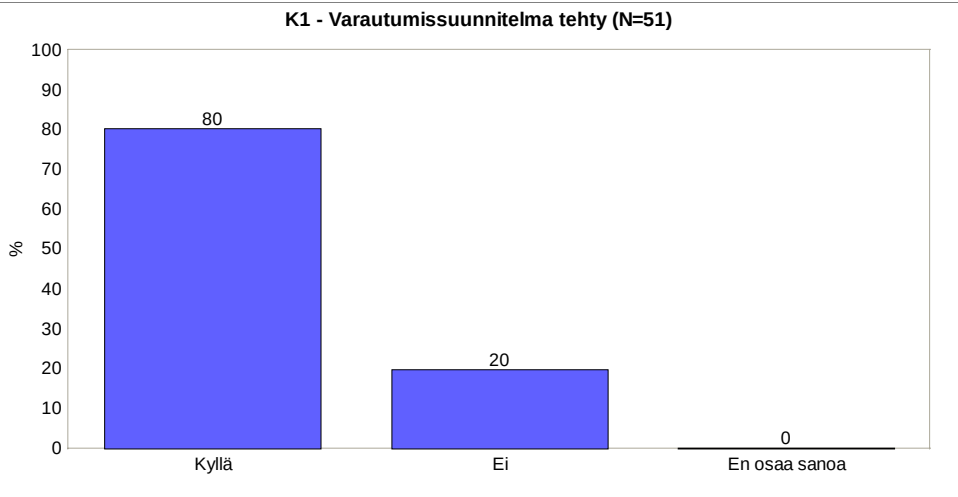
7

Tulokset

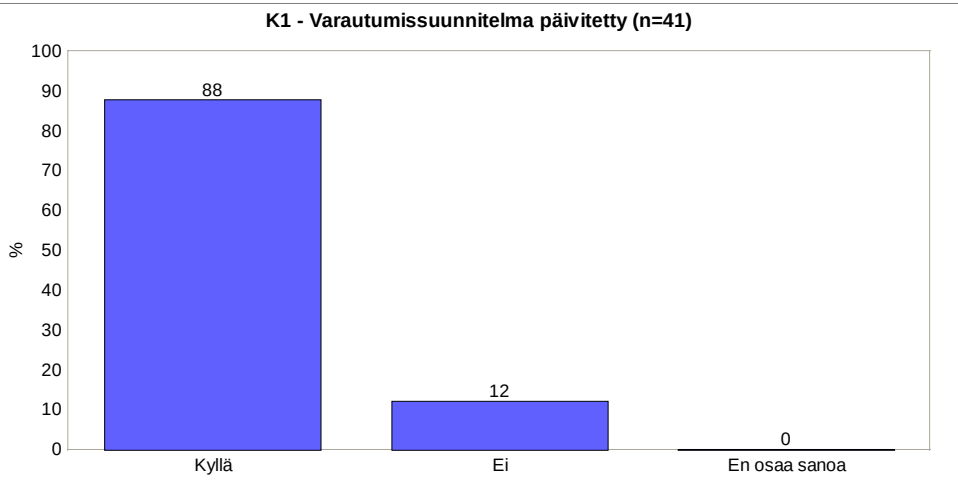
8

**Yrityksen varautuminen pitkäkestoisiin
ja/tai laajoihin sähkökatkoihin –
Varautumissuunnitelma
(kysymykset 1-5)**

9



10



11

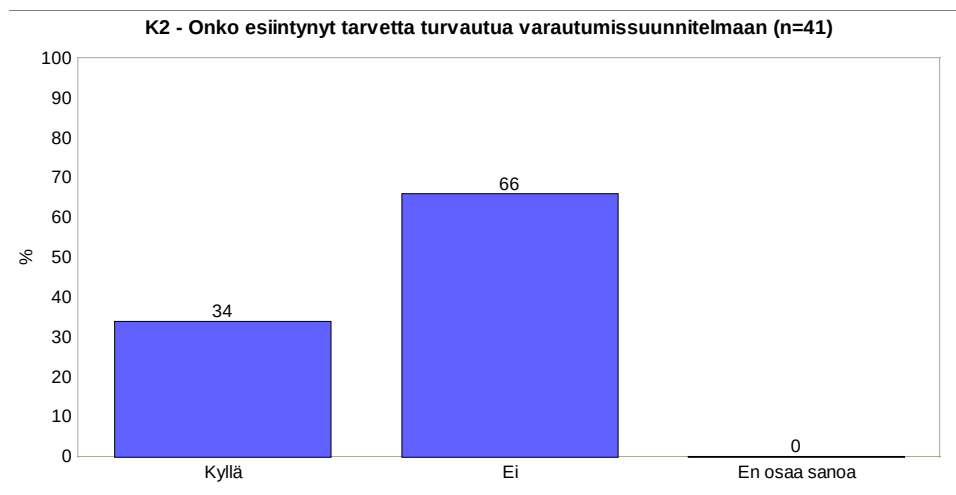
K1 - Varautumissuunnitelman laadinta-ajankohta (n=30)

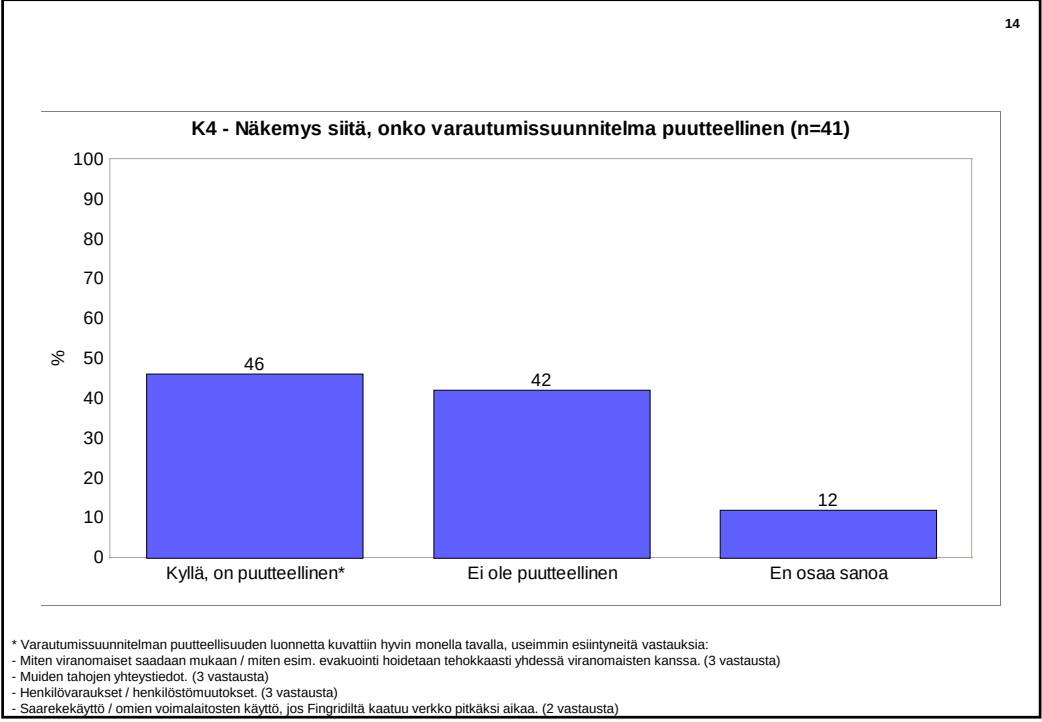
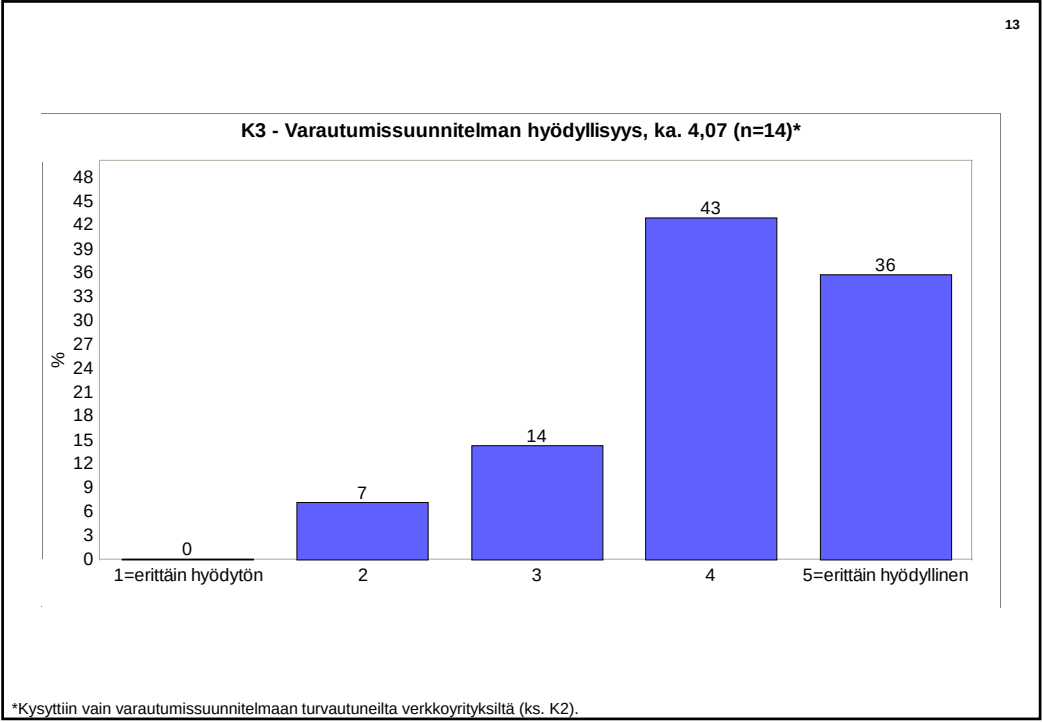
- Varautumissuunnitelmat oli tehty pääosin (73 %) vuosien 2002-2007 aikana.
- Varhaisimmat ajankohdat, jolloin varautumissuunnitelmat mainittiin tehdyn, olivat jo 1990-luvun puolella, vuosina 1990 ja 1994.
- (Sener julkaisi suurhäiriötilanneohjeensa vuonna 2002.)

K1 - Varautumissuunnitelman päivitysajankohta (n=34)

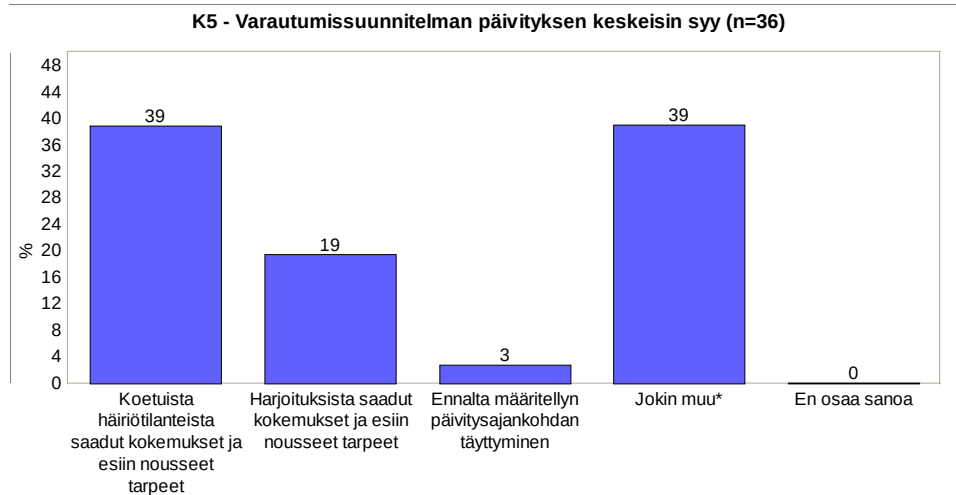
- Varautumissuunnitelmat oli päivitetty pääosin (82 %) viimeisen kolmen vuoden aikana (2008-2010).

12





15

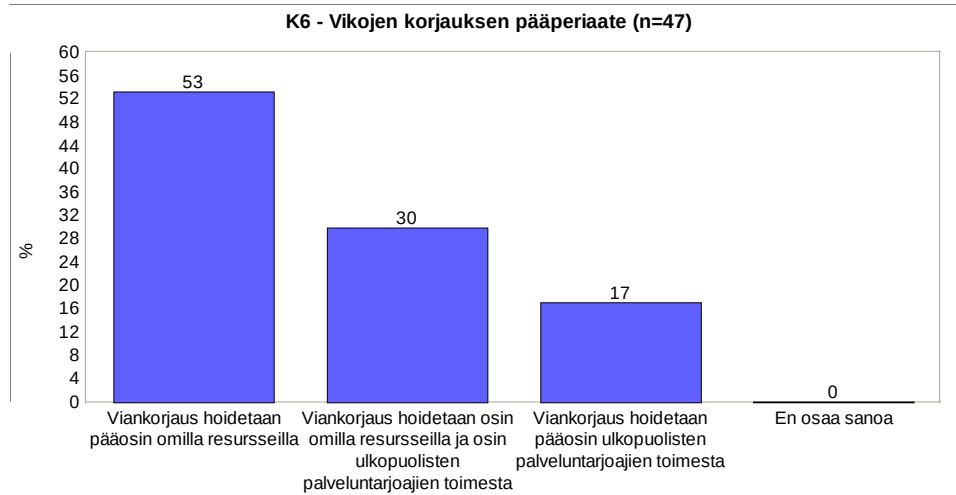


* Jokin muu -kohtaan annettiin hyvin monenlaisia vastauksia, useimmin esiintyneitä:
- Henkilöstö- ja yhteystietomuutokset. (6 vastausta, 17 % kaikista vastanneista)
- Pienet tarkistukset ja virheiden korjaukset. (2 vastausta, 6 % kaikista vastanneista)

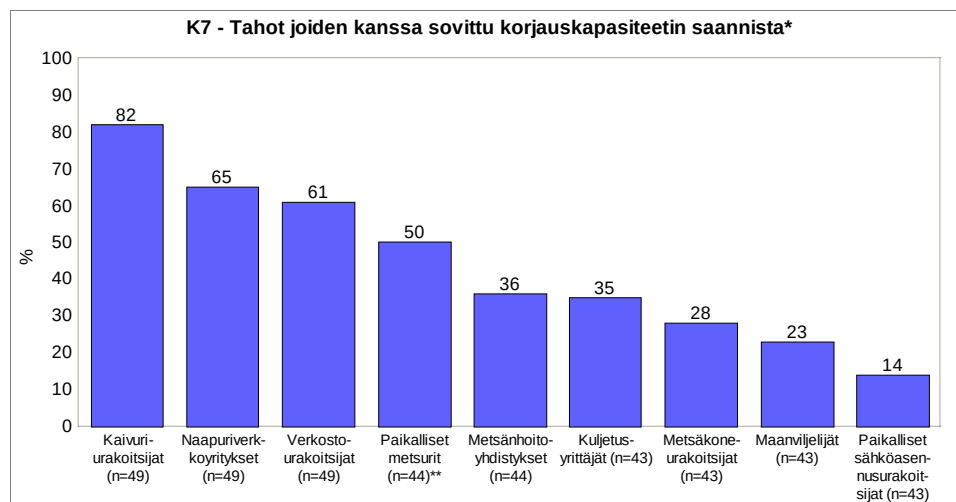
16

**Yrityksen varautuminen pitkäkestoisiin
ja/tai laajoihin sähkökatkoihin –
Viankorjaukseen liittyvät sopimukset
(kysymykset 6-8)**

17



18

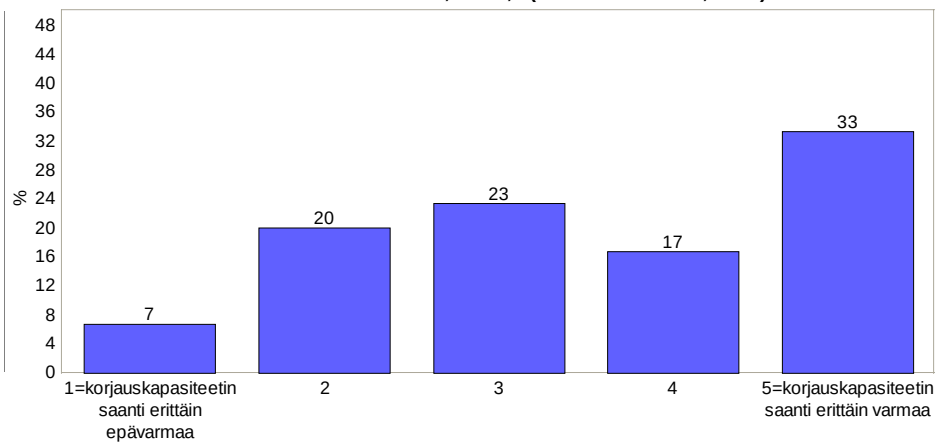


* Kysymyksessä olleeseen "Jokin muu" -vaihtoehtoon annettiin kaikkiaan kuusi vastausta. Mainittuina tahoina mm. pelastuslaitos (2x), paikallinen VPK, raivausurakoitsijat, polttoainehuolto.

** Yksi vastaus oli myös vaihtoehdossa "En osaa sanoa".

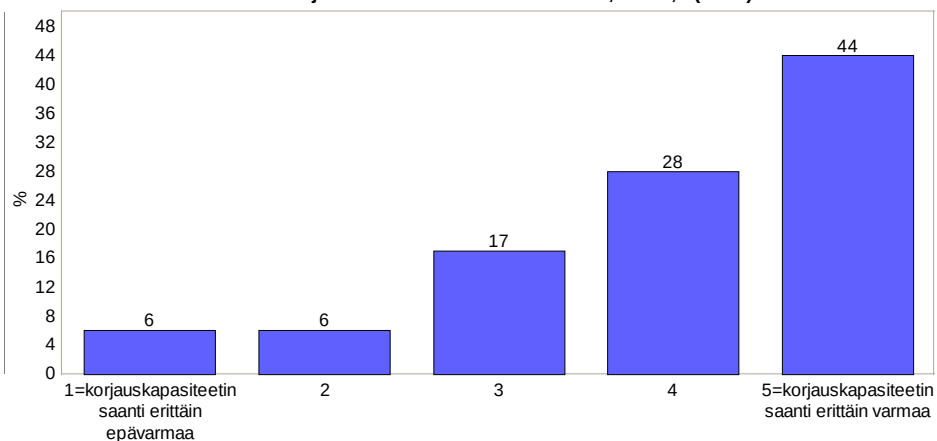
19

K8 - Varmuus verkostourakoitsijan kapasiteetin saannista useampia verkonhaltijoita koskevassa suurhäiriössä, ka.=3,5 (kaikki vastaukset, n=30)



20

K8 (osatarkastelu) - Varmuus verkostourakoitsijan kapasiteetin saannista useampia verkonhaltijoita koskevassa suurhäiriössä, ka.=4,0 (n=18)*



* Ne verkkoyritykset, joissa viankorjaus hoidetaan:
- osin omilla resursseilla ja osin ulkopuolisten palveluntarjoajien toimesta tai
- pääosin ulkopuolisten palveluntarjoajien toimesta (ks. K6).

21

**Yrityksen varautuminen pitkäkestoiisiin
ja/tai laajoihin sähkökatkoihin –
Sähkökäyttökohteiden keskeytyskriittisyyden arviointi
(kysymykset 9-13)**

22

**K9 – Sähkökäyttökohteiden keskeytyskriittisyyden
arvottaminen***

- Selkeästi tärkeimmäksi kriteeriksi nousi:
 - *Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen*
- Tämän jälkeen seuraavaksi tärkeimmät kriteerit olivat:
 - *Kansalaisten turvallisuus ja hyvinvointi*
 - *Elinkeinoelämälle aiheutuvat taloudelliset menetykset*
- Annetuista vaihtoehdoista vähiten tärkeimmäksi jäi
 - *Viranomaisvalvonnassa sovellettava KAH-arvo.*
- (Annetut vastaukset kuvattu tarkemmin seuraavalla kalvolla.)

* Kysymykseen annettujen vastausten tulkinta, ks. tämän kalvoaineiston liite 1.

23

K9 – Sähkönkäyttökohteiden keskeytyskriittisyyden arvottaminen (annetut vastaukset)

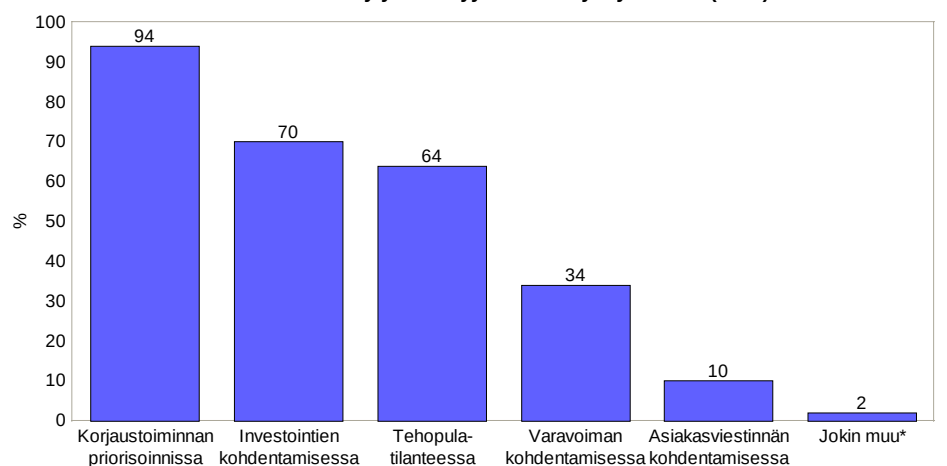
Sijointus	1		2		3		Tärkeysmitta*
	n	%	n	%	n	%	
Yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen	41	80,39	9	17,65	0	0,00	141
Kansalaisten turvallisuus ja hyvinvointi	8	15,69	30	58,82	7	14,89	91
Elinkeinoelämälle aiheutuvat taloudelliset menetykset	1	1,96	12	23,53	23	48,94	50
Kaikki (lopun) asiakkaat ovat saman arvoisia	0	0,00	0	0,00	10	21,28	10
Viranomaisvalvon- nassa sovellettava KAH-arvo	1	1,96	0	0,00	5	10,64	8
Jokin muu**	0	0,00	0	0,00	2	4,26	2
Yhteensä	51	100,00	51	100,00	47	100,00	

*= (1. sijoitusten lkm * 3) + (2. sijoitusten lkm * 2) + (3. sijoitusten lkm * 1)

** Välilliset vahingot, korjataan siellä missä eniten käyttöpaikkoja, tietoliikenneyhteydet.

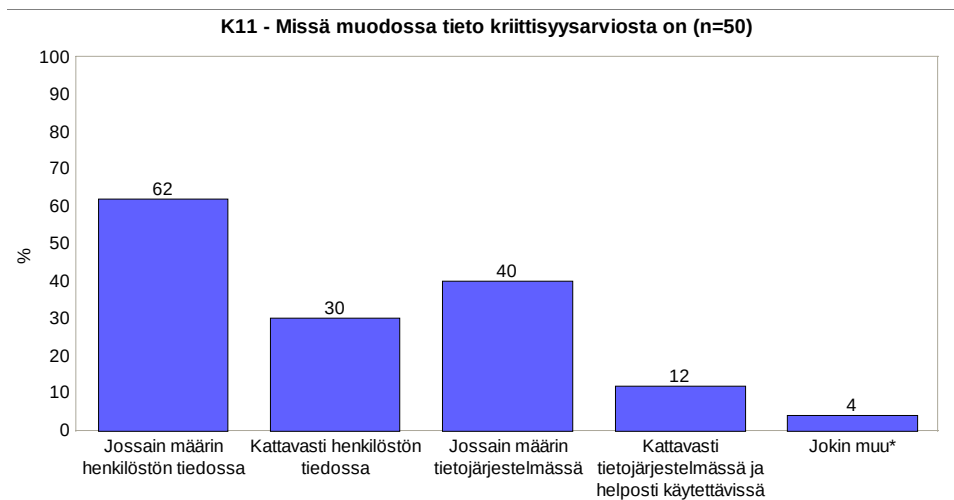
24

K10 - Miten keskeytyskriittisyyssarvioita hyödynnetään (n=50)



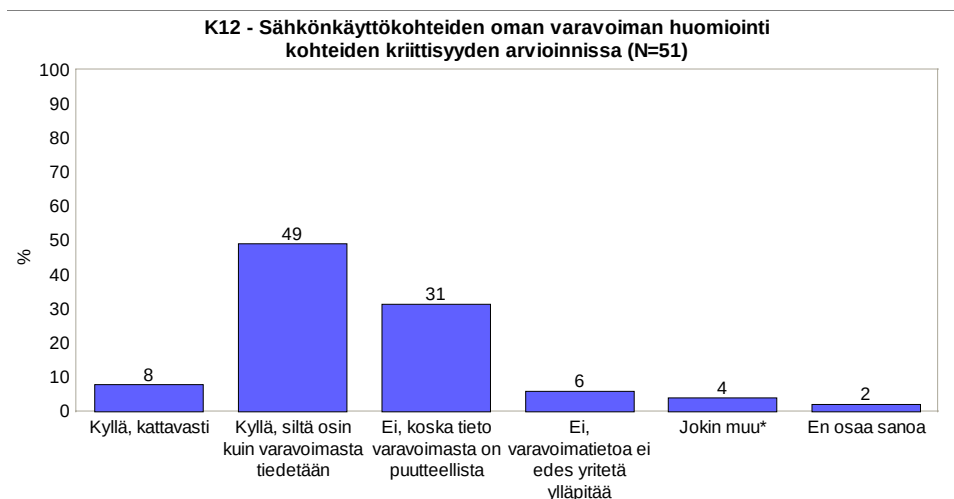
* Valmiusharjoituksissa

25



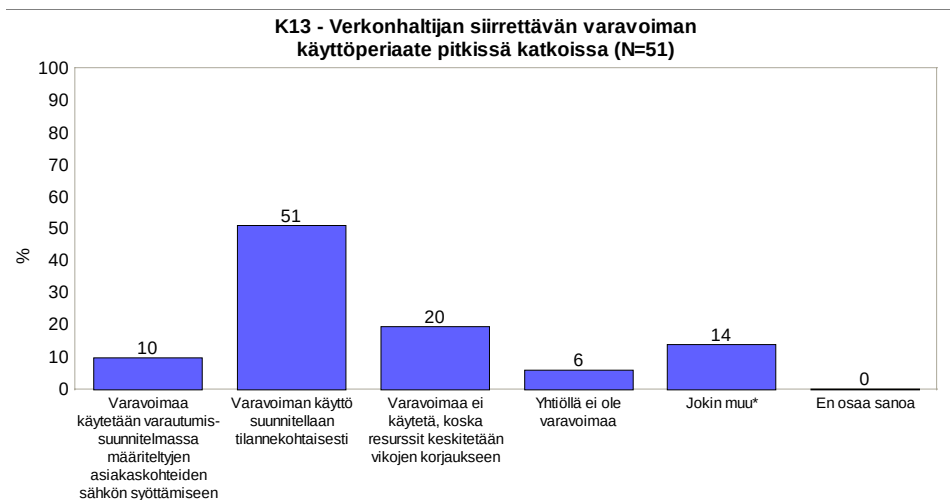
* - Voimanhuoltosuunnitelma
- Käyttöhenkilöstön ja työjohton tiedossa

26



* Virve-verkon tukiasemat

27

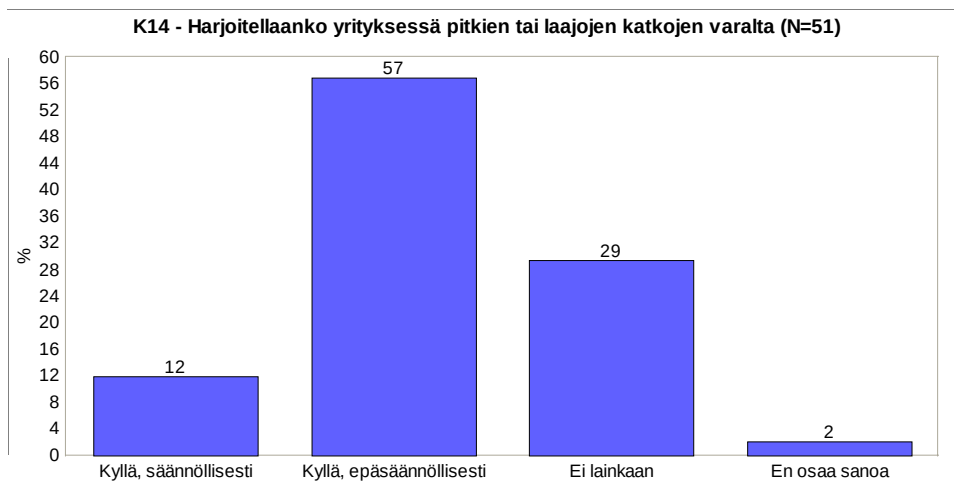


* - Turvataan ensisijaisesti oma toiminta / varavoimalla syötetään verkonhaltijan toiminnan turvaamisen edellyttämiä kriittisiä kohteita. (5 vastausta, 10 % kaikista vastanneista)
 - Yhtiöllä ei omaa varavoimaa. Häätapauksissa pyydetään varavoimaa naapuriyhtiöiltä lainaan. (1 vastaus)
 - Varavoima normaaliajan keskeytysten hoitamiseen, ei pystytä hyödyntämään suurhäiriössä. (1 vastaus)

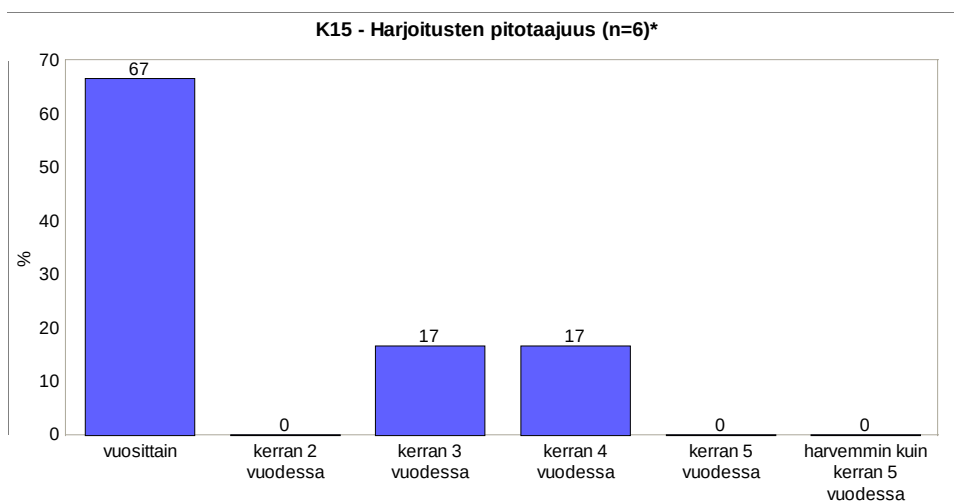
28

**Yrityksen varautuminen pitkäkestoiisiin
ja/tai laajoihin sähkökatkoihin –
Harjoittelu
(kysymykset 14-18)**

29



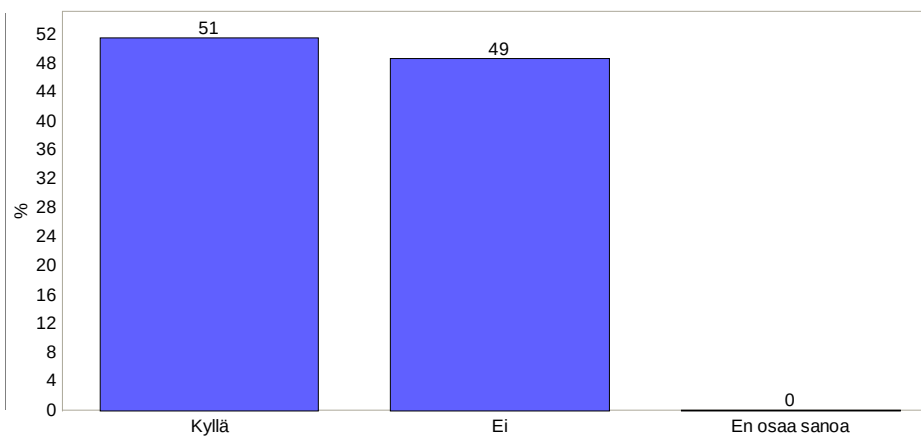
30



* Kysyttiin vain säännöllisesti harjoittelevilta.
Huom! Kysymykseen vastanneiden määrä varsin pieni.

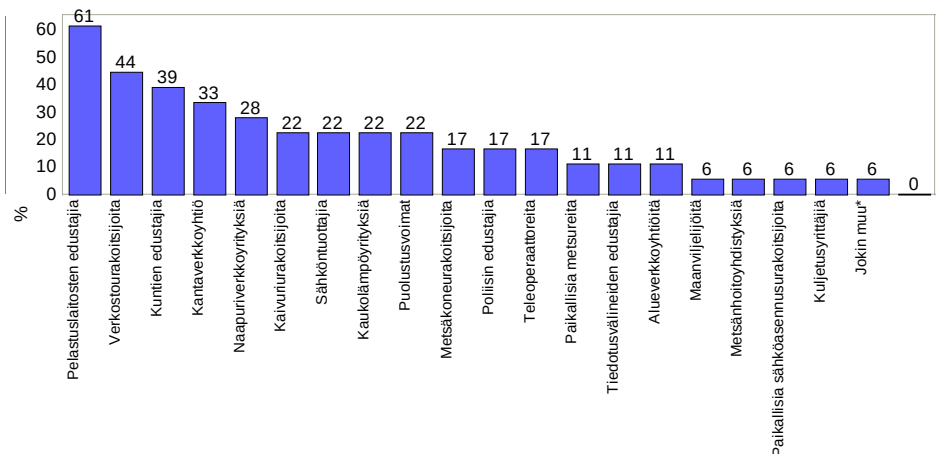
31

K16 - Ulkopuolisten osallistuminen harjoitteluun (n=35)



32

K17 - Harjoitteluun osallistuvat ulkopuoliset (n=18)



* Metsäkeskus

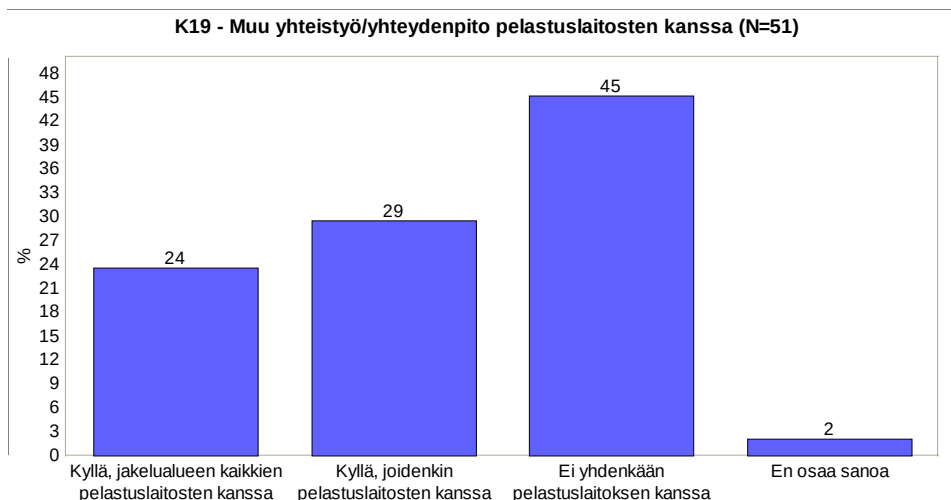
K18 – Harjoittelun sisältö (n=28)

- Annetut vastaukset vaihtelivat sisällöltään ja tasoltaan melko runsaasti. Useimmin kuvauksissa esiintyi seuraavia sisältöjä:
 - Suurhäiriötilanteiden simuloitu / kuvitteellinen / virtuaalinen harjoittelu: *"Kuvitteellista käytännön vikatilanneharjoittelua", "Simuloidaan käytötuessa häiriöitä sekä tarkastellaan verkon korvattavuuksia"*. (8 vastausta, 29 % vastanneista)
 - Käytännön harjoittelu sattuneiden (suur)häiriöiden yhteydessä. (5 vastausta, 18 %)
 - Käydään eri osapuolten kanssa ohjeita läpi. (4 vastausta, 14 %)
 - Teoriapainotteista koulutusta, (koko) henkilöstön tiedostus-/koulutustilaisuuDET. (3 vastausta, 11 %)
 - Puhuminen asioista periaatetasolla / keskustelua aiheesta. (3 vastausta, 11 %)
 - 8 vastauksessa oli harjoittelun varsinaisen sisällön sijaan tai lisäksi kuvattu myös niitä ulkopuolisia osapuolia, jotka toimivat harjoitusten järjestäjinä: esim. kunnat, pelastuslaitos, Voimatalouspooli/voima-alue, Metsäkeskus, lääni, kantaverkkoyhtiö.

Yrityksen varautuminen pitkäkestoisiin ja/tai laajoihin sähkökatkoihin – Muu yhteistyö ja yhteydenpito toimialueen pelastuslaitosten ja kuntien kanssa* (kysymykset 19-22)

* Muu yhteistyö/yhteydenpito kuin kysymyksissä 17 ja 18 esillä ollut harjoittelu.

35



36

K20 – Pelastuslaitosten kanssa toteutuneen yhteistyön/yhteydenpidon sisältö (n=27)

- Annetut vastaukset vaihtelivat sisällöltään ja tasoltaan melko runsaasti. Useimmin vastauksissa esiintyi seuraavia sisältöjä:
 - Koulutusyhteistyö sähkönjakelun perusteista sekä siitä, miten toimitaan turvallisesti sähkölinjojen läheisyydessä sekä sähköasemilla. (6 vastausta, 22 % vastanneista)
 - Keskustelutilaisuudet ja palaverit suurhäiriöistä ja niiden aiheuttamista tilanteista. Esim. kriittisimpien kohteiden ja varautumiseen liittyvien asioiden läpikäynti. (4 vastausta, 15 %)
 - Viestiliikenteeseen ja viestintään liittyvä yhteistyö, esim. VIRVEN osalta. (4 vastausta, 15 %)
 - Yleinen yhteydenpito ja tapaamiset mm. yhteyshenkilöiden tuntemuksen lisäämiseksi. (4 vastausta, 15 %)
 - Yhteistoimintaharjoitukset. (4 vastausta, 15 %)

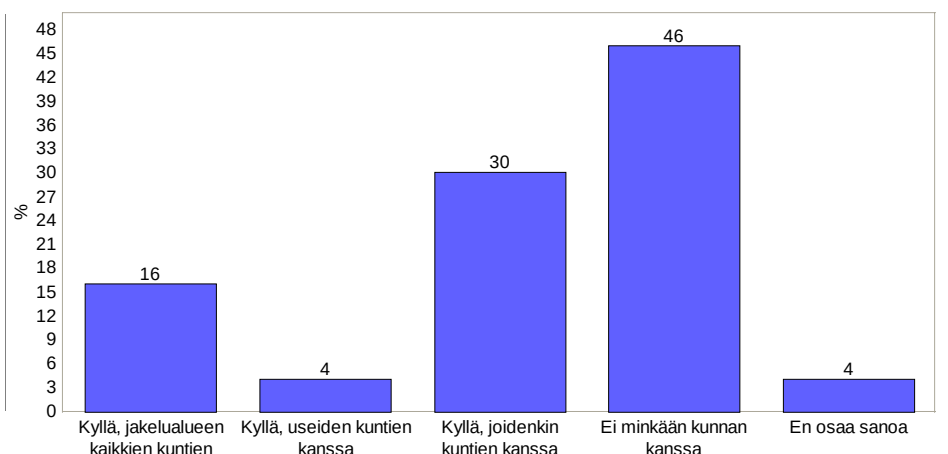
37

K20 – Pelastuslaitosten kanssa toteutuneen yhteistyön/yhteydenpidon sisältö (jatkuu)

- Muita vastauksia esim.
 - Keskustelut avun saamiseksi mm. teiden raivaukseen tai nostolava-auton käyttämiseksi kaatuneiden puiden poistossa.
 - Yhteystietojen päivitys.
 - Kertominen oman varautumissuunnitelman sisällöstä.
 - Toimintaohjeen laatiminen yhteistyöstä pelastuslaitoksen kanssa.
 - Muonitusjärjestelyistä sopiminen palokuntanaisten kanssa.
 - Sähköasemien tarkastuskäynnit/varautuminen tulipaloihin.
 - Valmisteltu sähköasemien pelastusdokumentit pelastuslaitokselle.

38

K21 - Muu yhteistyö/yhteydenpito kuntien kanssa (n=50)



K22 – Kuntien kanssa toteutuneen yhteistyön/yhteydenpidon sisältö (n=24)

- Annetut vastaukset vaihtelivat sisällöltään ja tasoltaan melko runsaasti. Useimmin vastauksissa esiintyi seuraavia sisältöjä:
 - Osallistuminen kuntien, läänin tai valtakunnallisen voimatalouspoolin valmius-, suurhäiriö- tai katastrofi-/kriisiharjoituksiin. (10 vastausta, 42 % vastanneista)
 - Verkkokuvan läpikäynti ja kriittisten kohteiden selvittäminen ja/tai varavoiman käytöstä sopiminen. Kohteina mainittiin mm. vanhainkodit ja vedenottamot. (5 vastausta, 21 %)
 - Osallistuminen kunnan valmiussuunnitteluun / valmiusryhmän kokouksiin / yhteydenpito turvallisuus-/valmiuspäällikön kanssa / koulutusyhteistyö varautumiseen liittyvien henkilöiden kanssa. (4 vastausta, 17 %)

K22 – Kuntien kanssa toteutuneen yhteistyön/yhteydenpidon sisältö (jatkuu)

- Muita vastauksia esim.
 - (Varautumis?)suunnitelman päivittäminen yhdessä kunnan kanssa ja esittely kunnan tekniselle henkilöstölle.
 - Tiedottaminen puolustushallinnon laatimista oppaista.
 - Tulvatyöryhmä, saareketyöryhmä.
 - Yhteystietojen säännöllinen päivittäminen.

41

**Yrityksen varautuminen pitkäkestoisiin
ja/tai laajoihin sähkökatkoihin –
Yhteydenpito, viestintä
(kysymykset 23-25)**

42

**K23 – Yhteydenpitoväline korjaushenkilöstöön
pitkissä/laajoissa katkoissa***

- Selvästi tärkein yhteydenpitoväline oli *matkapuhelimet*.
- Tämän jälkeen seuraavina tulivat:
 - *Oma radiopuhelinjärjestelmä*
 - *VIRVE*
- (Annetut vastaukset kuvattu tarkemmin seuraavalla kalvolla.)

* Kysymykseen annettujen vastausten tulkinta, ks. tämän kalvoaineiston liite 1.

43

K23 – Yhteydenpitoväline korjaushenkilöstöön pitkissä/laajoissa katkoissa (annetut vastaukset)

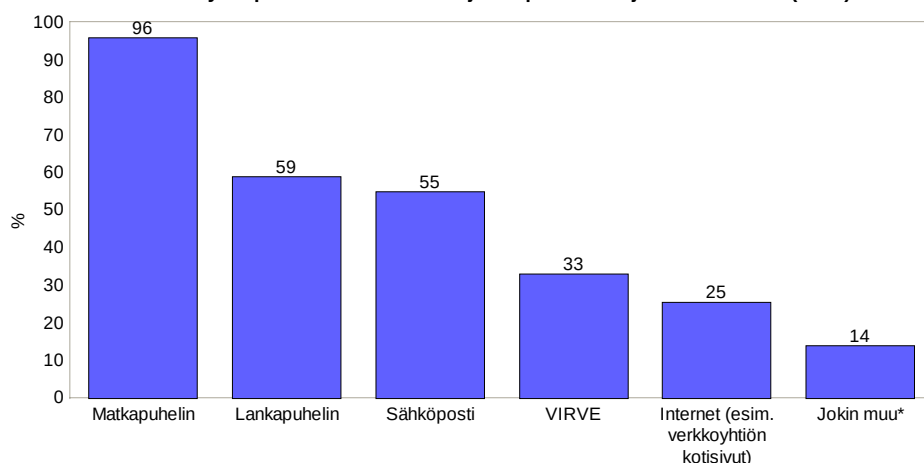
Sijoitus	1		2		3		Tärkeysmitta*
	n	%	n	%	n	%	
Matkapuhelimet	25	50,00	22	47,83	4	30,77	123
Oma radiopuhelin-järjestelmä	18	36,00	20	43,48	1	7,69	95
VIRVE	7	14,00	2	4,35	6	46,15	31
Jokin muu**	0	0,00	2	4,35	1	7,69	5
Mobiilidata	0	0,00	0	0,00	1	7,69	1
Yhteensä	50	100,00	46	100,00	13	100,00	

*= (1. sijoitusten lkm * 3) + (2. sijoitusten lkm * 2) + (3. sijoitusten lkm * 1)

** Sähköposti/fax, verkonhaltijan käytössä oleva oma TETRA-järjestelmä, sähköasemilla-käyttökeskus on oman verkon varmenneut kuitupuhelimet.

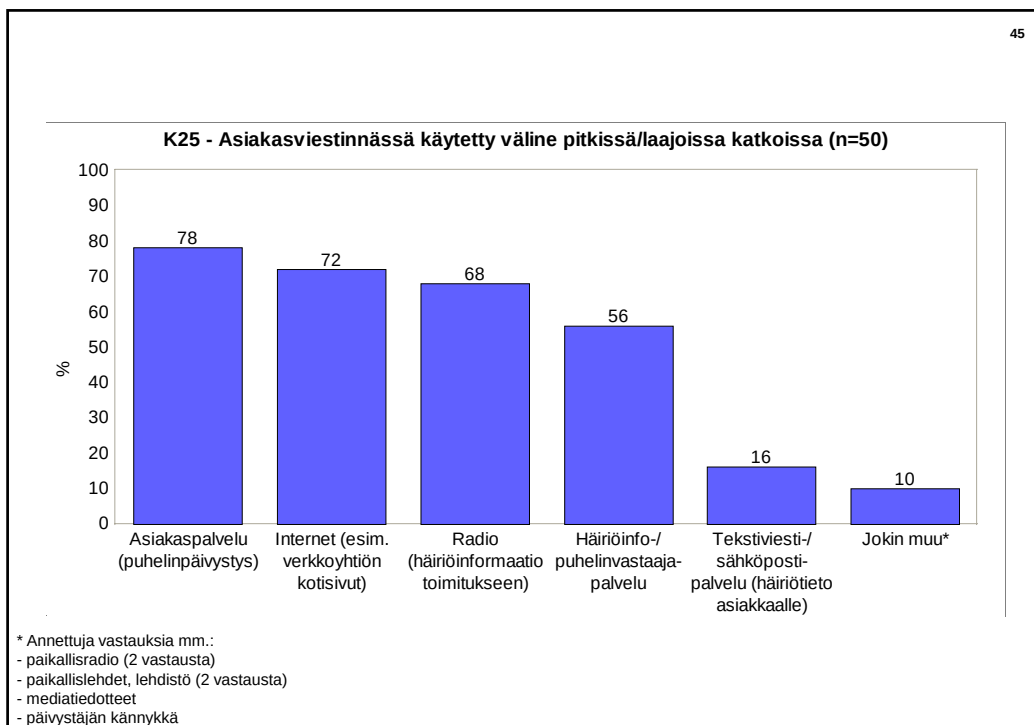
44

K24 - Yhteydenpitoväline muihin toimijoihin pitkissä/laajoissa katkoissa (N=51)



* Annettuja vastauksia mm.:

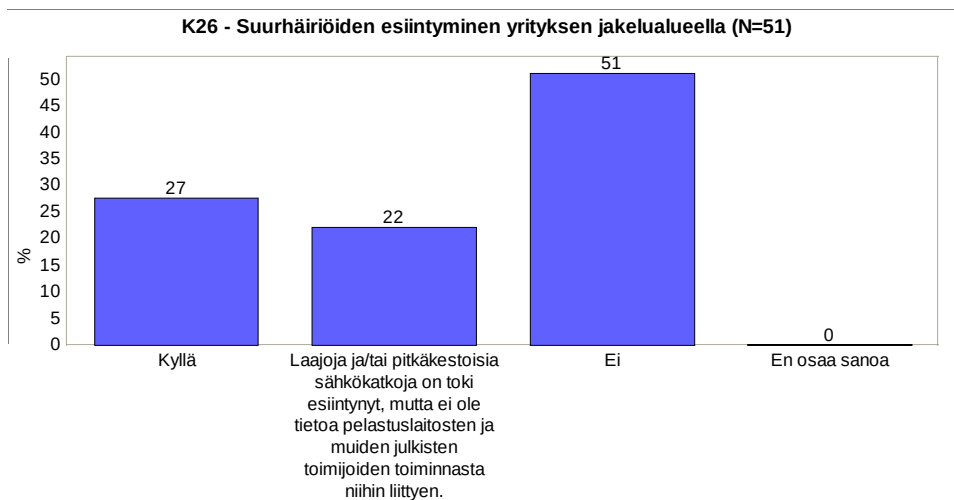
- radiopuhelinjärjestelmä (3 vastausta, 6 % kaikista vastanneista)
- satelliittipuhelin (2 vastausta)
- käytönhallintajärjestelmä
- faksi
- tarvittaessa "lähetti"-järjestelmä



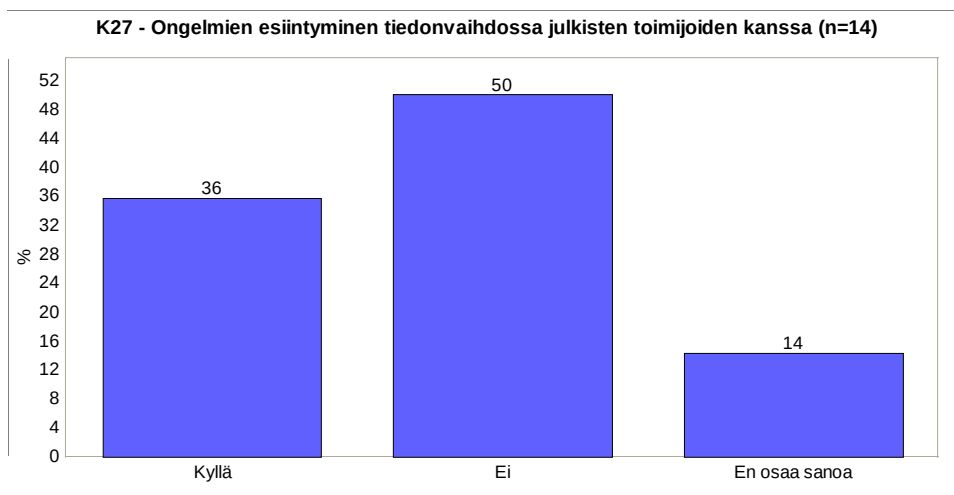
46

**Kokemukset sähköhuollon suurhäiriöistä
(kysymykset 26-30)**

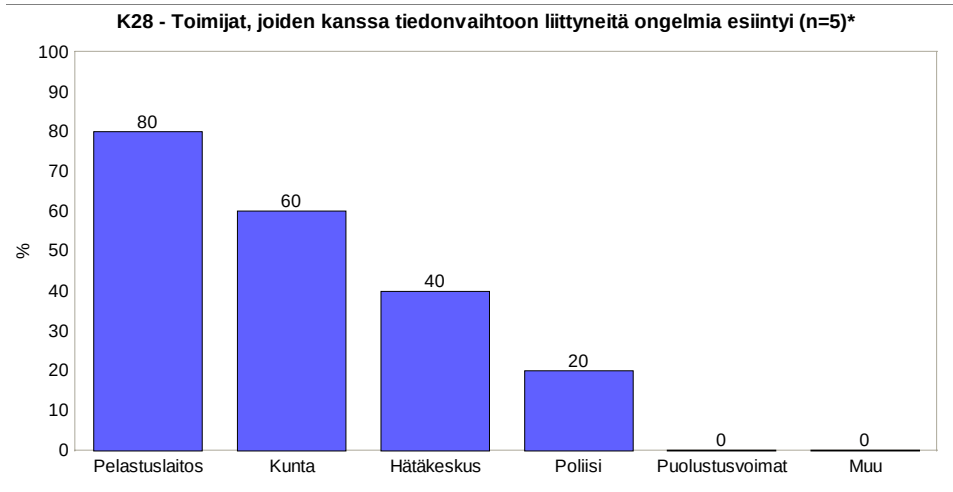
47



48



49



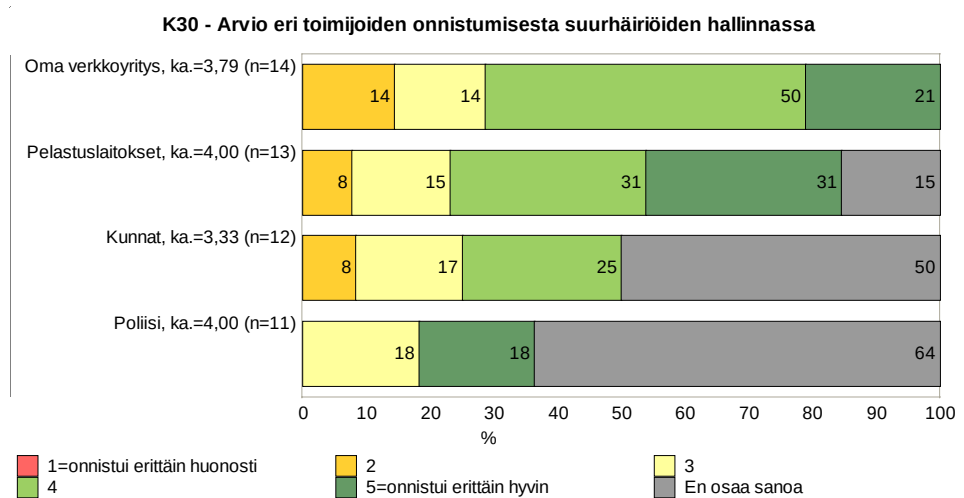
* Kysymykseen vastanneiden verkkohaltijoiden (jotka olivat siis kokeneet tiedonvaihtoon liittyviä ongelmia julkisten toimijoiden kanssa) määrä on varsin pieni.

50

K29 – Tiedonvaihtoon liittyneiden ongelmien luonne (n=5)

- Lähinnä ruuhkat puhelinliikenteessä.
- Yhteyden saaminen vaikeaa puolin ja toisin.
- Tiedonkulussa puutteita.
- Pelastuslaitos (vapaapalokunnat) raivasi muutamissa kohteissa puita linjoilta, mistä olisi pitänyt ilmoittaa verkkohaltijalle.
- Varautumissuunnitelmat oli tehty vain sähkönjakelun hoitamiseksi. Ei oltu varauduttu yhteydenpitoon muihin tahoihin.

51



52

Arvio sähköhuollon suurhäiriöiden todennäköisyydestä (kysymykset 31-33)

53

* Kysymykseen annettujen vastausten tulkinta, ks. tämän kalvoaineiston liite 1.

K31 – Arvio eri syistä johtuvien suurhäiriöiden keskinäisestä todennäköisyydestä*

- Viisi todennäköisimmäksi arvioitua suurhäiriön syytä olivat (sekä tämän hetken tilanne että tilanne 15-20 vuoden päästä huomioon ottaen):
 - Sääoloista johtuva maakuntatason ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Janika, Unto)
 - Valtakunnan voimahuollossa vakava tehopula (esim. iso voimalaitosyksikkö pois päältä, sähkön tuonnin tyrehtyminen)
 - Kantaverkon tai sen osan romahtaminen teknisen vian ja/tai inhimillisen erehdyksen vuoksi
 - Sääoloista johtuva erittäin tuhoisa ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Gudrun)
 - Alueverkon yksittäinen vika, joka vaikuttaa useampaan sähköasemaan (esim. säteittäinen 110 kV:n syöttö).
- Selkeästi todennäköisimmäksi arvioitu suurhäiriön syy molemmissa tapauksissa oli sääoloista johtuva maakuntatason ilmajohtoverkon suurhäiriö.
- Loput neljä suurhäiriön syytä arvioitiin todennäköisyydeltään suunnilleen samantasoisiksi, paitsi että kun arvioitavana oli tilanne 15-20 vuoden päästä, nousi sääoloista johtuva erittäin tuhoisa ilmajohtoverkon suurhäiriö sijalle 2.
- (Annetut vastaukset kuvattu tarkemmin seuraavilla kalvoilla.)

54

K31 – Tämän hetken tilanne (annetut vastaukset)*

Sijoitus	1		2		3		Tärkeys- mitta**
	n	%	n	%	n	%	
Sääoloista johtuva maakuntatason ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Janika, Unto).	26	50,98	3	5,88	5	9,80	89
Valtakunnan voimahuollossa vakava tehopula (esim. iso voimalaitosyksikkö pois päältä, sähkön tuonnin tyrehtyminen).	5	9,80	10	19,61	8	15,69	43
Kantaverkon tai sen osan romahtaminen teknisen vian ja/tai inhimillisen erehdyksen vuoksi.	6	11,76	7	13,73	10	19,61	42
Sääoloista johtuva erittäin tuhoisa ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Gudrun).	4	7,84	11	21,57	8	15,69	42
Alueverkon yksittäinen vika, joka vaikuttaa useampaan sähköasemaan (esim. säteittäinen 110 kV:n syöttö).	6	11,76	7	13,73	7	13,73	39
Yksittäinen vaikeasti korjattava vikatilanne (varaosien saatavuus, pitkä korjausaika, tulipalo tms.).	2	3,92	6	11,76	5	9,80	23
Yksittäisestä viasta aiheutuva ketjureaktio, joka vaikuttaa kaupunkialueella useampaan sähköasemaan (esim. Helsingin seudun sähkökatko elokuussa 2003).	2	3,92	6	11,76	0	0,00	18
Kantaverkon tai sen osan romahtaminen tahallisen vahingonteon vuoksi (mukaan lukien terrorismi).	0	0,00	0	0,00	5	9,80	5
Runsaan hajautetun tuotannon epästabiilisuuden aiheuttama laaja sähkökatko.	0	0,00	0	0,00	2	3,92	2
Jokin muu, mikä?	0	0,00	1	1,96	0	0,00	2
Tulvan aiheuttama laaja kaapeliverkon vikatilanne.	0	0,00	0	0,00	1	1,96	1
Uusien energiatehokkaiden laitteiden (esim. energiansäästölamput, lämpöpumput) käynnistysvirtapiikkien aiheuttama hallitsematon sulakkeiden palo sähkökatkon jälkeen.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Yhteensä	51	100	51	100	51	100	

* Taulukossa on esitetty vain sijoille 1-3 annetut vastaukset. Sijoille 4 ja 5 suurhäiriön syytä rankattiin vähemmän. Näiden huomiointi ei kuitenkaan vaikuta tässä esitettyyn häiriön syiden keskinäiseen tärkeysjärjestykseen.

** = (1. sijoitusten lkm * 3) + (2. sijoitusten lkm * 2) + (3. sijoitusten lkm * 1)

55

K31 – Tilanne 15-20 vuoden päästä (annetut vastaukset)*

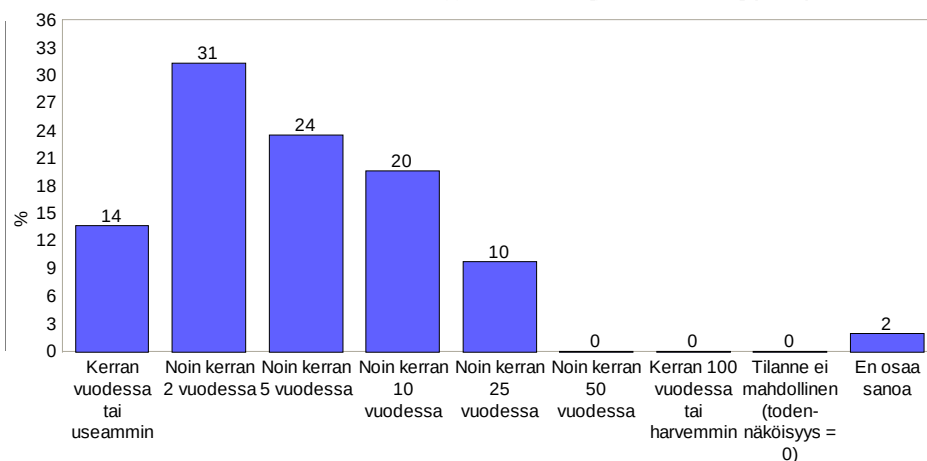
Sijointus	1		2		3		Tärkeys- mitta**
	n	%	n	%	n	%	
Sääoloista johtuva maakuntatason ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Janika, Unto).	21	43,75	3	6,52	6	13,64	75
Sääoloista johtuva erittäin tuhoisa ilmajohtoverkon suurhäiriö (esim. Gudrun).	5	10,42	12	26,09	5	11,36	44
Valtakunnan voimahuollossa vakava tehopula (esim. iso voimalaitosyksikkö pois päältä, sähkön tuonnin tyrehtyminen).	6	12,50	6	13,04	5	11,36	35
Kantaverkon tai sen osan romahtaminen teknisen vian ja/tai inhimillisen erehdyksen vuoksi.	5	10,42	7	15,22	5	11,36	34
Alueverkon yksittäinen vika, joka vaikuttaa useampaan sähköasemaan (esim. säteittäinen 110 kV:n syöttö).	5	10,42	6	13,04	7	15,91	34
Yksittäinen vaikeasti korjattava vikatilanne (varaosien saatavuus, pitkä korjausaika, tulipalo tms.).	2	4,17	3	6,52	6	13,64	18
Yksittäisestä viasta aiheutuva ketjureaktio, joka vaikuttaa kaupunkialueella useampaan sähköasemaan (esim. Helsingin seudun sähkökatko elokuussa 2003).	2	4,17	4	8,70	1	2,27	15
Kantaverkon tai sen osan romahtaminen tahallisen vahingonteon vuoksi (mukaan lukien terrorismi).	1	2,08	1	2,17	4	9,09	9
Runsaan hajautetun tuotannon epästabiilisuuden aiheuttama laaja sähkökatko.	0	0,00	3	6,52	3	6,82	9
Uusien energiatehokkaiden laitteiden (esim. energiansäästölamput, lämpöpumput) käynnistysvirtapiikkien aiheuttama hallitsematon sulakkeiden palo sähkökatkon jälkeen.	1	2,08	0	0,00	1	2,27	4
Jokin muu, mikä?	0	0,00	1	2,17	0	0,00	2
Tulvan aiheuttama laaja kaapeliverkon vikatilanne.	0	0,00	0	0,00	1	2,27	1
Yhteensä	48	100	46	100	44	100	

* Taulukossa on esitetty vain sijoille 1-3 annetut vastaukset. Sijoille 4 ja 5 suurhäiriön syitä rankattiin vähemmän. Näiden huomiointi ei kuitenkaan vaikuta tässä esitettyyn häiriön syiden keskinäiseen tärkeysjärjestykseen.

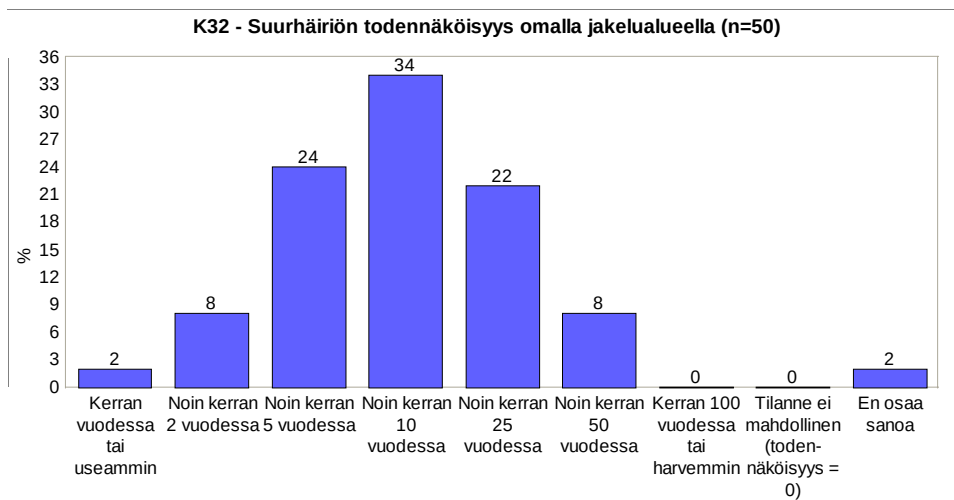
** = (1. sijoitusten lkm * 3) + (2. sijoitusten lkm * 2) + (3. sijoitusten lkm * 1)

56

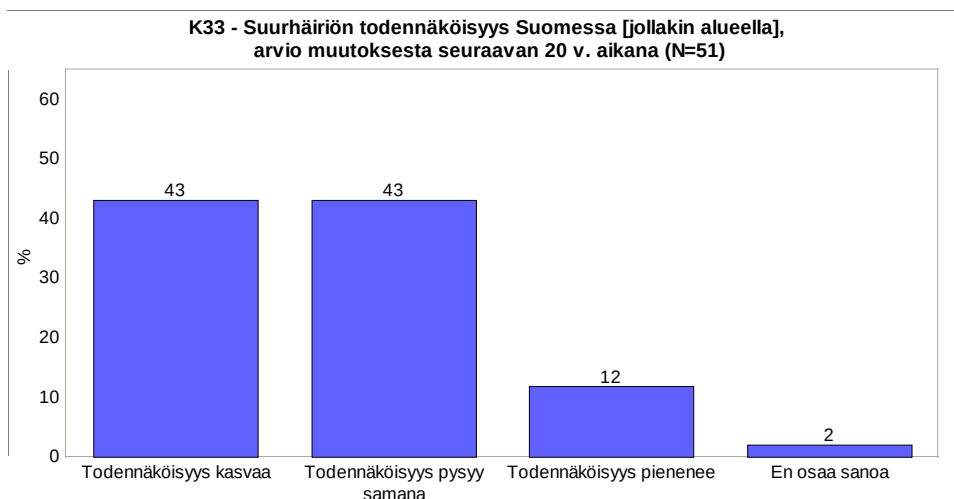
K32 - Suurhäiriön todennäköisyys Suomessa [jollakin alueella] (N=51)

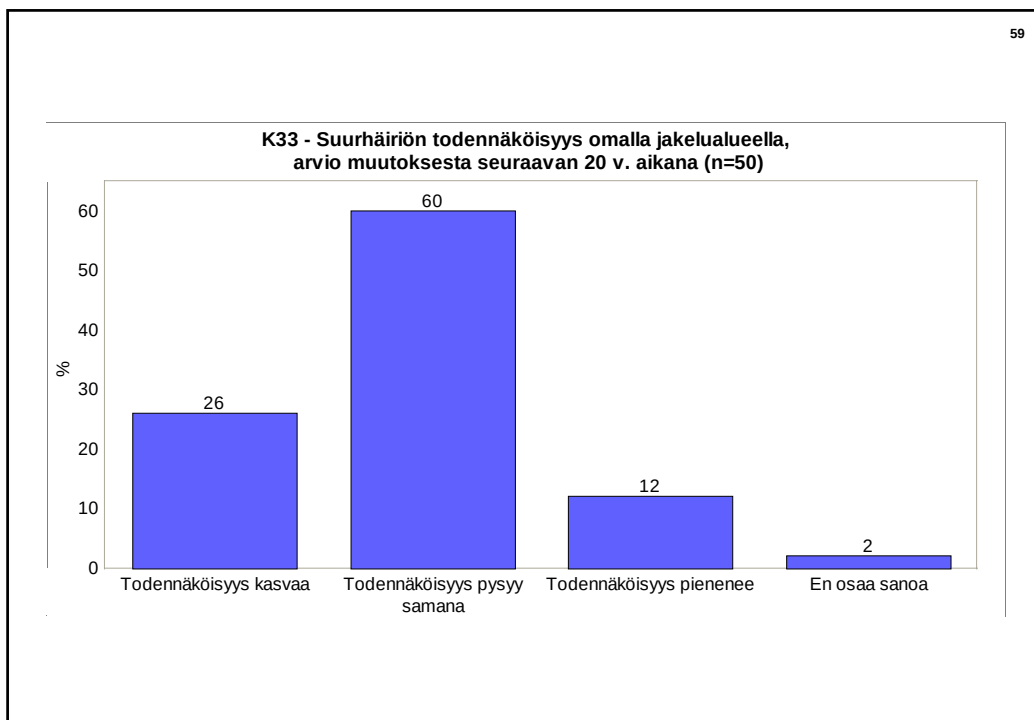


57



58





60

Arvio eri tahojen varautumisesta sähköhuollon suurhäiriöihin (kysymykset 34-37)

K34-35* – Sähkökäyttökohteiden varautuminen

- Kysymyksessä oli tehtävänä arvioida 37 erityyppisen sähkökäyttökohteen (ks. tämän kalvoaineiston liite 2) tämän hetkistä **varautumisen tasoa kohteen oman toiminnan ylläpitämiseksi** sähköhuollon suurhäiriöissä.
- Sähkökäyttökohteiden selkeän enemmistön osalta varautumisen arvioitiin olevan mieluummin puutteellista kuin riittävää. Toisin sanoen **suurempi osa vastauksista oli arviointiasteikon negatiivisissa luokissa [ei varauduttu lainkaan, varautuminen alimitoitettua] kuin positiivisissa luokissa [varautuminen melko riittävää, varautuminen riittävää]**. (Päätulos)
- Lisäksi yhdenkään sähkökäyttökohteen kohdalla ei tullut ainuttakaan vastausta luokkaan **varautuminen ylimitoitettua**.

* Kyse samansisältöisistä kysymyksistä, jotka oli käyttäjävälisyyden vuoksi jaettu sähköisellä kyselylomakkeella kahdeksi eri kysymykseksi.

K34-35 – Sähkökäyttökohteiden varautuminen (jatkuu)

- Kalvoilla 64 ja 65 olevissa taulukoissa on esitetty varautumiseltaan puutteellisiksi arvioidut sähkökäyttökohteet eli siis ne, joiden kohdalla suurempi osa vastauksista oli käytetyn arviointiasteikon negatiivisissa luokissa kuin positiivisissa luokissa.
- Sähkökäyttökohteet on järjestetty taulukoissa ensimmäisessä sarakeessa olevan "varautumisasteen" mukaan laskevaan järjestykseen. Varautumisaste kuvaa arviointiasteikon negatiivisiin luokkiin ja positiivisiin luokkiin saatujen vastausten erotusta. Eli esim. sähkökäyttökohteen "Terveyskeskukset" kohdalla varautumisasteeksi saadaan taulukon lukuarvojen perusteella:

$$(8 + 29) - (39 + 12) = -14^*$$

* Kuten huomataan, lasketaan tässä esityksessä käytetty varautumisaste eri luokkiin tulleiden vastausten suhteellisista frekvensseistä (niin että EOS-luokka on yksi huomioituista luokista em. suhteellisia frekvenssejä laskettaessa). Näin ollen varautumisaste voi teoreettisesti vaihdella välillä -100...+100 (EOS-vastausten määrä 0 % ja kaikki vastaukset joko negatiivisissa luokissa tai positiivisissa luokissa).

63

K34-35 – Sähkönkäyttökohteiden varautuminen (jatkuu)

- Taulukoissa sähkönkäyttökohteet on esitetty seuraavia värikoodauksia käyttäen.
 - Sähkönkäyttökohde on saanut **oranssin** värikoodauksen, jos suurin osa varsinaisista kantaa ottavista vastauksista on osunut luokkaan "varautuminen alimitoitettua".
 - Sähkönkäyttökohde on saanut **punaisen** värikoodauksen, jos suurin osa varsinaisista kantaa ottavista vastauksista on osunut luokkaan "ei varauduttu lainkaan".
 - Sähkönkäyttökohde on merkitty sulkeisiin ja on saanut **mustan** värikoodauksen, jos suurin osa vastauksista on osunut luokkaan "en osaa sanoa". Suuren EOS-osuuden lisäksi kahden sähkönkäyttökohteen kohdalla myös vastanneiden määrä **n** oli varsin alhainen (= suuri "ei toimintoa omalla jakelualueella" -vastausten osuus). Edellä olevat seikat tarkoittavat sitä, että em. kohteiden osalta taulukon arvoja voidaan pitää muiden kohteiden vastaavia epäluotettavampina.

64

K34-35 – Sähkönkäyttökohteiden varautuminen (jatkuu)

Varautu- misaste		Riittävää (%)	Melko riittävää (%)	Alimitoi- tettua (%)	Ei varaudut- tu lain- kaan (%)	EOS (%)	n
-5	Maitotilat	5	33	40	2	19	42
-6	Kaukolämmön tuotanto ja jakelu	15	29	38	13	6	48
(-12	Väestönsuojat	10	16	31	8	35	49)
-14	Terveyskeskukset	8	29	39	12	12	49
(-21	Kaivokset	7	7	21	14	50	14)
-23	Siipikarjatilat	19	13	52	3	13	31
-26	Suurteollisuus	10	15	33	18	23	39
-26	Pankkipalvelut ja rahaliikenne	8	16	30	20	26	50
-28	Tele- ja tietoliikenne	8	24	60	0	8	50
-32	Sikalat	8	19	51	8	14	37
-34	Vesi- ja viemärlaitokset	4	22	48	12	14	50
-41	Vanhainkodit ym. sosiaali-alan hoitolaitokset	6	14	37	24	18	49
(-44	Satamat	6	6	33	22	33	18)
(-45	Muut palvelut	4	2	17	34	43	47)
-46	Kasvihuoneviljelmät	5	8	36	23	28	39
-48	Koulut ja oppilaitokset	10	8	18	48	16	50

65

K34-35 – Sähkökäyttökohteiden varautuminen (jatkuu)

Varautu- misaste		Riittävää (%)	Melko riittävää (%)	Alimitoi- tettua (%)	Ei varaudut- tu lain- kaan (%)	EOS (%)	n
-48	Laskettelukeskukset	12	8	24	44	12	25
-53	Suuret yleisötilat (jäähallit, konserttisalit)	5	7	28	37	23	43
-54	Kauppakeskukset, automarketit	3	13	41	28	15	39
-55	Vapaa-ajanasunnot	4	10	14	55	16	49
-56	Päiväkodit	10	6	18	54	12	50
-56	Hotellit, kylpylät	5	7	29	39	20	41
-58	Kotihoidossa olevat pitkäaikaissairaat, joiden hoito sähköstä riippuvaista (kotidialyysi-, hengityshalvauspotilaat)	0	10	38	30	22	50
-60	Logistiikkakeskukset, tavaraterminaalit	3	3	34	31	29	35
-63	Omakotitaloudet haja-asutusalueilla	2	13	35	42	8	48
-66	PK-teollisuus	2	6	42	32	18	50
-66	Muu kaupan ala	4	4	26	48	18	50
-67	Polttonestehuolto, bensa-asemat	2	4	27	45	22	51
-68	Taloyhtiöt	6	4	28	50	12	50
-72	Kotitaloudet yleensä	6	4	32	50	8	50
-72	Omakotitaloudet taajamassa	4	4	30	50	12	50
-78	Tie- ja katuvalaistus	4	4	14	72	6	50

66

K34-35 – Sähkökäyttökohteiden varautuminen (jatkuu)

- Taulukoissa esitettyjä lukuarvoja ei pidä tulkita liian suoraviivaisesti esimerkiksi niin, että mitä pienempi varautumisasteen arvo on, sitä tärkeämpää ko. kohteen varautumisen parantaminen yhteiskunnassa olisi. Ei pidä tehdä siis esimerkiksi sitä tulkintaa, että varautumisasteen -66 saaneen **PK-teollisuuden** varautumisen parantaminen olisi tärkeämpää kuin **tele- ja tietoliikenteen** (varautumisaste -28). Se, mitä em. lukuarvot lähinnä kertovat on se, että PK-teollisuuden arvioitiin olevan heikomminkin varautunut oman toiminnan ylläpitämiseen kuin tele- ja tietoliikenteen.
- Silloin kun verrataan taulukon sellaisia sähkökäyttökohteita, joita voidaan pitää yhteiskunnan toiminnan kannalta tärkeinä tai lähes yhtä tärkeinä, kuten esimerkiksi terveyskeskuksia ja vesi- ja viemärlaitoksia, niin edellä olevan kaltainen vertailu on oikeutetumpi. Tällöin voitaisiin saatujen vastausten perusteella tehdä sen kaltainen alustava johtopäätös, että vesi- ja viemärlaitosten varautumisen parantamiselle olisi jossakin määrin suurempi tarve kuin terveyskeskusten varautumisen parantamiselle. Em. kohteiden varautumisasteet olivat: terveyskeskukset -14, vesi- ja viemärlaitokset -34.

67

K34-35 – Sähkökäyttökohteiden varautuminen (jatkuu)

- Seuraavassa taulukossa on esitetty varautumiseltaan ei-puutteelliseksi arvioidut sähkökäyttökohteet eli siis ne, joiden kohdalla suurempi osa vastauksista oli käytetyn arviointiasteikon positiivisissa luokissa kuin negatiivisissa luokissa. Kohteet on järjestetty ensimmäisessä sarakkeessa olevan "varautumisasteen" mukaan laskevaan järjestykseen.
- Vankiloiden, joukkotiedotuksen ja raideliikenteen osalta taulukon arvoja voidaan pitää muiden kohteiden vastaavia epäluotettavampina (suuri EOS-vastausten osuus). Lentoasemien kohdalla taas vastaajien määrä oli melko pieni (n=19).

Varautumisaste		Riittävää (%)	Melko riittävää (%)	Alimitoitettua (%)	Ei varauduttu lainkaan (%)	EOS (%)	n
67	Sairaalat	41	41	15	0	3	39
37	Lentoasemat	42	21	21	5	11	19
(32)	Vankilat	18	23	9	0	50	(22)
(30)	Joukkotiedotus (radio ja TV)	20	25	16	0	39	(44)
(3)	Raideliikenne (ml. metro ja raitiliikenne)	7	21	14	10	48	(29)

68

K36 – Suurhäiriöiden hallintaan osallistuvien organisaatioiden varautuminen

Varautumisaste*		Riittävää (%)	Melko riittävää (%)	Alimitoitettua (%)	Ei varauduttu lainkaan (%)	EOS (%)	n
"Hätätilanneorganisaatiot"							
71	Hätäkeskukset	51	22	2	0	24	49
67	Puolustusvoimat	51	18	2	0	29	49
54	Pelastuslaitokset	34	38	16	2	10	50
32	Poliisi	26	26	18	2	28	50
-48	Kunnat	2	22	64	8	4	50
Sähköverkko-operaattorit							
84	Kantaverkkoyhtiö	61	27	4	0	8	51
64	Oma verkkoyritys	36	46	18	0	0	50
55	Jakeluverkkoyritykset yleensä	22	55	22	0	2	51
55	Alueverkkoyhtiöt	33	39	18	0	10	51

* Varautumisasteen määrittely, ks. kalvo 62.

K37 – Mahdolliset kommentit koskien kysymyksiä 34-36

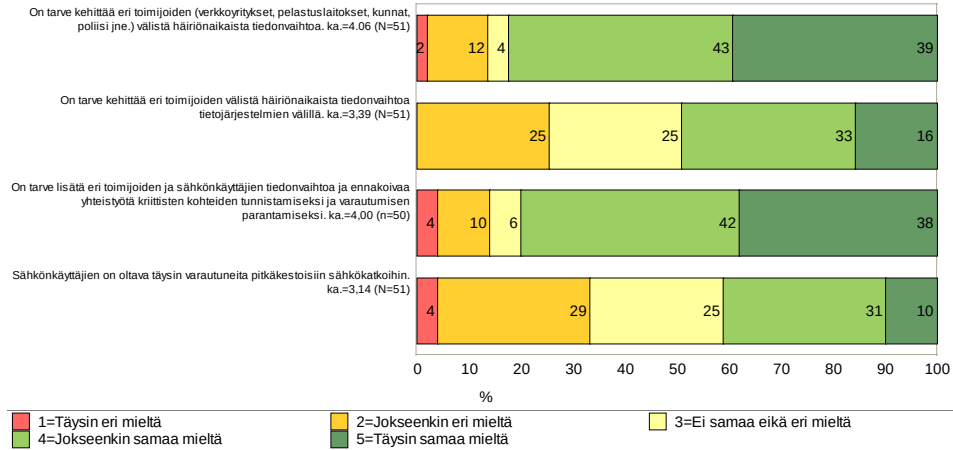
Kysymykseen annettiin yksi vastaus, jossa pohdittiin sitä, että valtakunnallisessa poikkeustilanteessa (kova pakkanen, tehopulan mahdollisuus) olisi esimerkiksi radiossa hyvä kehottaa sähkönkäyttäjiä rajoittamaan sähkönkäyttöään. Vastaaaja otti esimerkin alkuvuoden 2010 kovista pakkasista, jolloin sähkönkäyttö oli lähellä huippua, mutta julkisissa tiedotusvälineissä ei sanallakaan tuotu esiin rajoitussuositusta.

(Loppuosa vastauksesta jäi epäselväksi, koska käytetty kyselyohjelma oli katkaissut vastauksen reilun 400 merkin jälkeen.)

Näkemykset suurhäiriöihin liittyvän tiedonvaihdon kehittämisestä (kysymykset 38-43)

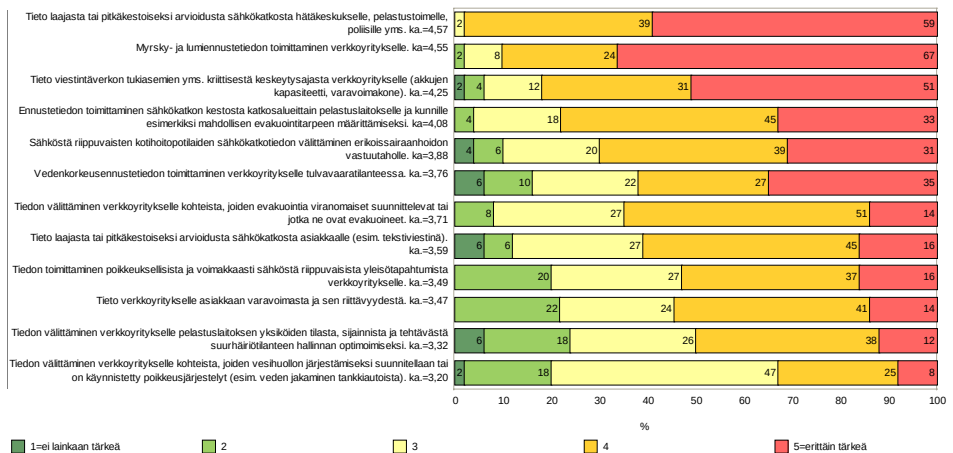
71

K38 - Näkemykset sähköhuollon suurhäiriöiden hallinnan kehittämistarpeista



72

K39 - Tiedonvaihto toimintojen tarpeellisuus (N=51)*



* Päitsi kohdassa "Tiedon välittäminen verkkoyritykselle pelastuslaitoksen yksiköiden tilasta..." n=50.

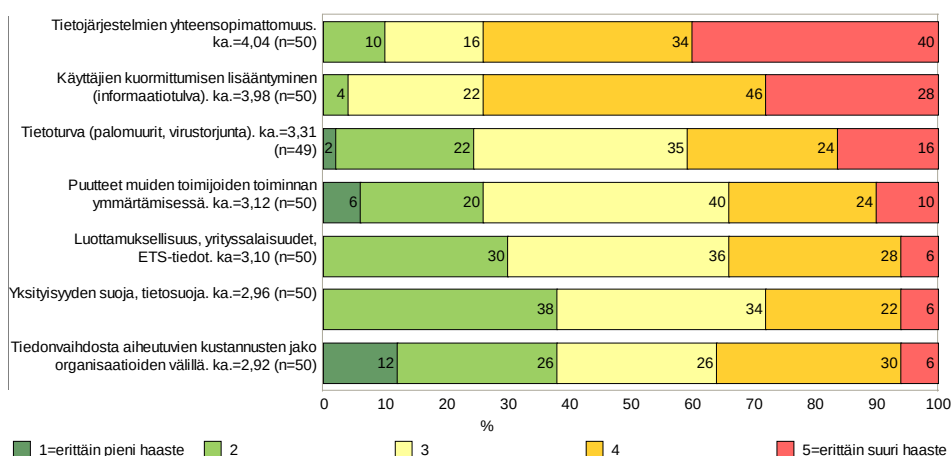
73

K40 – Muita tiedonvaihtotoimintoja / kommentteja esitettyihin tiedonvaihtotoimintoihin

- Varautumissuunnittelussa täytyy ottaa reaalin kanta viestiverkkojen toimivuuteen. Tekstiviesteillä ei tavoiteta kohderyhmiä, koska kapasiteetit eivät riitä ja/tai verkot ovat nurin.
- Kuten jo mainitsin yhteistyöstä esim. metsäpalon sammutuksessa. Hälytyskeskuksessa on oltava tarkkaan tiedossa minkä verkonhaltijan alueella toimitaan ja varmistetaan kyseiseltä verkonhaltijalta työskentelyn turvallisuus. Erittäin tärkeä! Toisaalta sähkönkäyttäjien olisi käytettävä ns. maalaisjärkeä omassa varautumisessaan ja myös ilmoitettava havainnoistaan esim. verkonhaltijalle.
- Verkonhaltijan tiedottaminen pitää olla tehokasta, mutta sitä ei saa lähteä hajottamaan ja monimutkaistamaan, eikä ainakaan verkonhaltijan toimia saa lähteä laajentamaan. Suurhäiriöiden hoitamisessa on jo riittävästi työtä. Viranomaisen pitää tunnistaa siitä, milloin pitää lähteä eri toimenpiteisiin. Tunnistusta auttaa, kun asioita on käyty läpi ennakkoon.

74

K41 - Tiedonvaihdon kehittämisen haasteet



K42 – Kommentit häiriönaikaisen tiedonvaihdon kehittämiseen

- Pienissä organisaatioissa tiedottamiseen ei ole varaa käyttää omaa henkilöä, vaan tiedottamista hoidetaan ns. sivutyönä häiriön hoidon lomassa. Järjestelmät pitäisi kehittää mahdollisimman automaattiseksi.
- Toiminnan rahoittaminen, koska suunta on menossa siihen, että jakeluverkonhaltija elää "kädestä suuhun" periaatteella ja jos mitään isompaa ei ole sattunut, varautumiseen käytettävää rahoitusta on hankala saada liitettyä verkkopalvelumaksuihin. Toimintojen rahoitus mietittävä valtakunnallisella tasolla.
- Informaatiotulvasta tulee valtava, jos kaikkea kohdan 39 (sinällään tärkeää) tietoa siirrellään "sinne ja tänne". Tiedonvaihdon pitäisi olla mahdollisimman automatisoitua, mutta tämä aiheuttaa aivan liian suuret kustannukset, jotta se olisi mahdollista.
- Hyvä kysymys. On tarkkaan harkittava toiminnan laajuutta, sillä jatkuva tietojen ylläpitäminen esim. varavoimasta on käytännössä mahdotonta, koska ei ole enää tarkastuksissa/asennuksissa ilmoitusvelvollisuutta.
- Kun tiedossa on vastuut ja komentosuhteet, niin asioiden pitäisi sujua hyvin. Tekniikkaa voidaan tuki hyödyntää tarpeen mukaan. Aikaisemmin esimerkkinä on ollut kotona oleva hengityslaittepotilas. Kyllä vastuu tällaisesta on henkilöllä itsellään ja toissijaisesti terveydenhoitopuolella - ei verkonhaltijalla. Terveydenhoitopuoli voi kehittää valmiussuunnitteluaan ja rakentaa hälytysjärjestelmiä tuekseen.
- Sähköyhtiöillä alkaa olla melko kattavasti omilla nettisivuillaan reaaliaikainen tieto jakelualueiden häiriötilanteista ja arvio niiden kestosta. Virve kaikille toimijoille käyttöön. Jokin yleinen "häätäkana" matkapuhelimiin.

K43 – Kommentit käytettyyn sähköhuollon suurihäiriön määritelmään

- Sähköhuollon suurihäiriö ei tarkoita meillä näin laajaa käsitettä. Suurihäiriössä puhutaan jo 1-2vrk mittaisesta myrskystä jossa keskijännitehäiriöitä tulee lisää ja koko organisaatio on töissä.
- Sama kommentti, kuin edelläkin. Kaikki varautuminen maksaa ja varaosien kattava varastoiminen on kallista. Verkon rakentaminen on huomattavasti kalliimpaa, kun huomioidaan vikojen selvitys ja varautuminen niihin.
- Verkko-yhtiössämme suurihäiriötila todetaan alkaneeksi kun eri sähköasemilla useita johtolähtöjä on auki, eli useita kyliä on ilman sähköä.
- Sähköpula (pakkanen) voidaan rajoittaa asiallisella tiedottamisella kuluttajien suuntaan. Hälytyskeskusten on tiedettävä tarkkaan minkä jakeluverkonhaltijan alueella toimitaan, ei liene vaikeaa nykyisellä navigaattoriaikakaudella. Sähkökäyttäjät olisi saatava ymmärtämään mahdollisten sähkökatkojen mahdollisuus, eikä järjettömillä vaatimuksilla tai valvonnalla aiheuteta maaseudun verkonhaltijoille kohtuuttomia kustannuksia verkoston kehittämiseen.
- Olemme määrittäneet pienimmän suurihäiriön rajan niin alhaalle, että saamme vuosittain suurihäiriövalmiusharjoitusta. Edelleen korostan, että verkonhaltija tiedottaa tehokkaasti ja se on verkonhaltijan tehtävä. Eri viranomaiset sitten ovat vastuussa omasta sektoristaan ja käynnistävät omat toimensa. Korostan sitä, että viranomaiset valmistautuvat ennakoon ja ovat työssään yhteydessä verkonhaltijaan.

Liite 1 – Kysymyksiin 9, 23 ja 31 annettujen vastausten tulkinnasta

- Kysymyksissä pyydettiin asettamaan annettuja vaihtoehtoja tärkeys-, ensisijaisuus- tai todennäköisyysjärjestykseen. Kysymyksestä riippuen järjestykseen pyydettiin asettamaan korkeintaan kolme tai viisi vaihtoehtoa. Annettujen vaihtoehtojen kokonaismäärä oli tyypillisesti enemmän kuin pyydettyjen järjestykseen asetettavien vaihtoehtojen määrä.
- Annettujen vastausten tulkitsemiseksi ei ole olemassa yhtä ainoaa menettelytapaa. Tässä noudatettu menettely perustuu annettujen vaihtoehtojen asettamiseen tärkeysjärjestykseen seuraavalla tavalla muodostetun **tärkeysmitan** avulla:
 - Tärkeysmita = (1. sijoitusten lkm * 3) + (2. sijoitusten lkm * 2) + (3. sijoitusten lkm * 1)

Liite 2 – Sähkönkäyttökohteiden varautuminen, arvioinnissa mukana olleet kohteet (K34-35)

- | | |
|--|--|
| ▪ Sairaalat | ▪ Tie- ja katuvalaistus |
| ▪ Terveyskeskukset | ▪ Suuret yleisötilat (jäähallit, konserttisalit) |
| ▪ Kotihoidossa olevat pitkäaikaissairaat, joiden hoito sähköstä riippuvaista (kotidialyysi-, hengityshalvauspotilaat jne.) | ▪ Hotellit, kylpylät |
| ▪ Vanhainkodit ym. sosiaali-alan hoitolaitokset | ▪ Laskettelukeskukset |
| ▪ Päiväkodit | ▪ Kauppakeskukset, automarketit |
| ▪ Koulut ja oppilaitokset | ▪ Muu kaupan ala |
| ▪ Vankilat | ▪ Pankkipalvelut ja rahaliikenne |
| ▪ Kaukolämmön tuotanto ja jakelu | ▪ Polttonestehuolto, bensa-asemat |
| ▪ Vesi- ja viemärlaitokset | ▪ Muut palvelut |
| ▪ Tele- ja tietoliikenne | ▪ Siipikarjatilat |
| ▪ Joukkotiedotus (radio ja TV) | ▪ Sikalat |
| ▪ Suurteollisuus | ▪ Maitotilat |
| ▪ PK-teollisuus | ▪ Kasvihuoneviljelmät |
| ▪ Kaivokset | ▪ Kotitaloudet yleensä |
| ▪ Satamat | ▪ Taloyhtiöt |
| ▪ Lentoasemat | ▪ Omakotitaloudet taajamassa |
| ▪ Raideliikenne (ml. metro ja raitieliikenne) | ▪ Omakotitaloudet haja-asutusalueilla |
| ▪ Logistiikkakeskukset, tavaraterminaalit | ▪ Väestönsuojat |
| | ▪ Vapaa-ajanasunnnot |

LIITE 5 - SUURHÄIRIÖIDEN MALLINTAMINEN OSANA LUOTETTAVUUSLASKENTAA

SISÄLLYS

1.	Johdanto.....	2
2.	Monte Carlo-simulointiin perustuva luotettavuuslaskenta.....	3
2.1.	Vikataajuusmalli askeltavassa Monte Carlo-simuloinnissa.....	3
2.2.	Suurhäiriöiden huomiointi osana Monte Carlo-simulointia	4
3.	Monte Carlo-simulointi verkostosuunnittelussa	8
3.1.	Vikaantumisen määrittely	10
3.2.	Monte Carlo-simuloinnin lähtötiedot	11
3.3.	Monte Carlo-simuloinnin tulokset toimitusvarmuuden optimoinnissa	13
3.4.	Vakiokorvausten huomiointi Monte Carlo-simuloinnissa.....	21
4.	Yhteenveto.....	24
	Lähteet.....	25

1. JOHDANTO

Sähkönjakeluverkon luotettavuuslaskenta pohjautuu perinteisesti analyttiseen laskentaan. Se perustuu keskimääräiseen vikataajuuteen, joka on määritetty historiatietoihin pohjautuen. Tämä vikataajuus pysyy vakiona koko tarkasteltavan ajanjakson, joka tyypillisesti on yksi vuosi. Lisäksi jokaiselle vialle oletetaan kiinteä kytkentä- ja korjausajat, joiden pituudet riippuvat siitä, missä verkon komponentissa vika sijaitsee. Tällöin vikatilanteessa osa asiakkaista kokee kytkentäajan ja osa korjausajan mittaisen keskeytyksen. Tuloksena luotettavuuslaskennan avulla saadaan muun muassa keskeytysaikatietoja ja toimittamatta jääneet sähkön arvo. Saadut tulokset ovat keskiarvoja, jolloin muuttujien luonnollinen vaihtelevuus jää huomioimatta. Kun vikataajuus on pieni, voidaan tuloksia pitää riittävän tarkkoina. Tilanne kuitenkin muuttuu, kun suurhäiriötilanteessa järjestelmä monimutkaistuu ja vikataajuus kasvaa. Analyttisen menetelmän heikkoutena voidaan pitää siis sitä, ettei se kykene huomioimaan yhtäaikaisia tarkastelualueella olevia vikoja. Lisäksi analyttisen menetelmän heikkous on, että sen avulla ei pystytä huomioimaan pitkiä keskeytyksiä eikä näin ollen mahdollisia keskeytyksen kestolle kriittisiä kohteita.

Luotettavuuspohjainen verkostanalyysi (LuoVa) hankkeessa suurhäiriöitä mallinnettiin analyttisen menetelmän osana erillisen painokertoimen avulla. Tällöin osalle tuulen ja lumen aiheuttamista vioista laskettiin yhtäaikaisista vioista ja käsin tehtävistä ohjauksista aiheutuva lisäaika (Järvinen et al. 2005). Lisäksi Billinton ja Wang (2002) esittelivät menetelmän, jossa säätilaa mallinnetaan ajasta riippuvan painokertoimen avulla. Säätila jaotellaan kolmeen luokkaan, jotka ovat normaali, epäsuotuisa ja merkittävä myrsky. Tässä mallissa myös korjausaika mallinnetaan painokertoimien avulla. (Billinton & Wang 2002) Menetelmä vaatii tarkastelujakson jakamista aika-askeleihin, joissa vikaantuminen simuloidaan. Näin saadaan tarkastelujaksoa kuvaavat tulokset lasketuiksi.

Tässä raportissa käsitellään suurhäiriöiden mallintamista Monte Carlo-simuloinnin avulla luotettavuuslaskennan osana. Simuloinnilla on mahdollista mallintaa vikojen tapahtumisen satunnaisuus sekä vikataajuuden satunnaisen vaihtelevuus. Lisäksi se kykenee huomioimaan tarkastelualueella olevat yhtäaikaiset vikatilanteet. Tuloksena simuloinnista saadaan todennäköisyysjakaumat halutuille luotettavuutta kuvaaville parametreille. Menetelmän heikkous on sen vaatima suuri laskentateho ja -aika, mistä syystä sen tehokas hyödyntäminen onkin ollut melko vähäistä.

2. MONTE CARLO-SIMULOINTIIN PERUSTUVA LUOTETTAVUUSLASKENTA

Monte Carlo-simulointi on riskien hallinnassa käytetty menetelmä, jolla voidaan huomioida satunnaisuuden aiheuttama vaihtelu laskentatuloksissa. Monte Carlo-simuloinnin perusajatuksena on mallintaa jokin tapahtuma satunnaisluvulla, joka sijoittuu sattumanvaraisesti lukuvälille $[0,1]$. Satunnaisluvun suuruuden avulla mallinnetaan tapahtuman lopputulos vertaamalla sitä ennalta määrittäyihin mahdollisten tapahtumien todennäköisyyksiin. Lisäksi tietty tapahtuma toistetaan tyypillisesti vähintään 10 000 kertaa, jolloin tuloksena saadaan todennäköisyysjakaumat tapahtumien lopputuloksista. Todennäköisyysjakaumat antavat arvokasta lisätietoa järjestelmästä. Esimerkiksi tietyn luotettavuutta kuvaavan tunnusluvun perusteella järjestelmä voi olla hyvinkin luotettava, mutta todennäköisyysjakauma voi olla hyvin vääristynyt. Tällöin keskiarvo saattaa olla lähellä nollaa, mutta jakaumassa voi olla erittäin harvinaisia arvoja kaukana keskiarvosta. Hajonnan aikaansaavilla tapahtumilla, kuten suurhäiriöillä voi kuitenkin olla merkittävä luotettavuuden vaarantava ominaisuus pitkällä tarkasteluajanjaksolla. Tämä johtuu tapahtumien suuresta kertaluontoisesta vaikutuksesta. Näin ollen simulointitulokset antavat monipuolisemman kuvan järjestelmän luotettavuudesta perinteiseen luotettavuuslaskentaa verrattuna. Tätä tietoa voidaan hyödyntää strategisen suunnittelussa investointien kohdistamisen tukena.

2.1. Vikataajuusmalli askeltavassa Monte Carlo-simuloinnissa

Askelavassa Monte Carlo-simuloinnissa (sequential Monte Carlo simulation) edetään tietty tarkastelujakso lyhyissä aikaväleissä. Askellus aloitetaan ajanhetkestä nolla ja jokaisen välin kohdalla tarkastellaan mahdolliset jakeluprosessissa tapahtuvat vikatilanteet. Näin voidaan käsitellä myös yhtäaikaisia vikatilanteita. Tämä mahdollistaa myös laskennan joustavuuden ja analyttisiä menetelmiä monimutkaisemman tarkastelun. (Willis 2004) Yksinkertaisimmillaan Monte Carlo-simulointia voidaan hyödyntää analyttiseen menetelmään yhdistettynä. Tällöin oletetaan komponenttien vikataajuudet vakioiksi jokaisen yksittäisen tarkasteluvuoden ajaksi. Simuloinnissa voidaan hyödyntää LuoVa-mallissa kehitettyä komponenttien jaottelua. Sen mukaan komponentti on esimerkiksi tietty johto-osuus eikä yksittäinen komponentti kuten puupylväs (Järvinen et al. 2005). Lisäksi LuoVa-hankkeessa vikataajuutta mallinnettiin painokertoimien avulla, jotka määräytyivät komponentin sijainnista, kunnosta ja

tyypistä. Esimerkiksi avojohdon vikataajuudelle mallinnettiin metsäisyyskerroin, pylvästyksen kuntokerroin sekä johdintyypistä riippuva kerroin. Kuntokertoimen avulla LuoVa-mallissa mallinnettiin välillisesti komponenttien ikääntymisestä aiheutuva vikataajuus. (Järvinen et al. 2005) Simuloitaessa verkon pitoaikaa kuvaavia tunnuslukuja tulee ikääntymisen vaikutus huomioida kuntokertoimen kehityksessä. Vuosikohtaisessa tarkastelussa vakiona säilyvä vikataajuus noudattaa homogeenista Poissonin prosessia (HPP). (Willis 2004) Se on laskuriprosessi, jossa vikaantumisten lukumäärä noudattaa Poisson jakaumaa (Elovaara & Haarla 2011). Sen avulla pystytään määrittämään todennäköisyys x vikaantumiselle vuoden aikana. Tämä on esitettävissä seuraavan yhtälön 2.1 avulla (Willis 2004).

$$P(x = k) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}, \quad (2.1)$$

jossa λ on vikataajuus, joka on vakio ja ajasta riippumaton. Vikojen lukumäärän keskiarvo aikavälillä $(t_1, t_2]$ on $\lambda (t_2 - t_1)$. Homogeenisessa Poisson prosessissa (HPP) vikaantumisien väliset ajat ovat myös toisistaan riippumattomia ja eksponentiaalisesti jakautuneita. Vikavälit ovat näin ollen satunnaismuuttujia, joiden keskiarvo on $1 / \lambda$. (Elovaara & Haarla 2011)

Analyttisen menetelmän ja simuloinnin yhdistelmän avulla pystytään näin ollen simuloimaan satunnainen vuosi perinteisen keskimääräisen sijaan. Lisäksi kun simulointi toistetaan esimerkiksi 10 000 kertaa, saadaan tuloksista tilastolliset jakaumat. Niiden avulla kartutetaan elintärkeää tietoa muuttujien hajonnasta luotettavuus- ja talousriskejä arvioitaessa. Simulointi voidaan suorittaa myös verkon koko pitoajan mittaiselle tarkastelujaksolle. Tällöin yksi simulointikierron on esimerkiksi 30 vuoden mittainen.

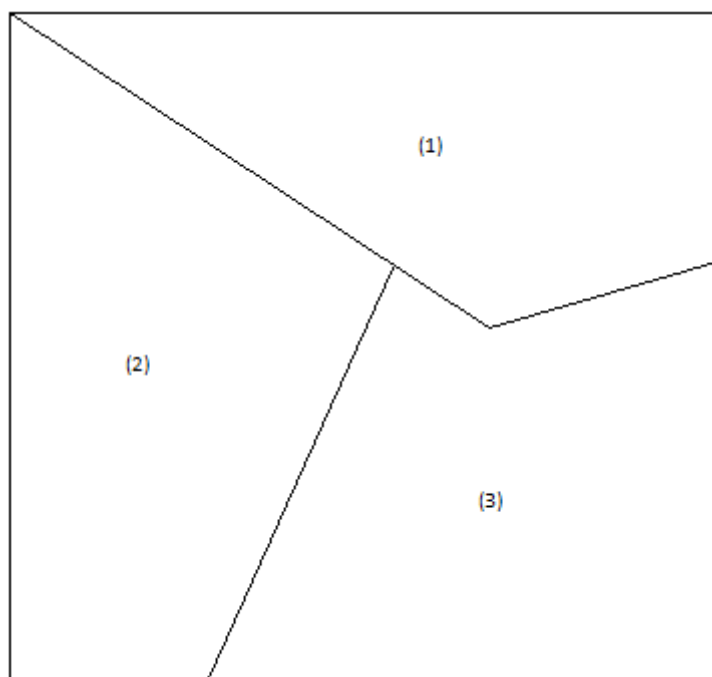
2.2. Suurhäiriöiden huomiointi osana Monte Carlo-simulointia

Suurhäiriön huomioimiseksi on edellä esitettyyn vikataajuusmallinnukseen tehtävä muutoksia. Suurhäiriötilanteessa vikataajuus on normaalitilanteeseen verrattuna huomattavan paljon korkeampi. Suurhäiriön aikaisen vikataajuuden määrittäminen on haastavaa, mutta sitä voidaan arvioida aikaisemmin koettujen häiriötilanteiden perusteella. Kuvassa 2.1 on esitettyä miten vikojen muodostuminen eroaa vakiovikataajuudella tilanteesta, jolloin myös suurhäiriön vikataajuus on huomioitu.



Kuva 2.1. Viat vakiovikataajuudella ja suurhäiriön sisältävällä vikataajuudella.

Suurhäiriön aikaisen vikataajuuden lisäksi tulee määritellä jakeluverkon alueet, joita kyseinen tilanne koskettaa. Se voidaan tehdä jaottelemalla tarkastelualue maantieteellisiin ja meteorologisiin osiin, joiden sisällä paikalliset sääolosuhteet oletetaan samankaltaisiksi (Billinton & Wenyan 1994). Tätä on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 2.2. Maantieteellisen alueen jaottelu meteorologisten ominaisuuksien mukaan (Billinton & Wenyan 1994).

Kuvan 2.2 tapauksessa alue on jaoteltu kolmeen eri osioon. Tällöin alueella on mahdollisuus kahdeksaan erilaiseen alueelliseen säätilaan. Näitä vaihtoehtoja sekä niille esimerkinomaisia todennäköisyyksiä on havainnollistettu taulukossa 2.1 (Billinton & Wenyan 1994), josta on tärkeää huomata, että todennäköisyys suurhäiriölle pienenee, kun tarkasteltava maantieteellinen alue kasvaa.

Taulukko 2.1. Mahdolliset häiriötilan maantieteelliset esiintymät ja todennäköisyydet (Billinton & Wenyan 1994).

Häiriötilassa	Todennäköisyys
0	0,968
1	0,004
2	0,004
3	0,004
1+2	0,006
1+3	0,006
2+3	0,006
1+2+3	0,002
Summa	1

Lisäksi johtuen häiriön hetkellisestä luonteesta, on jokaisen häiriötilanteen kohdalla simuloitava sille sattumanvarainen kesto. Näin ollen kuvan yksi alueelle tulisi simuloinnissa määrittää säätila ja sen alueellinen vaikutus sekä mahdollisen suurhäiriön kesto. Nämä parametrit tulee käsitellä jokaisen askellettavan aikavälin kohdalla. On myös huomioitava mahdollinen aikaisemmalta aika-askeleelta jatkuva suurhäiriö, jolloin yhtäaikaista myrskyä ei mallinneta.

Häiriötilanteessa on myös otettava huomioon viankorjauskapasiteetti sekä sen rajallinen käytettävyyks. Yhtäaikaisten vikojen yhteydessä tulee vikojen korjaaminen priorisoida. Priorisoinnilla vaikutetaan vikojen korjausjärjestykseen ja näin ollen siihen, miten pitkän keskeytysajan asiakkaat kokevat kullakin maantieteellisellä alueella. Käytännössä tämä voi tarkoittaa toimittamatta jääneen sähköenergian minimointia, jolloin keskeytyskustannukset myös minimoituvat. Rahassa mitattavan haitan ohella tulee huomioida mahdolliset sähköjakelun keskeytyksille kriittiset asiakkaat sekä tulevaisuudessa toimitusvarmuuskriteeristön asettamat toimitusvarmuuden tavoitetasot. Joilla ohjataan investointeja kohteisiin, joissa ei välttämättä löydy taloudellisia sanktioiden ja regulaation aikaan saamia kannustimia (Honkapuro et al. 2010).

Suurhäiriötilanteessa yksittäisen vian poistamiseen ja korjaamiseen kuluva aika on tavanomaista lyhyempi vikojen suuresta lukumäärästä johtuen (Järvinen et al. 2005). Tätä pidettiin LuoVa-hankkeessa todennäköisenä vikojen suuren lukumäärän vuoksi. Mutta toisaalta olosuhteet, kuten lumisuus, voivat hidastaa korjaustyön etenemistä huomattavasti. LuoVa-hankkeessa kerätyn aineiston perusteella pysyvän vian aiheuttama keskimääräinen korjausaika on normaaliolosuhteissa 1h 40 min (Järvinen et al. 2005). Suurhäiriötilanteessa aika on ollut puolestaan keskimäärin 8 tuntia (Järvinen et al. 2005). Lähteessä (Billinton & Wenyan 1994) on esitetty, että häiriötilan aikaisten huonojen työskentelyolosuhteiden ja korjauksen aloittamisen mahdollisen viivästymisen vuoksi, tulisi yksittäisen vian korjausaika mallintaa 1,5 kertaa pidemmäksi häiriötilanteessa kuin normaalisti. Näin ollen Monte Carlo-simuloinnissa voisi olla perusteltua mallintaa yksittäisen vian korjausaika satunnaismuuttujana, jolloin sekin tulee käsitellä satunnaisluvun ja todennäköisyysjakaumien avulla. Aineistona tässä voisi hyödyntää LuoVa-hankkeessa määritettyjä korjausaikoja ja niiden fraktaaleja kussakin olosuhteissa. Nämä tiedot ovat esitettyinä taulukossa 2.

Taulukko 2.2. LuoVa-hankkeessa määritetyt vikojen kestoaikojen jakaumat (Järvinen et al. 2005).

	25 %	50 %	Keskiarvo	75 %	Maksimi	Lkm
Normaaliolosuhteet	0:27	1:10	1:40	2:15	17:15	2350
Ilmajohtovika	0:37	1:24	1:51	2:28	17:15	1351
Kaapelivika	0:28	0:49	0:59	1:18	5:48	189
Muuntamovika	0:37	1:19	2:01	3:00	12:55	326
Muu vika	0:03	0:12	0:43	0:58	6:27	141
Tuntematon	0:13	0:48	1:17	1:46	11:37	343
Janika- ja Pyry-myrsky	1:42	4:27	8:01	12:37	23:58	214
Ilmajohtovika	1:43	4:30	8:04	12:45	23:58	212
Muuntamovika	0:39	1:57	1:57	.	3:15	2

Huomioitaessa suurhäiriöt tällä tavalla osana luotettavuuslaskentaa on käytettävä numeerisia arvoja. Kyseinen menettely on välttämätöntä suurhäiriöiden mallintamiseksi osana verkkolähtöistä laskentaa, vaikka se ei olekaan yhteiskunnallisesta näkökulmasta optimaalisin tapa suurhäiriön määrittelyyn.

Johtuen suurhäiriöiden hyvin harvinaisesta esiintymisestä tietyn yksittäisen tarkastelualueen kohdalla, voidaan tilannetta lähestyä myös hieman toisesta näkökulmasta. Siinä riskin todennäköisyys arvioidaan kvalitatiivisesti. Tällöin riskin todennäköisyys arvioidaan mahdolliseksi, mikä kuvaa hyvin riskin riippumattomuutta maantieteellisestä alueesta. Seuraukset mallinnetaan kvantitatiivisesti, kuten aikaisemmin esiteltiin. Tällöin mallinnetaan tietyn vakavuusasteen suurhäiriön vaikutus halutulle tarkastelualueelle ja tämä toistetaan askeltavan Monte Carlo-simuloinnin avulla haluttu määrä. Seuraukset esitetään todennäköisyysjakaumien avulla, jolloin voidaan arvioida tietyn tarkastelualueen haavoittuvuutta tietyn tyyppisessä häiriössä.

Tämän lähestymistavan tuloksena saatava informaatio eroaa numeerisiin todennäköisyyksiin perustuvasta simuloinnista. Numeerisiin arvoihin perustuvassa menetelmässä tulokset kuvaavat tietyn tarkastelujakson aikaisia tuloksia todennäköisyysjakaumien muodossa. Tämä tarkastelujakso voisi olla esimerkiksi yksi vuosi. Osittain kvalitatiivisessa simuloinnissa simuloinnin tulokset kuvaavat puolestaan yhden tietyn tyyppisen tapahtuman vaikutuksia tietyllä alueella todennäköisyysjakaumien avulla. Näin ollen vuositason esiintyvää vaikutusta tämän menetelmän avulla pystytään arvioimaan yhdistämällä simuloidun häiriön todennäköisyydet analyyttisellä menetelmällä laskettuihin vuotuisiin laskentatuloksiin.

3. MONTE CARLO-SIMULOINTI VERKOSTOSUUNNITTELUSSA

Tässä luvussa käsitellään Monte Carlo-simuloinnin tulosten hyödyntämismahdollisuuksia verkostosuunnittelun osana. Sähkönjakeluverkon yleissuunnittelun lähtökohtana on kokonaiskustannuksia kuvaavan funktion optimointi. Tällä pyritään kustannusten ja teknisen toteutuksen väliseen ratkaisuun, joka on pitkällä aikavälillä mahdollisimman tehokas. Kustannuksia kuvaavan funktion parametrit ovat:

- 1) Investointikustannukset
- 2) Häviökustannukset
- 3) Keskeytyskustannukset
- 4) Korjaus- ja kunnossapitokustannukset
- 5) Rahoituskustannukset

Komponentin kykyä suoriutua siltä vaadittavasta toiminnosta kutsutaan käyttövarmuudeksi. Sähkönjakelun analyttisessä luotettavuuslaskennassa tätä mitataan erillisten tunnuslukujen avulla. Nämä viisi tunnuslukua ovat esitettynä alla. (Lakervi & Partanen 2008)

Keskeytystaajuus yhden vuoden aikana voidaan laskea seuraavasti.

$$f = \sum_{i \in I} f_i, \quad (3.1)$$

jossa f_i on komponentin i vikaantumistaajuus vuodessa ja I on niiden komponenttien summa, jotka vaikuttavat kulutuspisteen j sähkönjakeluun.

Kulutuspisteen jännitteeton aika U määritellään yhtälön 4.6 mukaan.

$$U = \sum_{i \in I} f_i t_{ij}, \quad (3.2)$$

jossa t_{ij} on vikaantuneen komponentin i aiheuttama keskeytysaika tunteina pisteelle j .

Kolmas tunnusluku kertoo yhden vian keskimääräisen kestoajan t tunteina.

$$t = \frac{U}{f} \quad (3.3)$$

Toimittamatta jäänyt energia saadaan laskettua kaavalla 4.8.

$$E = ft\Delta P, \quad (3.4)$$

jossa ΔP on keskimääräinen keskeytysteho.

Katkon aikana kertyvät kustannukset toimittamatta jääneestä sähköstä lasketaan seuraavasti.

$$K_j = \sum_{i \in I} f_i [a_j(t_{ij}) + b_j(t_{ij})t_{ij}] \Delta P \quad (3.5)$$

a = keskeytystehon haitta-arvo €/kW

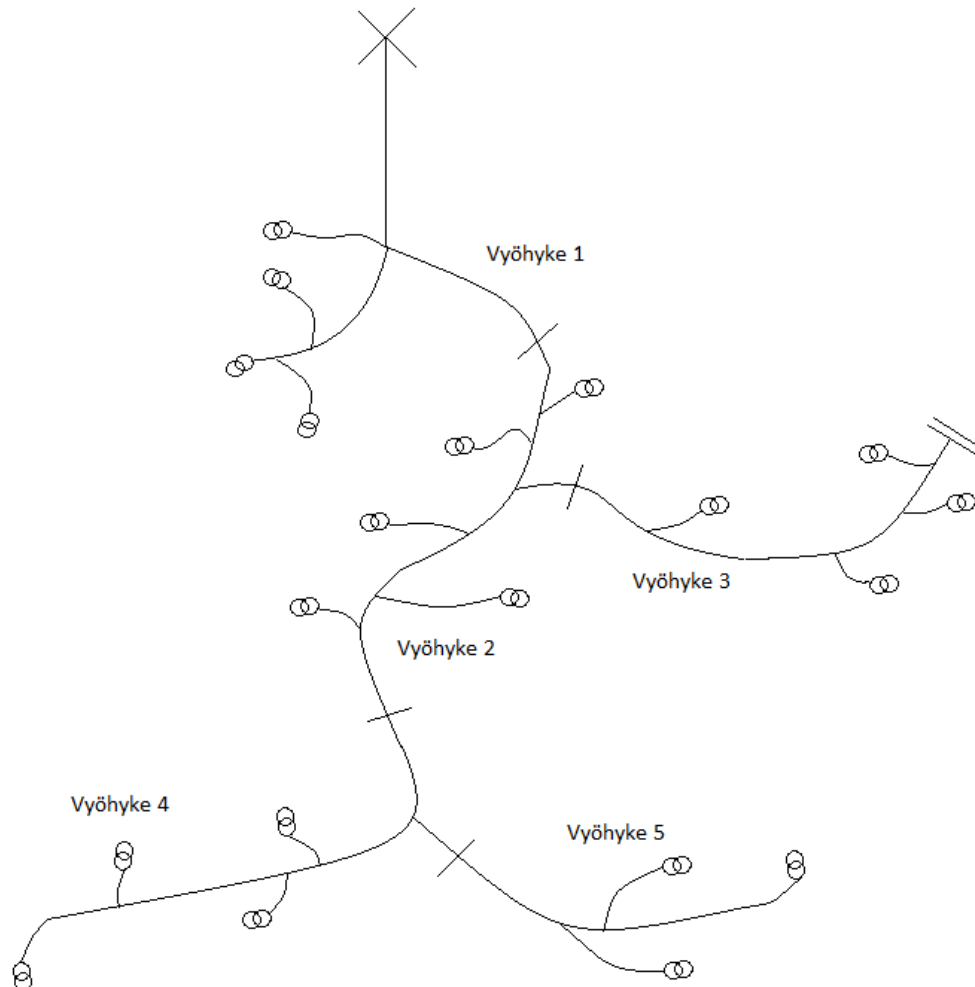
b = keskeytysenergian haitta-arvo €/kWh

Keskeytyksien aiheuttamaa haittaa mitataan rahassa lausekkeen 3.5 mukaisesti, mutta myös vuonna 2010 määritetty toimitusvarmuuskriteeristö tulee tulevaisuudessa ohjaamaan verkkoon kohdistettavia investointeja. Toimitusvarmuuskriteeristön tavoitteena on ohjata investointeja sähkönjakelun toimitusvarmuuden parantamiseksi, vaikka tähän ei olisi taloudellisen regulaation ja sanktioiden aiheuttamaa kannustinta. (Honkapuro et al. 2010) Kriteerit pohjautuvat luokiteltuihin alueisiin, joita ovat city, taajama ja maaseutu. Luokittelu toteutetaan käyttäen CLC-kartta-aineistoa (Corine Land Cover) sekä kaavatietoja. Lopullisesta alueiden määrittämisestä ja rajauksesta vastaa kuitenkin verkkoyhtiö. Tällä kriteeristöllä tarkoitetaan tavoitetasoa toimitusvarmuudelle, johon verkostosuunnittelulla tulisi päästä. Alla on esitetty aluejakokohtaiset toimitusvarmuuden tavoitetasot. (Honkapuro et al. 2010)

- Toimitusvarmuuden tavoitetaso cityssä
Kokonaiskeskeytysaika: Enintään 1 tunti vuodessa
Lyhyiden keskeytysten (< 3 min) määrä: Ei lyhyitä katkoja
- Toimitusvarmuuden tavoitetaso taajamissa
Kokonaiskeskeytysaika: Enintään 3 tuntia vuodessa
Lyhyiden keskeytysten (< 3 min) määrä: Enintään 10 kpl vuodessa
- Toimitusvarmuuden tavoitetaso maaseudulla
Kokonaiskeskeytysaika: Enintään 6 tuntia vuodessa
Lyhyiden keskeytysten (< 3 min) määrä: Enintään 60 kpl vuodessa

Kuvan 2 mukaiselle verkkoalueelle simuloidaan suurhäiriö. Sen kesto, vikataajuus, käytössä oleva viankorjauskapasiteetti ja sen priorisointi sekä viankorjausajat ovat ennalta määritettyjä. Suurhäiriön tapahtumisen todennäköisyyttä ei tässä määritellä numeerisesti, vaan halutaan tarkastella, mitkä olisivat vaikutukset kyseisen häiriön realisoituessa tarkasteltavalla verkkoalueella. Tuloksena simuloinnista saadaan kokonaiskeskeytysajat vyöhykekohtaisesti sekä verkon alueella esiintyvä pisin kokonaiskeskeytysaika. Lisäksi todennäköisyysjakaumat lasketaan keskeytyksestä aiheutuvasta haitasta sekä vakiokorvauksista. Simulointi on suoritettu Excel-taulukkolaskentaohjelmistoon luodulla sovelluksella. Rakenteeltaan verkko on alun perin ilmajohtoa. Lisäksi tämä verkko sijaitsee metsäisissä olosuhteissa, jolloin se on

kokonaisuudessaan altis suurhäiriön vaikutuksille. Esimerkin johtolähdössä vyöhyke 2 on taajama ja muutoin alue kuvastaa maaseutua. Näin ollen toimitusvarmuuskriteeristöstä tämän verkkoalueen kohdalla voitaisiin hyödyntää niille määritettyjä raja-arvoja.



Kuva 3.1. Tarkastelualueena oleva verkko.

3.1. Vikaantumisen määrittely

Suurhäiriötilanteessa verkon vikataajuus kasvaa huomattavan korkeaksi normaalitilanteeseen nähden. Esimerkkisimuloinnin häiriötilanteessa vikataajuus vastaa kymmenen vuoden vikojen esiintymisen todennäköisyyttä yhden vuorokauden aikana. Oletetaan, että avojohtoverkon keskimääräinen vuotuinen vikataajuus on 0,05 vikaa/km. Tällöin 100 km mittaisella johtolähdöllä on keskimäärin 5 vikaa vuodessa. Puolestaan kymmenessä vuodessa vikoja on 50 kpl. Lasketaan vuotuisten vikojen määrä, kun vikataajuus vastaa 10 vuoden vikoja vuorokaudessa. Vuodessa on keskimäärin 365 vuorokautta, jolloin vuosittaiseksi vikamääräksi saadaan $50 \text{ kpl} \times 365 \text{ vrk} = 18\,250 \text{ kpl}$.

Tämä muutetaan vikataajuudeksi jakamalla vikojen määrä verkon pituudella, jolloin vikataajuudeksi saadaan $\lambda = 18\,250 \text{ kpl} / 100 \text{ km} = 183 \text{ vikaa} / \text{km}$.

Esimerkissä käsiteltävä häiriötila ja sen mukainen vikataajuus realisoituu yhden vuorokauden mittaisena suurhäiriönä kuvassa 2 esitetyn verkon alueelle. Vuorokausi askeletaan 0,25 h mittaisissa jaksoissa tarkastellen mahdolliset vikatilanteet vyöhykekohtaisesti kussakin aikavälissä.

Simuloinnissa muodostetaan satunnaisluku kuvaamaan jokaista vyöhykettä jokaisen 0,25 h aikavälin kohdalla. Tätä lukua verrataan vikataajuuden ja vyöhykkeen pituuden avulla määritettyyn vikaantumisen todennäköisyyteen. Tällöin vikaantumisen todennäköisyys 0,25 h mittaisessa aikavälissä 1 km ilmajohto-osalle vikataajuudella $\lambda = 180 \text{ 1/km}$, on $p = 180 \text{ 1/km} \cdot a / (8760 \text{ h} \times 4) \times 1 \text{ km} = 0,00514$. Tällöin, jos luotu satunnaisluku on suurempi kuin $1 - p = 0,99486$ on 1 km mittaisella ilmajohto-osalla vika tarkastellulla 0,25 h ajanjaksolla. Aikavälille voi osua ainoastaan yksi vika, mikä tarkoittaa sitä, että käytännössä aikavälit tulee määrittää simuloinnissa riittävän lyhyiksi. Lisäksi simuloinnissa oletetaan, että vikaantuminen tapahtuu aikavälin viimeisellä mahdollisella hetkellä.

Edellä esitettyä menetelmää voidaan käyttää häiriöille alttiin verkon keskimääräisen vikataajuuden arvioimiseen. Verkon rakenne ja sijainti vaikuttaa oleellisesti komponenttien vikaantuvuuteen suurhäiriötilanteessa. Voidaan ajatella, että metsäiset ilmajohto-osuudet vikaantuvat esitetyllä taajuudella. Tällöin verkon sähköasemalle liittyvien osien kaapelointi yhdessä kriittisten alueiden, kuten taajamien kanssa, on ainoa keino riskin täydelliseen poistamiseen.

3.2. Monte Carlo-simuloinnin lähtötiedot

Tässä kappaleessa esitellään esimerkissä käytettävät lähtötiedot. Ne ovat kootusti esitettynä taulukossa 3.1. Vyöhykekohtaiseen viankorjausaikaan, metsäisyyteen, asiakasmäärään ja keskitehoon sekä vyöhykkeen pituuteen voi laskentamallissa vaikuttaa ennalta, mutta ne ovat vakiot simuloinnin ajan.

Taulukko 3.1. Simuloinnin lähtötiedot alkuperäisessä tilanteessa.

Vyöhyke :	Pituus (km):	λ (1/km,a):	Metsäisyys(%):
1	15	180	100%
2	12	180	100%
3	12	180	100%
4	20	180	100%
5	25	180	100%
summat	84		

Vyöhyke :	Keskiteho (kW):	Yksikkökohtainen korjausaika/vika (h)	Korjattua vikaa/h:
1	300	2	0.5
2	600	2	0.5
3	300	2	0.5
4	200	2	0.5
5	250	2	0.5
summat	1650		

Viankorjauskapasiteettia on käytössä kaksi yksikköä. Lisäksi viankorjauksen eteneminen toteutetaan aina samalla tavalla. Vikojen korjaaminen etenee seuraavalla logiikalla:

- Jos vyöhykkeellä yksi on vika, tulee sille yksi korjausyksikkö. Lisäksi, jos vyöhykkeillä kolme ja kaksi ei ole vikoja, tulee vyöhykkeelle yksi toinen korjausyksikkö.
- Jos vyöhykkeellä kolme on vika, tulee sille yksi korjausyksikkö. Lisäksi, jos vyöhykkeillä yksi ja kaksi ei ole vikoja, tulee sille toinen korjausyksikkö.
- Vyöhykkeelle kaksi tulee yksikkö vyöhykkeeltä yksi, jos vyöhykkeellä yksi ei ole vikoja. Lisäksi vyöhykkeelle kaksi tulee toinen yksikkö vyöhykkeeltä kolme, jos vyöhykkeellä kolme ei ole vikoja.
- Vyöhykkeelle neljä tulee kaksi yksikköä, kun vyöhykkeillä yksi, kaksi ja kolme ei ole vikoja.
- Vyöhykkeelle viisi tulee kaksi yksikköä, kun vyöhykkeillä yksi, kaksi, kolme ja neljä ei ole vikoja.

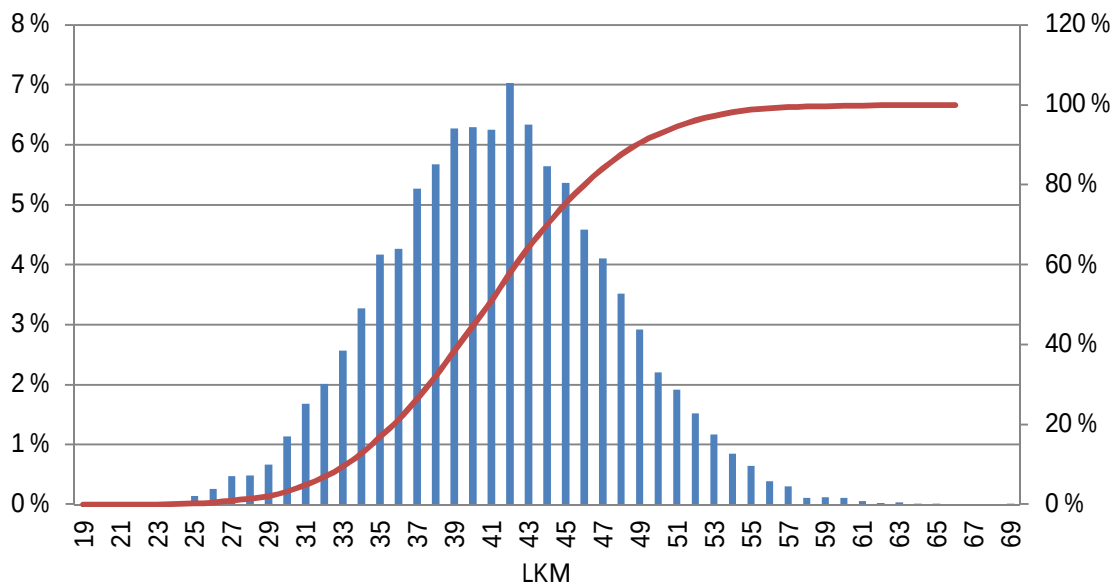
Simuloinnissa korjauskapasiteetti oletetaan pysyvän vakiona simuloinnin aikana. Yksittäisen vian korjaamiseen kuluvaksi ajaksi arvioidaan kaksi tuntia. Tällöin yksittäisen vian korjaamiseen suurhäiriötilanteessa arvioidaan kuluvan tavanomaista tilannetta vähemmän aikaa, koska vikoja on lukumäärällisesti enemmän. Jokaiselta

simulointikierrokselta tallennetaan korjauksen kokonaiskesto vyöhykekohtaisesti sekä keskeytyksestä aiheutuva haitta kokonaisuutena verkon alueelta. KAH-parametreinä tarkastelussa on käytetty 1,1 €/kW ja 11 €/kWh. Tämä tarkoittaa KAH-arvon huomioimista täysimääräisenä.

3.3. Monte Carlo-simuloinnin tulokset toimitusvarmuuden optimoinnissa

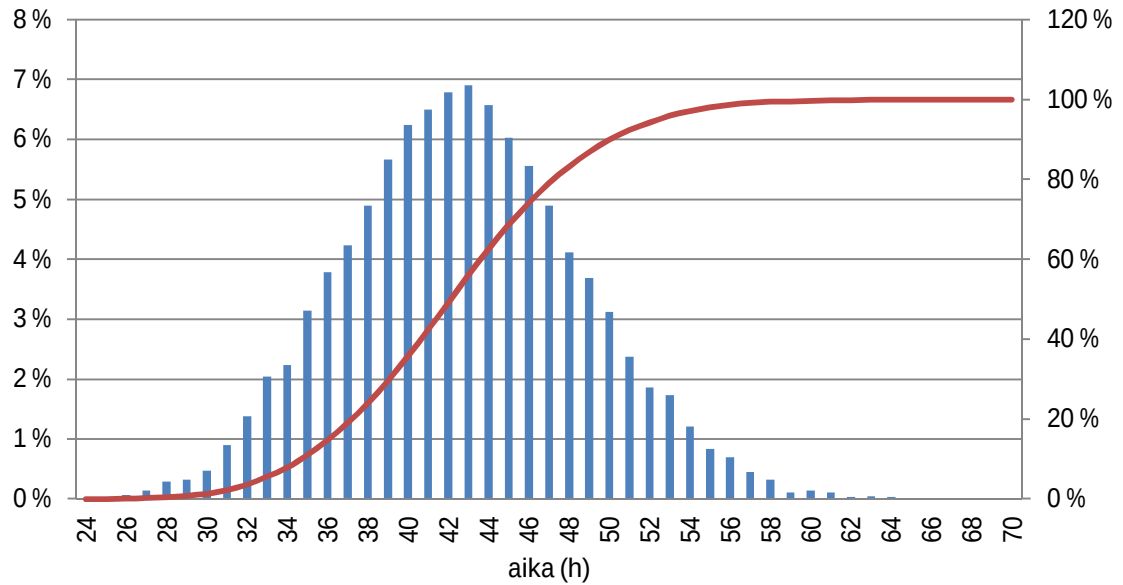
Tässä luvussa on esiteltynä Monte Carlo-simuloinnin tulokset, jotka on saatu simuloimalla mallin suurhäiriö yhteensä 10 000 kertaa. Tuloksena saadaan valitut tulokset, jotka ovat esitetty todennäköisyysjakaumina.

Kuvassa 3.1 on esitettynä simulointien aikana esiintyvien vikojen lukumäärän todennäköisyyden tiheys- ja kertymäfunktioiden kuvaajat. Kuvaajasta nähdään, että riittävällä määrällä toistoja sattumanvaraisten vikojen todennäköisyys alkaa muistuttaa normaalijakaumaa.



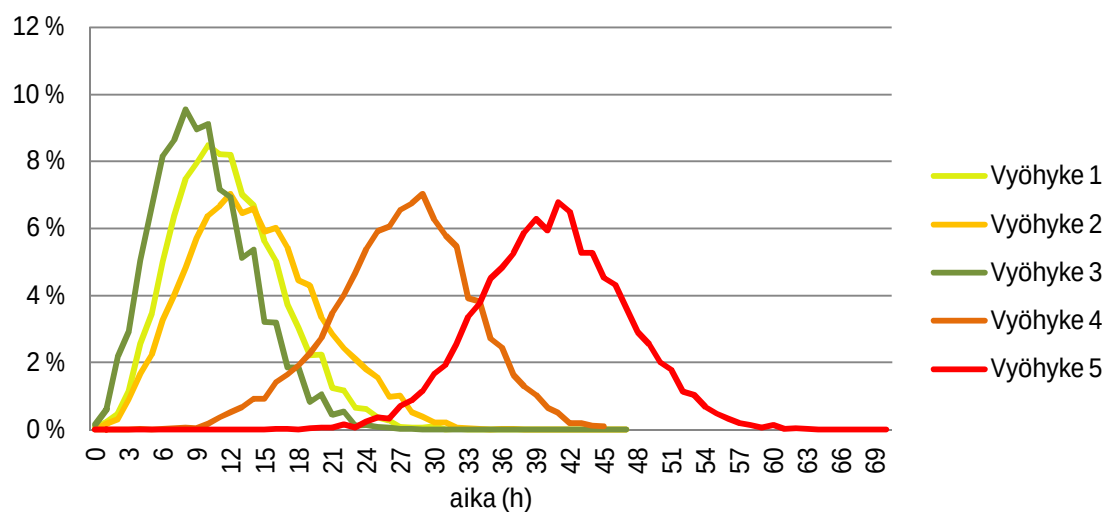
Kuva 3.1. Simuloinneissa esiintyvien vikojen lukumäärän todennäköisyysjakauma.

Kuvassa 3.2 on esitettynä verkossa kullakin simulointikierroksella esiintyvä aika, jonka kuluttua häiriön alkamisesta vikojen korjaus on suoritettu loppuun. Esitiedoissa määritettiin yksittäisen vian korjaamiseen kuluvaksi ajaksi kaksi tuntia. Lisäksi simuloinnissa on jatkuvasti käytössä kaksi viankorjausyksikköä. Näin ollen kuvien 3.1 ja 3.2 välillä huomataan yhteys, joka osoittaa, että yhden vian korjaamiseen keskimäärin kuluva aika on hieman ylitse yhden tunnin. Tämä on seurausta kahdesta käytössä olevasta yksiköstä, mikä käytännössä puolittaa yhden vian korjaamiseen kuluvan ajan. Kuvaajasta 3.2 nähdään lisäksi, että vikojen korjaamiseen kuluva aika tulee todennäköisimmillään olemaan 40 – 45 tuntia.



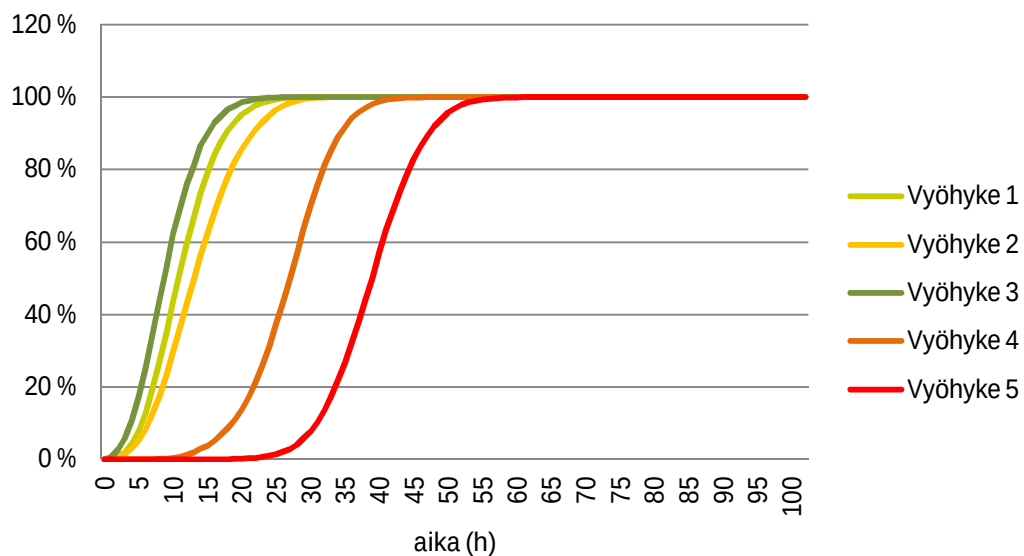
Kuva 3.2. Verkkoalueen pisintä korjausaikaa kuvaavat todennäköisyysjakaumat.

Jakaumista saatavien arvojen perusteella verkkoyhtiö voi suhteuttaa simuloinnin tuloksen omaan sallittavissa olevaan toimitusvarmuuden tasoon. Näin ollen, jos simuloidun suurhäiriön vaikutus ylittää tavoitetasot, tulee verkkoa kehittää suurhäiriökestoisemmaksi. Tilannetta voidaan havainnollistaa tarkemmin vyöhykkeiden keskeytysaikoja kuvaavien todennäköisyysjakaumien avulla. Kuvassa 3.3 on esitettyä vyöhykekohtaisten keskeytysaikojen todennäköisyysjakaumat. Kyseisissä keskeytysajoissa on huomioitu niiden tuntien summa, joiden aikana kyseinen vyöhyke kokee sähkönjakelun keskeytyksen. Summassa on huomioitu mahdollinen sähkönjakelun palautuminen simuloinnin aikana. Näin ollen tieto eroaa kuvasta 3.2, jossa oli huomioitu aika häiriön alkamisesta koko verkon korjaamiseen huomioimatta mahdollista sähköjen palautumista.



Kuva 3.3. Vyöhykekohtaiset keskeytysaikoja kuvaavat todennäköisyysjakaumat.

Kuvasta 3.3 nähdään, että pisimmät sähkönjakelun keskeytykset koetaan vyöhykkeellä 5. Tämä johtuu korjauslogiikan etenemisestä jakelualueella. Lisäksi vyöhykekohtaisista kuvaajista voidaan tehdä havainto, että toimitusvarmuuskriteeristössä määritettävät toimitusvarmuuden tavoitetasot ylitetään kaikilla esimerkkiverkon vyöhykkeillä. Vyöhykkeen kaksi taajaman kohdalla pisin sallittava vuotuinen keskeytysaika on kolme tuntia. Noin viiden prosentin todennäköisyydellä keskeytyksen kesto simuloitussa häiriössä on alle viisi tuntia vyöhykkeen kaksi alueella. Näin ollen kyseisen häiriön realisoituessa vuotuinen keskeytysajan tavoitetaso ylitettäisiin yli 95 % todennäköisyydellä yhden vuorokauden aikana. Lisäksi muiden vyöhykkeiden maaseutualueella toimitusvarmuuden tavoitetaso ja keskeytyksen kokonaiskesto on enintään kuusi tuntia vuodessa. Vyöhyke yksi pääsee tähän tasoon noin 13 prosentin ja vyöhyke kolme noin 25 prosentin todennäköisyydellä. Näin ollen kaikilla verkon vyöhykkeillä tulisi tehdä toimitusvarmuutta parantavia toimenpiteitä tavoitetason saavuttamiseksi. Lisäksi voidaan huomata se, että jokaisessa simuloitussa suurihäiriössä keskeytys ylittää jakeluverkon alueella vakiokorvauksiin velvoittavan 12 h rajan. Tällöin verkkoyhtiö olisi velvollinen jokaisessa simuloitussa häiriössä vakiokorvausten maksamiseen kyseisen alueen asiakkaille.

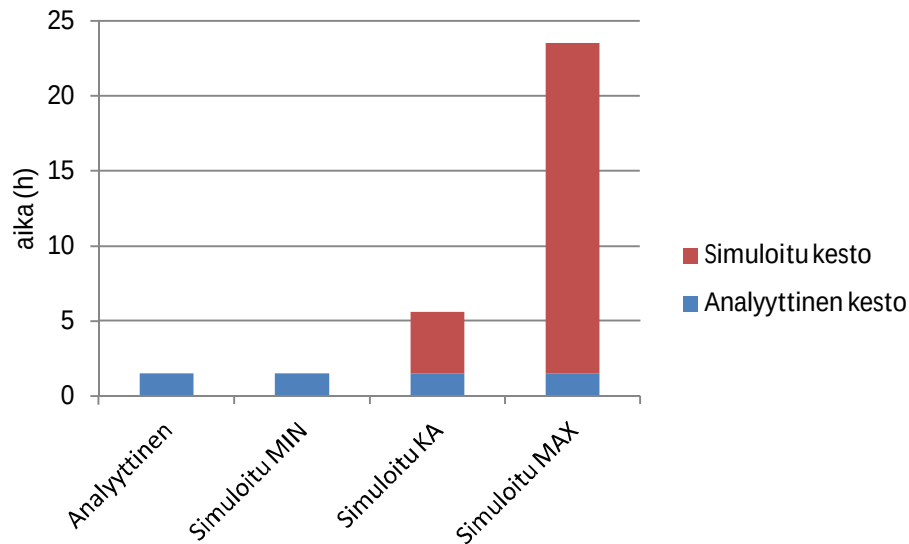


Kuva 3.4. Vyöhykekohtaiset keskeytysaikoja kuvaavat todennäköisyyksien kertymät.

Suurhäiriövarman verkon kehittäminen vaatii jakeluverkon maakaapelointia. Arvioitaessa kaapeloinnin vaikutusta toimitusvarmuuteen, tulevat simuloinnin edut analyttiseen luotettavuuslaskentaan verrattuna selkeästi esille. Jos vyöhyke kaksi kaapeloidaan ja jakorajoille vyöhykkeiden yksi ja kolme kanssa asennetaan kauko-ohjattavat erottimet, ei vyöhyke kaksi analyttisen luotettavuuslaskennan perusteella koe korjausajan mittaista keskeytystä kuin itsellään olevissa vioissa. Muissa tapauksissa vyöhyke kokee kauko-ohjaukseen kuluvaan kytkentäajan mittaisen keskeytyksen, joka on tyypillisesti joitain minutteja. Puolestaan kaapeliverkon vikataajuus on noin 20 – 50 % avojohtoverkon pysyvien vikojen taajuudesta. Tämä tarkoittaa vyöhykkeelle kaksi

keskimäärin noin 1,5 h mittaista vuotuista keskeytystä kaavan 3.2 mukaan laskettuna. Tällöin ei kyetä huomioimaan vaikutusta, joka sähköasemalle liittyvillä vyöhykkeillä yksi ja kolme olisi suurhäiriön realisoituessa, vyöhykkeen kaksi toimitusvarmuuteen.

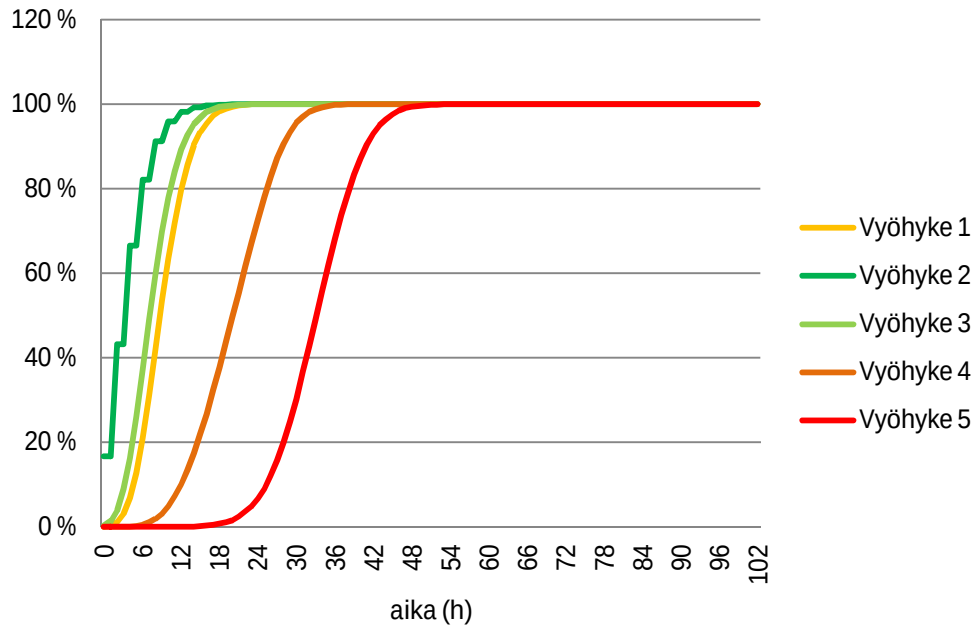
Muutetaan Monte Carlo-simulointimalliin vyöhyke kaksi suurhäiriökestoiseksi. Tämän jälkeen suoritetaan simulointi uudelleen. Simuloinnin tuloksena saatavia ja analyttiseen menetelmään pohjautuvia tuloksia on verrattu kuvassa. 3.5.



Kuva 3.5. Vyöhykkeen 2 keskeytysaikojen vertailu, kun vyöhyke 2 on kaapeloitu.

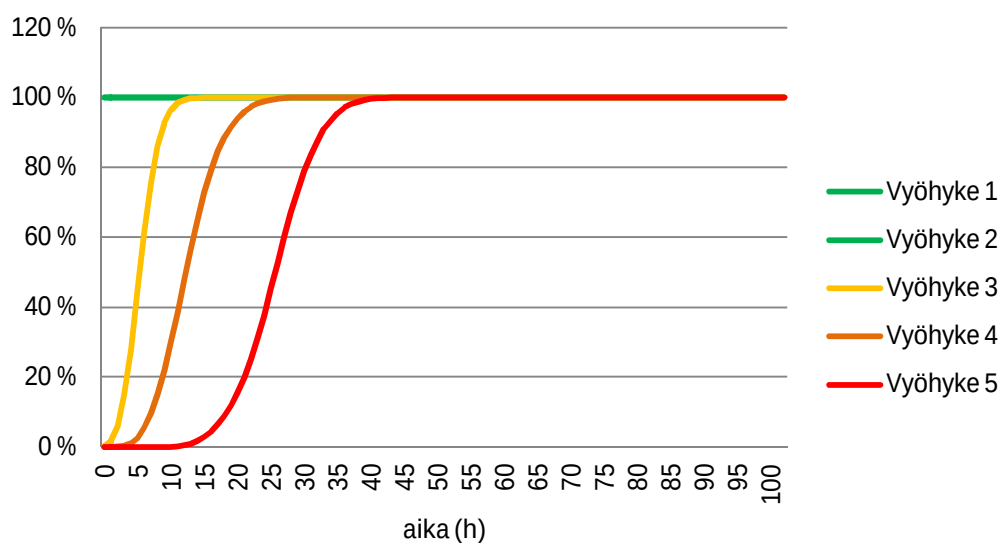
Kuva 3.5 havainnollistaa hyvin, miten vuotuinen simuloitu keskeytysaika voi erota merkittävästi analyttisellä menetelmällä lasketusta tuloksesta, jos tarkastellulla verkon alueella realisoituu suurhäiriö. Todellisuudessa suuri osa pitkällä aikavälillä olevista vioista realisoituuakin poikkeavissa olosuhteissa. Tämä tarkoittaa myös sitä, että analyttisen luotettavuuslaskennan avulla ei pystytä huomioimaan mahdollisia vakiorvauksia ja sähköjakelun keskeytykselle kriittisiä asiakkaita. Myöskään tulevaisuudessa toimitusvarmuuskriteeristön asettamia tavoitteita ei perinteisen luotettavuuslaskennan avulla kyetä arvioimaan.

Analyttisen menetelmän antama vuotuinen keskeytysaika toteutuu esimerkin mukaisen suurhäiriön realisoituessa ainoastaan noin 16 % todennäköisyydellä. Tilanne havainnollistuu kuvasta 3.6, jossa on piirrettynä vyöhykekohtaisten keskeytysaikojen kertymät, kun vyöhyke kaksi on kaapeloitu. Tuloksen myötä korostuu sähköasemalta lähtevien taajamia syöttävien vyöhykkeiden kaapeloinnin tärkeys. Toimitusvarmuuskriteeristössä määritetty taajaman toimitusvarmuuden tavoitetaso saavutetaankin tämän simuloinnin yhteydessä vain noin 40 % todennäköisyydellä. Vyöhykkeen kaksi kuvaajassa kuvassa 3.6 ilmenevä portaisuus johtuu vikojen korjaamiseen käytössä olevasta kapasiteetista. Yksittäisen vian korjausaika on kaksi tuntia, jolloin vyöhyke kaksi kokee aina vyöhykkeiden yksi ja kolme yhtäaikaissa vikatilanteissa katkon, joka kestää parillisen tuntimäärän.

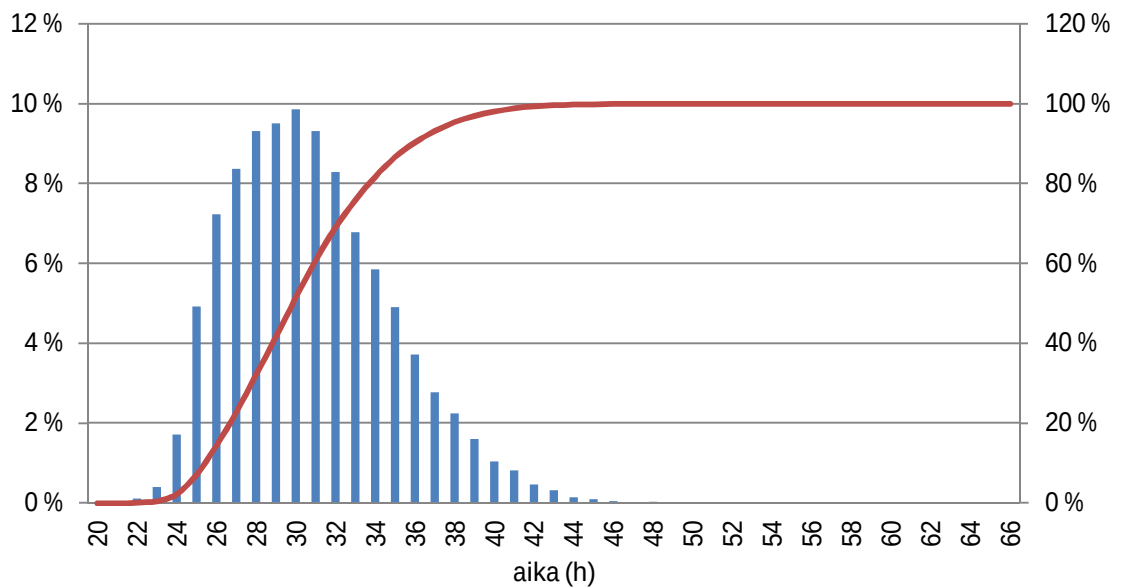


Kuva 3.6. Vyöhykekohtaiset keskeytysaikojen kertymät, kun vyöhyke 2 on kaapeloitu

Seuraavassa on esitetty simuloinnin tulokset, kun myös vyöhyke yksi on maakaapeloitu. Kuvasta 3.7 nähdään, miten vyöhykkeen yksi maakaapelointi taajamavyöhykkeen kaksi lisäksi, on välttämätöntä toimitusvarmuuden tavoitetason saavuttamiseksi kyseisillä vyöhykkeillä. Lisäksi havaitaan, miten muiden vyöhykkeiden toimitusvarmuus paranee tämän seurauksena huomattavasti. Vyöhykkeen kolme keskeytys on maksimissaan 6 tunnin mittainen noin 60 % todennäköisyydellä. Puolestaan vyöhykkeen neljä kohdalla 6 tunnin taso saavutetaan enää 5 % todennäköisyydellä ja vyöhykkeen viisi kohdalla todennäköisyys on 0 %.



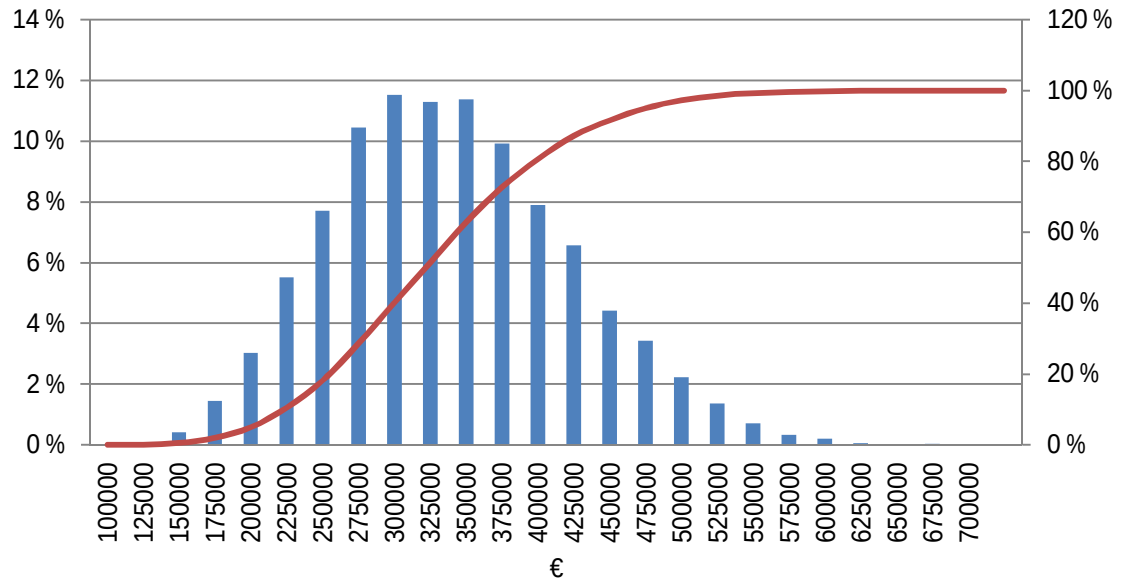
Kuva 3.7. Vyöhykekohtaiset keskeytysaikojen kertymät, kun vyöhykkeet 1 ja 2 ovat kaapeloituja.



Kuva 3.8. Verkkoalueen pisin korjausaika, kun vyöhykkeet 1 ja 2 ovat kaapeloituja.

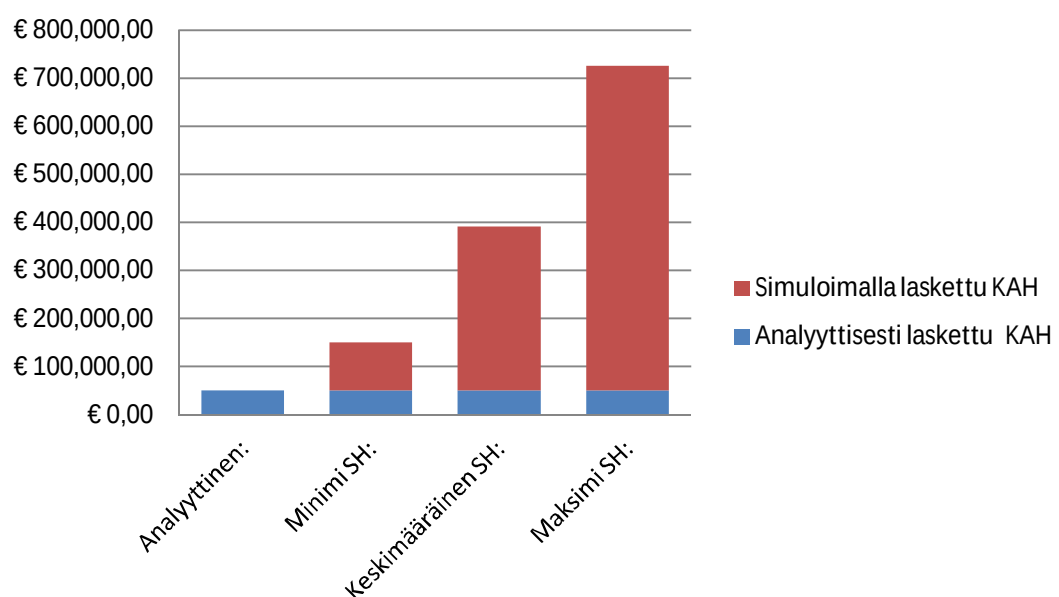
Kuvassa 3.8 on esitettyä vyöhykkeiden 1 ja 2 osalta kaapeloidun verkon korjaamiseen kuluvaan aikaan todennäköisyysjakaumat. Siitä havaitaan, että muutos kuvan 3.2 tilanteeseen on merkittävä ja korjauksen loppuun saattamisen aika on keskimäärin noin 30 tuntia. Huomioitavaa on kuitenkin mahdollisuus miltei 50 tunnin mittaiseen korjauksen kokonaiskestoon.

Edellä esitetyt tarkastelut tulevat kysymykseen, kun tarkastellaan sähkönjakelun toimitusvarmuuden parantamista ja investointien kohdistamista tilanteessa, jossa ei välttämättä ole taloudellisen regulaation tai sanktioiden aiheuttamaa kannustinta. Tämän lisäksi investointien kohdistamista voidaan kuitenkin arvioida taloudellisesta näkökulmasta. Tällöin tarkastelun kohteena ovat verkon pitoajalta koituvat kokonaiskustannukset, joiden osalta pyritään optimaaliseen ratkaisuun. Kysymykseen tulee tässä tapauksessa investoinnin aiheuttamien pääomakustannusten ja keskeytyskustannusten vertaaminen. Tällöin, jos keskeytyskustannuksissa saatava säästö on vuotuista poistokustannusta suurempi, on investointi kannattava. Monte Carlo-simuloinnin avulla saadaan muiden tulosten tapaan myös keskeytyksestä aiheutuvan haitan todennäköisyysjakaumien kuvaajat. Kuvassa 3.9 on esitettyä ilmajohtorakenteisen verkon jakaumat.



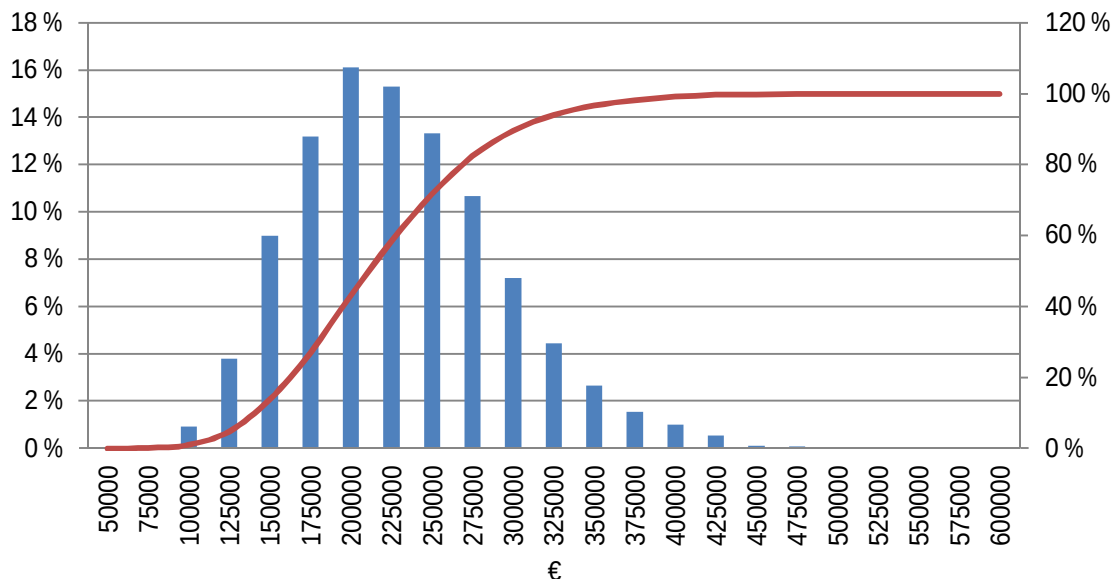
Kuva 3.9. Ilmajohtorakenteisen verkon alueelta muodostuva keskeytyksestä aiheutuva haitta.

Kuvan 3.9 informaatiota sekä analyttisellä menetelmällä laskettua vuotuista KAH-arvoa on verrattu toisiinsa kuvassa 3.10. Analyttisen menetelmän KAH-arvoa laskettaessa on käytetty yhtälöä 3.5.. Vuotuisena vikataajuutena on käytetty 5 vikaa/100 km, vian korjausaikana kaksi tuntia ja kytkentäaikana viisi minuuttia. Kuvasta 3.10 havainnollistuu hajonta, joka suurhäiriön vaikutuksilla on myös keskeytyskustannuksiin. Tällä puolestaan voi olla merkittävät vaikutukset verkkoyhtiöiden taloudelliseen toimintaan. Tämän vaikutuksen arviointiin Monte Carlo-simulointi luo analyttistä menetelmää paremmat puitteet.

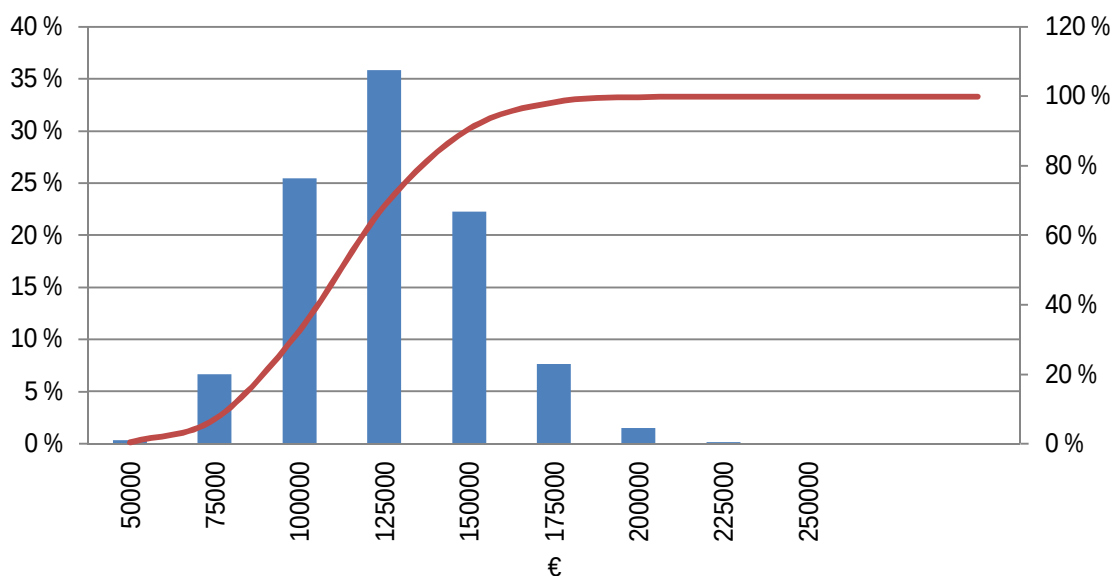


Kuva 3.10. Analyttisen KAH-tuloksen vertaaminen simulointitulokseen

Kuvissa 3.11 ja 3.12 on esitettyä miten keskeytyksestä aiheutuvan haitan todennäköisyysjakaumat muuttuvat, kun verkon kaapelointiaste kasvaa. Huomattavaa onkin, että kaapelointi pienentää oleellisesti myös keskeytyskustannuksia. Tämä toimitusvarmuuskriteeristön tavoitetasojen saavuttamisen kanssa korostaa verkon kaapeloinnin tuomia hyötyjä verkon kehittämistä arvioidessa.



Kuva 3.11. Verkon jakelualueelta muodostuva keskeytyksestä aiheutuva haitta, kun vyöhyke 2 on kaapeloitu.



Kuva 3.12. Verkon jakelualueelta muodostuva keskeytyksestä aiheutuva haitta, kun vyöhykkeet 1 ja 2 ovat kaapeloitu.

3.4. Vakiokorvausten huomiointi Monte Carlo-simuloinnissa

Monte Carlo-simulointimallin avulla on laskettu myös suuntaa antava vakiokorvausten suuruus. Vakiokorvauksen suuruus ja määräytyminen ovat osa sähkömarkkinalakia. Laissa korvauksista määritellään seuraavalla tavalla: (Sähkömarkkinalaki 1995)

”Sähkönkäyttäjällä on oikeus verkkopalvelun yhtäjaksoisen keskeytymisen perusteella vakiokorvaukseen, jos jakeluverkonhaltija tai vähittäismyyjä, joka myy sähköä sähkönkäyttäjille kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän sisäisen sähköverkon kautta, ei osoita, että verkkopalvelun keskeytyminen johtuu hänen vaikutusmahdollisuuksiensa 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.

Vakiokorvauksen määrä on sähkönkäyttäjän vuotuisesta verkkopalvelumaksusta:

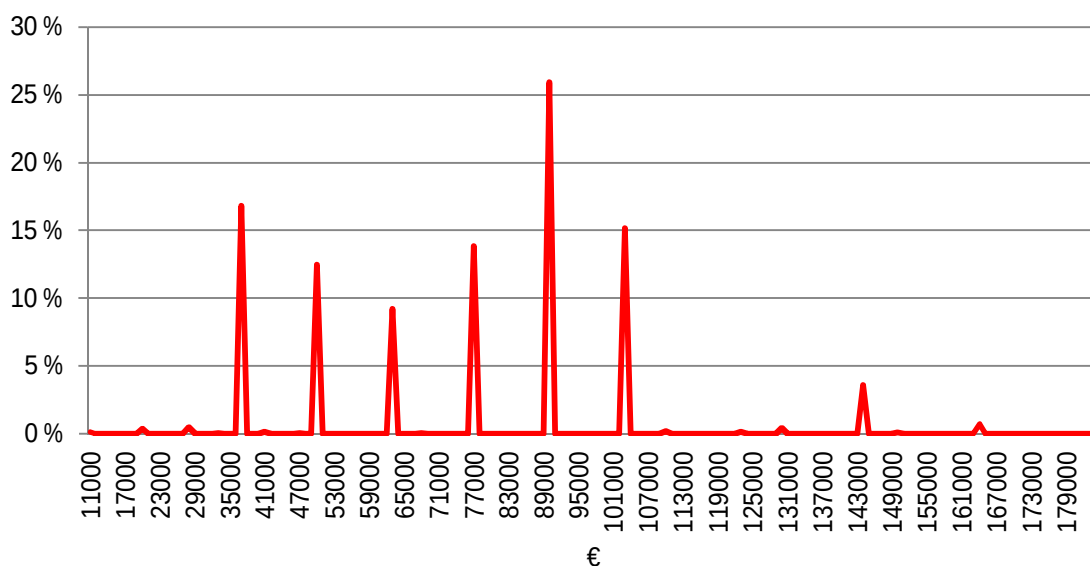
- 1) 10 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 12 tuntia mutta vähemmän kuin 24 tuntia;*
- 2) 25 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 24 tuntia mutta vähemmän kuin 72 tuntia;*
- 3) 50 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 72 tuntia mutta vähemmän kuin 120 tuntia; sekä*
- 4) 100 prosenttia, kun keskeytysaika on ollut vähintään 120 tuntia.*

Vakiokorvauksen enimmäismäärä verkkopalvelun keskeytymisen johdosta on kuitenkin 700 euroa sähkönkäyttäjää kohti. Vakiokorvauksen enimmäismäärää voidaan tarkistaa valtioneuvoston asetuksella rahanarvon muutosta vastaavasti.

Jos sähkönkäyttäjälle maksetaan verkkopalvelun keskeytymisen johdosta 2 momentissa tarkoitettu vakiokorvaus, hänellä ei ole oikeutta 27 d §:ssä säädettyyn hinnanalennukseen saman keskeytyksen johdosta”

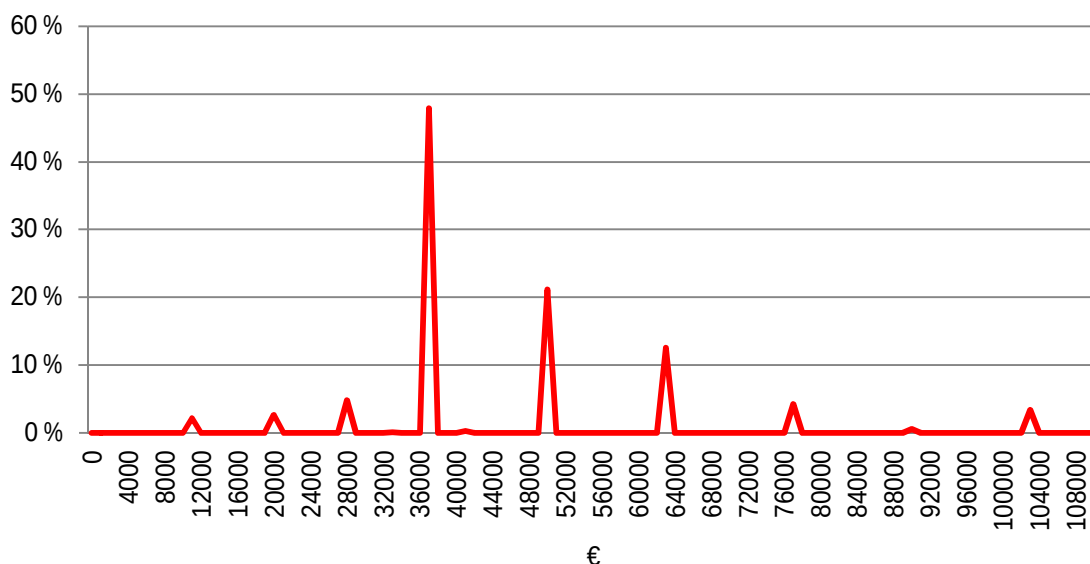
Vakiokorvaukset lasketaan vyöhykekohtaisen keskeytysajan, keskiteton ja vuotuisen verkkopalvelumaksun perusteella. Keskeytysaika määritetään vakiokorvauslaskentaa varten vyöhykekohtaisesti keskeytyksen alaisten tuntien summana jokaiselta simulointikierrokselta. Näin ollen siinä ei huomioida keskeytyksen päättymisen ja uudelleen alkamisen mahdollista vaikutusta vakiokorvauksen suuruuteen. Verkkopalvelumaksu on annettu simulointimallille esitietona. Sen suuruus on määritetty Energiamarkkinaviraston siirtohinnoittelusta laadittujen tilastojen perusteella. Laskennassa on hyödynnetty koko maan painotettua keskiarvoa kuluttajaryhmästä L2, joka tarkoittaa pientaloa jossa on osittain varaava sähkölämmitys, pääsulake 3x25 A ja vuotuinen sähkön käyttö on 20 000 kWh. (EMV 2011) Tällöin

siirron verollinen keskihinta on 5,08 snt/kWh. Tilastona on käytetty 1.3.2011 julkaistua aineistoa.

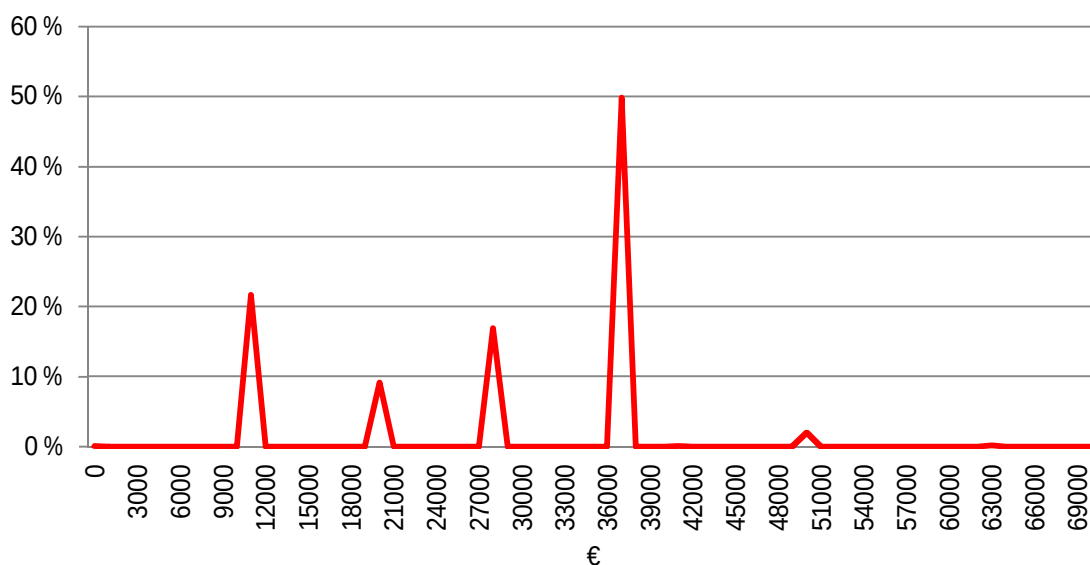


Kuva 3.12. Vakiokorvaukset ilmajohtorakenteisen jakeluverkon alueella.

Kaapeloimattomassa verkossa vakiokorvausten suuruuden todennäköisyys vaihtelee 11000 €:sta noin 180 000 € suuruuteen. Tämä havaitaan kuvasta 3.12. Puolestaan kuvasta 3.13 ja 3.14 havaitaan kaapeloinnin vaikutus, jota voidaan pitää merkittävänä, koska kaapeloitaessa molemmat vyöhykkeistä 1 ja 2 vakiokorvausten maksimiarvo pienenee yli 100 000 €.



Kuva 3.13 Vakiokorvaukset, kun vyöhyke 2 on kaapeloitu.



Kuva 3.14. Vakiokorvaukset, kun vyöhykkeet 1 ja 2 ovat kaapeloituja.

Monte Carlo-simuloinnin avulla on siis kohtuullisen helposti arvioitavissa myös jakeluverkon alueelta aiheutuvat vakiokorvauskustannukset, jotka voidaan huomioida osana pitoajan mukaisten kokonaiskustannusten arviointia.

4. YHTEENVETO

Suurhäiriön mallintaminen osana luotettavuuslaskentaa vaatii simulointimenetelmän hyödyntämistä. Monte Carlo-simuloinnin avulla pystytään huomioimaan yhtäaikaiset vikatilanteet sekä käsittelemään monimutkaisempia järjestelmiä kuin analyttisellä luotettavuuslaskennalla. Lisäksi tuloksina saadaan todennäköisyysjakaumat, jotka antavat informaatiota luonnollisesta hajonnasta muun muassa suurhäiriön aiheuttamassa taloudellisessa riskissä.

Yksinkertaisimmillaan simulointia voidaan hyödyntää analyttisen luotettavuuslaskennan ohella. Tällöin suurhäiriöriskin todennäköisyys voidaan arvioida mahdolliseksi ja mallintaa tietyn suuruisen myrskyn vaikutusta halutulla alueella. Seuraukset lasketaan tällöin simulointia varten määritettyjen tietojen kuten myrskyn aikaisen vikataajuuden, viankorjauskapasiteetin ja korjauslogiikan perusteella. Tuloksena saadaan halutut todennäköisyysjakaumat, jotka toimivat yleissuunnittelussa päätöksentekoprosessin tietolähteenä. Koska suurhäiriöt ovat hyvin harvinaisia ja alueellinen vaikutus pieni verrattuna koko sähköjakelujärjestelmään, voidaan tällä tavoin helposti liittää Monte Carlo-simulointi pienten tarkasteluiden osaksi.

Toimitusvarmuuskriteeristössä määritetyt toimitusvarmuuden tavoitetasot tulevat tulevaisuudessa ohjaamaan investointien kohdentamisia. Tämän apuna simuloinnin edut perinteiseen luotettavuuslaskentaan tulevat selkeästi esille, koska simulointi mahdollistaa pitkien keskeytysten huomioimisen. Näin ollen myös keskeytyksille kriittisten asiakkaiden huomioiminen on simuloinnin avulla mahdollista. Tätä voidaan hyödyntää tilannekuvajärjestelmän yhteydessä. Tilannekuvajärjestelmään verkkoyhtiö voisi syöttää tiedot maantieteellisistä toimitusvarmuuden tavoitetasoista. Tämän lisäksi järjestelmä voisi sisältää simuloinnin avulla saatavat luotettavuuslaskennan tulokset. Näiden tietojen pohjalta asiakkailla olisi mahdollista saada tieto toimitusvarmuuden tasosta ja näin ollen mahdollisesti parantaa sitä kriittisyyden vuoksi.

Täysin kvantitatiivisen menetelmän avulla voitaisiin koko luotettavuuslaskenta suorittaa numeerisesti simulointimenetelmän avulla. Tämä vaatii huomattavasti enemmän laskentakapasiteettia tavanomaisiin analyttisiin menetelmiin verrattuna, mutta tulokset antavat paremman tiedon verkon luotettavuudesta keskimääräisiin arvoihin verrattuna. Simulointimallin rakentaminen esimerkiksi aikaisemmin kehitettyyn LuoVa-ohjelmistoon voisi olla mielekästä. Tällöin voitaisiin hyödyntää kehitettyä vikataajuusmallia sekä aiempaa tuotekehitystä verkkotietojärjestelmän yhteyteen.

LÄHTEET

(Billinton & Wang 2002) Billinton R. & Wang P. 2002. Reliability cost/worth assessment of distribution systems incorporating time-varying weather condition and restoration resources. IEEE Transaction on Power Delivery, Vol 17, No 1, pp. 260-265.

(Billinton & Wenyan 1994) Billinton R. & Wenyan Li. 1994. Reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods. Plenum. New York, 353 p.

(Elovaara & Haarla 2011) Elovaara J., Haarla L., 2011. Sähköverkot 1, Järjestelmätekniikka ja sähköverkon laskenta, Otatieto, Helsinki. 520 s.

(EMV 2011) Energiamarkkinavirasto 2011., Sähkön siirron verollinen keskihinta (snt/kWh) tyyppikäyttäjittäin eri jakeluverkonhaltijoiden vastuualueilla 1.3.2011., saatavissa http://www.emvi.fi/files/Skh_1103.pdf

(Honkapuro et al. 2010) Honkapuro S., Järvenstausta P., Kaipia T., Lassila J., Mäkinen A., Partanen J., Strandén J., Verho P., 2010. Sähkönjakelun toimitusvarmuuden kriteeristö ja tavoitetasot, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Lappeenranta, Tampere. 61 s.

(Järvinen et al. 2005) Järvinen J., Kunttu S., Oravasaari M., Pylvänäinen J., Sarsama J. & Verho P. 2005. Luotettavuuspohjainen verkostanalyysi (LuoVa) projektin loppuraportti, Tampereenteknillinen yliopisto, Tampere. 115 s. + 6 liit.

(Lakervi & Partanen 2008) Lakervi E., Partanen J., 2008. Sähkönjakelutekniikka, Otatieto, Helsinki. 285 s.

(Sähkömarkkinalaki 1995) Sähkömarkkinalaki 17.3.1995/386, 27 c § - 27 f §, saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1995/19950386>

(Willis 2004) Willis L. 2004. Power Distribution Planning Reference Book, Second Edition, CRC Press, 1206 p.