

Jussi Vuorinen

**ETÄLUETTAVIEN MITTARIEN
HYÖDYNTÄMINEN HELEN
SÄHKÖVERKON
KÄYTÖNTUKIJÄRJESTELMÄSSÄ**

Diplomityö
Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
professori Pertti Järventausta
professori Pekka Verho
Toukokuu 2020

TIIVISTELMÄ

Jussi Vuorinen: Etäluettavien mittarien hyödyntäminen Helen Sähköverkon käyttötukijärjestelmässä
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Sähkötekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Toukokuu 2020

Helen Sähköverkko Oy:llä on asennettuna käyttöpaikoille etäluettavia energiamittareita, joiden avulla on mahdollista saada tietoa pienjänniteverkon tilasta hälytysten ja kyselyiden avulla. Näitä tietoja ei ole hyödynnetty operatiivisessa käytössä olevassa käyttötukijärjestelmässä vaan ainoastaan yksittäisistä käyttöpaikoista saatavia tietoja tarvittaessa erillisillä sovelluksilla. Energiamittareiden hälytyksiä on lisäksi aiemmin kerätty käyttötukijärjestelmän testiversioon.

Tässä diplomityössä on tutkittu, miten hälytyksiä ja kyselyitä käyttöpaikkojen etäluettavilta energiamittareilta voitaisiin hyödyntää nykyjärjestelmillä tehokkaasti käyttökeskusympäristössä. Lisäksi tutkittiin, miten tulevaisuuden etäluettavia mittareita ja käyttötukijärjestelmiä voitaisiin käyttää tehokkaasti.

Aluksi tarkasteltiin Helen Sähköverkon etäluettavien mittarien ominaisuuksia sekä käyttötukijärjestelmän mahdollisuuksia hälytysten ja kyselyiden hyödyntämiseen. Tutkimukseen sisällytettiin kysely muille verkkoyhtiölle heidän kokemuksistaan etäluettavien mittarien hyödyntämisestä. Työssä tarkasteltiin myös, miten Helen Sähköverkossa hallitaan sähkön laatua nykytilassa, verkon vikamääriä ja miten etäluettavia mittareita hyödynnetään tällä hetkellä.

Tutkimuksen perusteella määriteltiin tavoitteet, miten nykymittareita ja -käyttötukijärjestelmää voitaisiin parhaiten hyödyntää käyttökeskustoiminnassa. Tavoitteena on ottaa käyttöön sekä kyselyominaisuus että rajoitetusti myös hälytysominaisuuksia. Mittarien ominaisuuksien täysipainoisen hyödyntämisen esteeksi tunnistettiin kaksi ongelmakohtaa: mittarien antamat virheelliset hälytykset ja verkkotietojärjestelmän dokumentointivirheet. Mittarien antamiin virnehälytyksiin voidaan rakentaa suodatusta, kun tiedonsiirto hoidetaan integraatorajapinnan kautta. Dokumentointivirheiden korjaamiseen ei ole helppoa ratkaisua, vaan se vaatisi manuaalista työtä.

Lopuksi esiteltiin tulevaisuuden etäluettavien energiamittarien ja käyttötukijärjestelmien hyödyntämismahdollisuuksia Helen Sähköverkossa. Tulevaisuuden etäluettavien mittarien tärkein ominaisuus käyttökeskusnäkökulmasta on luotettavien hälytysten antaminen. Helen Sähköverkossa voitaisiin asentaa ainakin yksi parempia ja luotettavampia hälytyksiä antava mittari jokaiselle liittymälle, jotta pienjänniteverkon tilasta saataisiin tarkempi tilannekuva. Käyttötukijärjestelmää tulisi myös kehittää, jottei Käyttökeskuksessa tarvitsisi käyttää useita erillisiä tietojärjestelmiä mittareiden hyödyntämiseen.

Avainsanat: etäluettava mittari, käyttötukijärjestelmä

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Jussi Vuorinen: Utilization of Smart Meters in Helen Electricity Network's Distribution Management system
Master of Science thesis
Tampere University
Master's Degree Program in Electrical Engineering
May 2020

In Helen Electricity Network's distribution network's consumption points, the installed smart meters can give information about the state of the low voltage network by means of alarms and queries. These functionalities of the smart meters have not been utilized in operational use in the distribution management system, only separate applications have been used in the remote-control center to query single meters. Alarms of the installed smart meters have been collected to the test version of the distribution management system.

In this thesis it has been examined how to efficiently utilize Helen Electricity Network's smart meters' functionalities, like alarms and queries, in the current distribution management system and how in the future smart meters and distribution management systems should be used effectively.

The research began with looking at abilities of the currently installed smart meters and possibilities of the distribution management system's capability to utilize alarms and queries. A questionnaire to other distribution system operators how they utilize smart meters was also included. It was also examined how the power quality is governed in Helen Electricity Network, what the fault amounts in the network are and how the smart meters are currently used.

Based on the examination, goals were set how to use the installed meters and current distribution management system most efficiently in the operation center. The goals are to take queries and some alarms into use. Two major problems were identified in utilizing fully smart meters' abilities in the distribution management system: the documentation of network in the network information system and incorrect alarms from the installed meters. Incorrect alarms should be filtered and this can be done by integration interface when the alarms of the meters are routed through it. The correction of the documentation of network in the network information system requires manual work.

Finally, it was examined how the future smart meters and distribution management system can be utilized in Helen Electricity Network. The most important feature of the future smart meter from the viewpoint of the remote-control center is to give reliable alarms. In Helen Electricity Network, a better-quality smart meter could be installed to every connection point which could give more precise and reliable alarms so that there would be improved situational view of the low voltage network. Also, the distribution management system should be developed so that the need to use several separate applications in the operation center in order to operate smart meters would not be necessary.

Keywords: smart meter, distribution management system

The originality of this thesis has been checked using the Turnit OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty sähköverkkoyhtiö Helen Sähköverkolle. Työ on tehty oman työtehtävän ohessa ja tarkoituksena on ollut selvittää, miten etäluettavien mittarien ominaisuudet saadaan parhaiten käyttöön Helen Sähköverkon Käyttökeskuksessa. Työn ohjaajana HSV:llä on ollut Mika Loukkalahti ja tarkastajina Tampereen Yliopistolta Pertti Järventausta ja Pekka Verho. Kiitän heitä hyvistä kommentteista diplomityöhöni.

Kiitän myös perhettäni ja ystäviäni tuesta opintojen varrella.

Espoossa, 13.5.2020

Jussi Vuorinen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. HELEN SÄHKÖVERKKO OY:N YLEISKUVAUS.....	2
2.1. Yleistä	2
2.2. Helen Sähköverkon verkkorakenne ja komponentit.....	3
2.2.1. Suurjännitteinen jakeluverkko eli 110 kV alueverkko ja sähköasemat	4
2.2.2. 10 kV ja 20 kV keskijänniteverkot sekä muuntamot.....	5
2.2.3. Pienjänniteverkko.....	5
2.3. Helen Sähköverkon etäluettavat mittarit	5
2.3.1. Etäluettavat mittarit	5
2.3.2. Landis+Gyrin mittarit	6
2.3.3. Aidonin mittarit	7
2.3.4. Hälytyksiin pystyvien mittarien määrä verkolla	8
2.4. Helen Sähköverkon käytöntukijärjestelmä.....	10
2.4.1. Trimble DMS:n käyttö etäluettavien mittarien hälytyksillä	11
2.4.2. Trimble DMS:n käyttö etäluettavien mittarien kyselyillä	15
3. MUIDEN VERKKOYHTIÖIDEN KOKEMUKSIA ETÄLUETTAVIEN MITTARIEN HYÖDYNTÄMISESTÄ.....	20
3.1. Kyselyn tuloksia	20
3.1.1. Kyselyominaisuudet	21
3.1.2. Hälytysominaisuudet	22
3.1.3. Tulevaisuuden mittarit ja niiden hyödyntäminen	25
3.2. Yhteenveto kyselystä	26
4. NYKYTILA ETÄLUETTAVIEN MITTARIEN HYÖDYNTÄMISESSÄ HSV:SSA	28
4.1. Sähkön laadun hallinta HSV:ssa	28
4.1.1. Jännitetason hallinta	28
4.1.2. Toimitusvarmuuden hallinta	31
4.1.3. Verkon vikamäärät ja tyypit vuosittain eri jännitetasoissa	33
4.1.4. Asiakasyhteydenottojen määrät DMS:stä.....	34
4.2. Etäluettavien mittarien hyödyntäminen nykytilassa	34
5. TAVOITE JA ONGELMAT NYKYJÄRJESTELMILLÄ SEKÄ TULEVAISUUDEN JÄRJESTELMIEN MAHDOLLISUUDET	37
5.1. Tavoite nykymittareilla ja Trimble DMS:llä.....	37
5.1.1. DMS:n datan laatu	38
5.1.2. Mittarien antamat virheelliset hälytykset.....	39
5.2. Tulevaisuuden etäluettavat mittarit ja DMS-järjestelmät	40
5.3. Johtopäätelmät ja niiden arviointi	43
5.3.1. Etäluettavat mittarit	43
5.3.2. DMS-järjestelmä	44
6. YHTEENVETO.....	47
LÄHTEET	49
LIITE A: AMR-DMS KYSELY MUILLE VERKKOYHTIÖILLE	51

LYHENTEET JA MERKINNÄT

A	ampeeri
AMR	engl. Automatic Meter Reading, automaattinen mittarinluenta
CAIDI	engl. Customer Average Interruption Duration Index, keskimääräinen asiakaskohtainen keskeytysaika
CHP	engl. Combined Heat and Power, sähkön ja lämmön yhteistuotanto
DMS	engl. Distribution Management System, käytöntukijärjestelmä
Dnro	diaarinumero
ET	Energiateollisuus
HSV	Helen Sähköverkko Oy
Hz	hertsi
KJ	keskijännite
km	kilometri
kV	kilovoltti
ms	millisekunti
NIS	engl. Network Information System, verkkotietojärjestelmä
NPS	engl. Net Promoter Score, suositteluindeksi
P2P	engl. Point-to-Point, kommunikointi suoraan luentajärjestelmään
PJ	pienjännite
PLC	engl. Powerline Communications, tiedonsiirto sähköverkossa
RS-väylä	engl. Recommended Standard, mittarit yhdistetty sarjaväyläkaapelilla
SAIDI	engl. System Average Interruption Duration Index, keskimääräinen järjestelmäkohtainen keskeytysaika
Saidi _{ep}	energiapainotettu keskimääräinen järjestelmäkohtainen keskeytysaika
T-Saidi _{ep}	energiapainotettu keskimääräinen järjestelmäkohtainen keskeytysaika muuntopiiritasolla
V	voltti
VPE	Verkkopalveluehdot

1. JOHDANTO

Helen Sähköverkko Oy (HSV) vastaa sähkönjakelusta Suomen pääkaupungissa Helsingissä ja on asiakasmäärältään Suomen kolmanneksi suurin jakeluverkkoyhtiö. Maamme pääkaupungissa on useita yhteiskunnalle tärkeitä toimintoja, joten sähkönjakelun luotettavuus on tärkeää. Viime vuosikymmeninä Helen Sähköverkossa onkin panostettu toimitusvarmuuteen muun muassa lisäämällä keskijännitejohtojen kaapelointia, rakentamalla uusia sähköasemia, uusimalla vanhojen sähköasemien toisilaitteita, kompensoimalla maasulkuvirtaa keskijänniteverkossa ja lisäämällä muuntamoautomaatiota. Vuonna 2018 tunnusluvut ovat SAIDI 1,89 min ja CAIDI 29 min, kun 10 vuoden keskiarvoluvut ovat SAIDI 5,62 min ja CAIDI 40 min.

Pienjänniteverkosta HSV ei kuitenkaan saa tällä hetkellä hälytyksiä tai muita sähkön laadutietoja muualta kuin muuntamoautomaatiolla varustettujen muuntajien pj-keskuksesta käytönvalvontajärjestelmään sekä ottamalla etäyhteyden yksittäisille käyttöpaikkojen etäluettaville mittareille. Muuntamoautomaatioiden pj-keskusten mittaukset kerätään erilliseen järjestelmään, josta voidaan tarkastella sähkön laadun pidempiaikaisia muutoksia.

Tässä diplomityössä on tavoitteena tutkia, miten nykyisiltä käyttöpaikkojen etäluettavilta energiamittareilta saisi hälytys- ja kyselyominaisuudet parhaiten käyttöön HSV:n Käyttökeskuksessa, jotta pienjänniteverkon vikojen hallinta tulisi osaksi HSV:n erinomaisen toimitusvarmuuden ylläpitoa. Hälytykset ja tehtävät kyselyt tulisivat toimimaan HSV:n käytöntukijärjestelmän kautta.

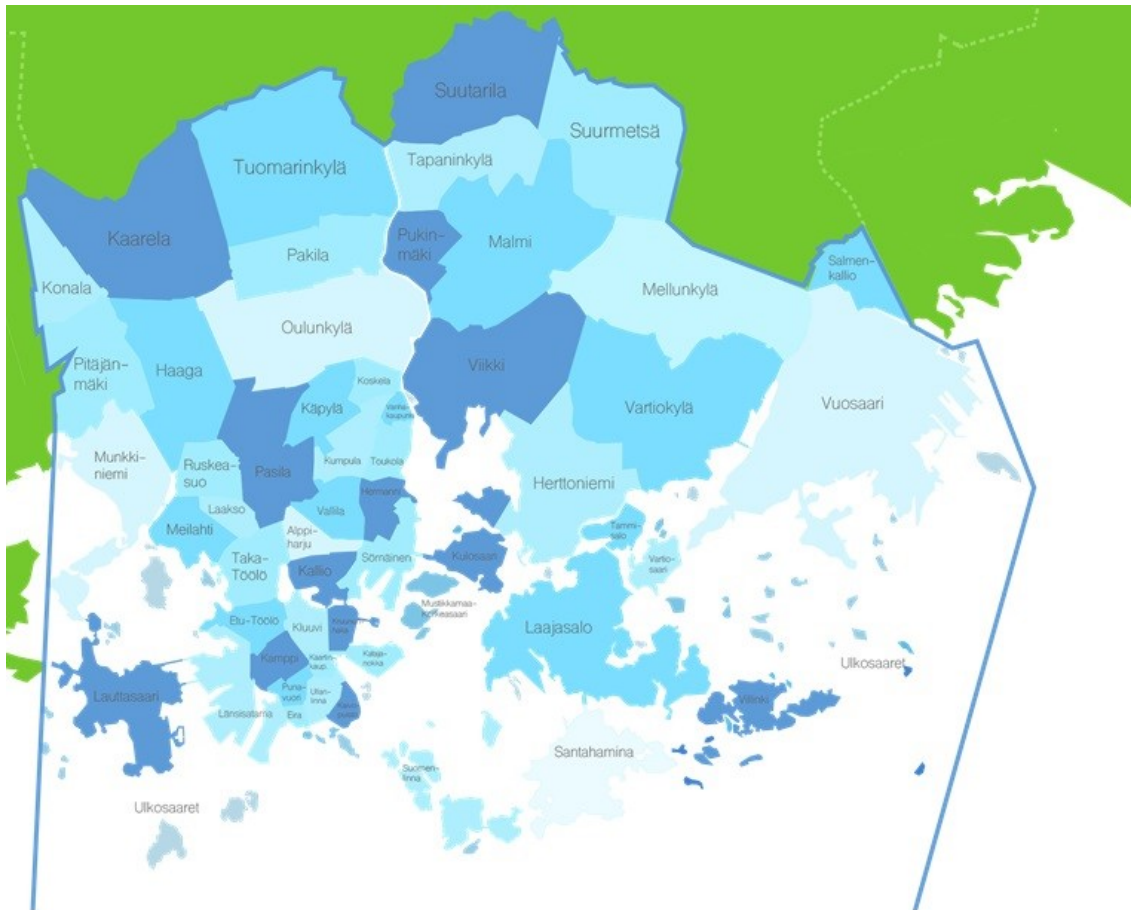
Työssä käydään läpi Helen Sähköverkon verkkorakennetta ja komponentteja sekä tarkastellaan nykyisten mittareiden ja käytöntukijärjestelmän ominaisuuksia hälytysten ja kyselyiden hyödyntämiseen. Diplomityöhön liittyen tehdään muille verkkoyhtiöille kysely etäluettavien mittarien hyödyntämisestä ja kyselyn tulokset analysoidaan. Selvitetään myös HSV:n nykytila sähkön laadun hallinnan ja mittarien hyödyntämisen osalta sekä tarkastellaan verkon vikamääriä.

Tarkoituksena on myös tutkia, mitä vaatimuksia HSV:n kannattaisi itse määritellä tulevien mittarien hankintaan käyttökeskuksen toiminnan näkökulmasta. Lisäksi pohditaan, mitä ominaisuuksia tulevilta käytöntukijärjestelmiltä tulisi vaatia, jotta mittarien ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää käyttökeskuksessa tehokkaasti.

2. HELEN SÄHKÖVERKKO OY:N YLEISKUVAUS

2.1. Yleistä

Helen Sähköverkko Oy (HSV) harjoittaa sähköverkkotoimintaa Energiaviraston myöntämän sähköverkkoluvan mukaisesti lähes koko Helsingin alueella. Vuonna 2009 Helsinkiin liitetty Östersundomin alue ei kuulu Helen Sähköverkko Oy:n vastuualueelle. Kuvassa 1 näkyy HSV:n maantieteellinen vastuualue. HSV kuuluu Helsingin kaupungin omistamaan Helen-konserniin. Helen-konsernin muodostavat emoyhtiö Helen Oy, joka on myy asiakkailleen sähköä, kaukolämpöä ja –jäähdytystä sekä tytäryhtiöt Helen Sähköverkko Oy, Oy Mankala Ab ja Helen Energiatunnelit Oy. HSV muodostaa noin 13 % koko Helen-konsernin liikevaihdosta. [1]



Kuva 1. Helen Sähköverkko Oy:n vastuualue kaupunginosittain

Vuonna 2018 HSV:n liikevaihto oli 124 miljoonaa euroa ja investoinnit 27 miljoonaa euroa. Henkilöstöä oli vuoden 2018 lopussa 98 työntekijää. HSV:n jakelualueella oli vuonna 2018 käyttöpaikkoja 389 870 ja liittymiä 35 195. HSV on käyttöpaikkamäärän ja siirretyn

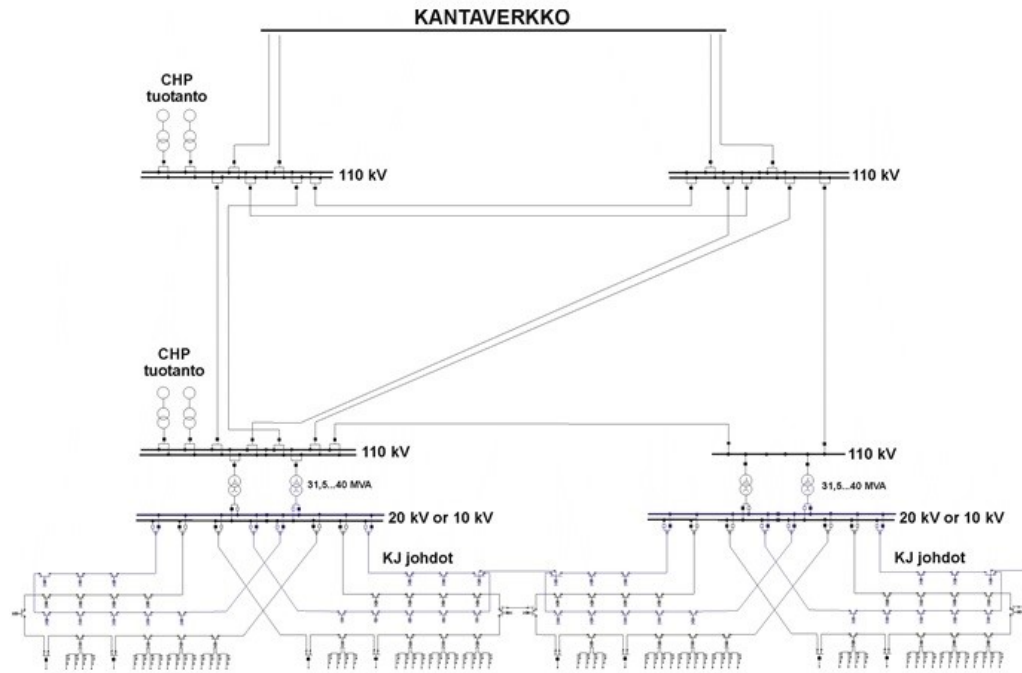
sähköenergiamäärän mukaan Suomen kolmanneksi suurin jakeluverkkoyhtiö. Liittymämäärältään HSV on kuitenkin vasta kymmenenneksi suurin. [2], [3]

Helsinki on Suomen pääkaupunki ja suurin kaupunki 635 181 asukkaallaan, vuonna 2016. Helsingin työpaikkaomavaraisuus oli vuonna 2016 129,9 % työpaikkojen määrän ollessa 421 470 kappaletta. Helsingin satamien ja rautatieaseman kautta kulki vuonna 2016 65 miljoonaa matkustajaa ja yöpymisiä hotelleissa oli 3,6 miljoonaa. Lisäksi Helsingissä on useita yliopistoja, korkeakouluja ja ammattikorkeakouluja, ministeriöitä sekä valtion virastoja. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi HSV ei palvele ainoastaan helsinkiläisiä asiakkaitaan, vaan myös monia muita henkilöitä, jotka Helsingissä vierailevat. Energiavirasto on todennut Helsingin päätöksessään Dnro 185/429/2003 merkittäväksi kulutuskeskittymäksi, jossa on yhteiskunnan toimivuuden kannalta tärkeitä toimintoja. HSV:ssä on viimeisten vuosikymmenien aikana panostettu verkon toimitusvarmuuteen ja asiakaskohtainen keskimääräinen keskeytysaika oli vuonna 2018 1,89 minuuttia. [4], [5]

2.2. Helen Sähköverkon verkkorakenne ja komponentit

HSV:n sähköverkon perusrakennetta voidaan havainnollistaa kuvan 2 mukaisesti, jossa on kaksi 110 kV liityntäpistettä kantaverkkoon, 110 kV verkossa olevia CHP-voimalaitoksia ja sähköasemien välisiä rinnakkaisyhteyksiä. Lisäksi sähköasemilla on kaksi päämuuntajaa, kaksikiskojärjestelmä keskijännitepuolella sekä sähköasemien välillä keskijänniteverkossa varayhteyksiä. Edellä mainittujen lisäksi keskijänniteverkossa on havainnollistettu silmukoitua rakennetta, jossa saman sähköaseman eri keskijännitelähdöt ovat samassa renkaassa, mutta kuitenkin säteittäisesti käytettynä. Tällaisella rakenteella voidaan muuntamoautomaatiota hyödyntää vian paikannuksessa ja erottamisessa. Seuraavissa luvuissa käsitellään tarkemmin eri jännitetasoja sekä niiden verkkojen tarkempia rakenteita ja komponentteja.

HSV:n omassa Käyttökeskuksessa hallitaan suurjännite- ja keskijännitejakeluverkkoa sekä virka-ajan ulkopuolella lisäksi pienjänniteverkkoa ja vikapuheluita. Palveluntuottajan Vikakeskuksessa hallitaan pienjänniteverkkoa ja vikapuheluita virka-aikaan.



Kuva 2. Helen Sähköverkon verkon perusrakenne.

2.2.1. Suurjännitteinen jakeluverkko eli 110 kV alueverkko ja sähköasemat

Energiavirasto katsoo päätöksessään Dnro 185/429/2003, että HSV:n silmukoitu 110 kV sähköverkko tulisi olla mitoitusperiaatteiltaan yhtenevä kantaverkossa käytettyjen mitoitusperiaatteiden kanssa. Täten HSV:n 110 kV verkkoa käytetään pääsääntöisesti silmukoituna, jolloin yhden johdon irtikytkentä ei aiheuta verkon normaalissa tilassa jakelukeskeytystä. Tämä tarkoittaa pääperiaatteena N-1 -kriteeriä, jonka mukaisesti verkon on kestävä mikä tahansa yksittäinen vika ilman, että verkon käyttövarmuus vaarantuu. Kriteerin on myös täyttyvä suunniteltujen keskeytysten aikana. [6], [7]

110 kV alueverkko on Helsingin keskusta-alueella kaapeloitu ja keskustan ulkopuolella pääasiassa ilmajohtoa. Kaiken kaikkiaan 110 kV johtojen pituus on 215 km, joista on kaapeloituna 38 % eli noin 82 km. Jokaiselle sähköasemalle on vähintään kaksi 110 kV yhteyttä ja jokaisella sähköasemalla on vähintään kaksi päämuuntajaa lukuun ottamatta yhtä sähköasemaa. Sähköasemia on 25 kappaletta ja päämuuntajia 49 kappaletta. Yksittäisen päämuuntajan vikaantuessa voidaan sen syöttämät kuormat siirtää sähköaseman toiselle päämuuntajalle tai siirtää kuormat muiden sähköasemien syöttämiksi. Keski-jännitekiskoja on asemilla kaksi, jotta toisen vikaantuessa voitaisiin käyttää ehjää kiskoa. Lisäksi keski-jännitekojeisto on kaksiryhmäinen eli kisko voidaan jakaa kahteen osaan ryhmäkatkaisijalla. [8], [9]

2.2.2. 10 kV ja 20 kV keskijänniteverkot sekä muuntamot

Helen Sähköverkon keskijänniteverkko on jaettu kahteen erilliseen verkkoon jännitetasoittain. 10 kV verkko on Helsingin keskusta-alueella ja 20 kV verkko keskustan ulkopuolella. Jännitetason lisäksi verkot eroavat käyttötavaltaan. 10 kV verkkoa käytetään maasta erotettuna ja sitä voidaan käyttää maasulussa. 20 kV verkon sähköasemille on hankittu maasulkuvirran kompensointijärjestelmiä, jotta myös 20 kV verkkoa voidaan käyttää maasulussa. Kaikkiaan keskijänniteverkon pituus on 1637 km ja siitä on kaapeloitu 99,7 %. [8], [9]

Jakelumuuntamoita HSV:llä on 1845 kappaletta ja niistä on varustettu muuntamoautomaatiolla 28 %. Muuntamoautomaatiolla tarkoitetaan HSV:n verkossa keskijänniteverkon kuormanerotinten kauko-ohjattavuutta, keskijänniteverkon oikosulku- ja maasulkuindikointia sekä pienjänniteverkon sähkön laadun seuranta muuntajan pienjännitekeskuksessa. Pienjännitekeskuksen sähkön laatua mittaavat mittarit eivät ole tässä diplomityössä käsiteltyjä energiamittareita. Muuntamoautomaation sähkön laadun mittarit luetaan kaksi kertaa vuorokaudessa Netcontrolin PQNet-palveluun, josta voidaan seurata pidemmällä aikavälillä sähkön laatua. Lisäksi HSV:n verkossa on yli 750 kappaletta asiakasmuuntamoita, joissa 3 %:ssa on muuntamoautomaatio ilman pienjänniteverkon sähkön laadun seuranta [8], [9]

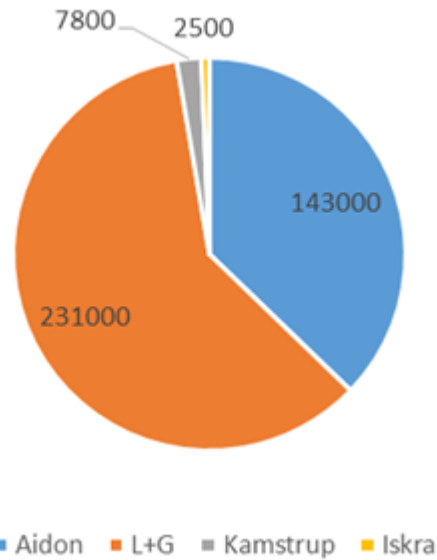
2.2.3. Pienjänniteverkko

Pienjänniteverkkoa HSV:llä on 4529 km ja siitä on kaapeloitu 98 %. Koska HSV:n verkko on pääasiassa kaupunkialueella, rakentuu pienjänniteverkko silmukoiduksi, mutta käyttö on säteittäistä. Silmukointi helpottaa suunniteltujen keskeytysten toteuttamista ilman sähkökatkoa asiakkaille ja mahdollisissa vikatilanteissa syötön siirtämistä toiseen muuntopiiriin. [6], [9]

2.3. Helen Sähköverkon etäluettavat mittarit

2.3.1. Etäluettavat mittarit

HSV:llä on neljän eri valmistajan etäluettavia sähkömittareita asennettuna käyttöpaikoille. Landis+Gyrin mittareita on noin 231 000 käyttöpaikalla, Aidonin mittareita 143 000 käyttöpaikalla, Kamstrupin mittareita 7800 käyttöpaikalla ja Iskran mittareita 2500 käyttöpaikalla. Näistä vain Landis+Gyrin ja Aidonin mittarit pystyvät vastaamaan kyselyyn ja lähettämään hälytyksiä, joten niitä käsitellään tarkemmin seuraavissa kohdissa. Kuvassa 3 on esitetty eri valmistajien mittarimäärät Helen Sähköverkon käyttöpaikoilla. [10]



Kuva 3. Eri valmistajien mittarimäärät

2.3.2. Landis+Gyrin mittarit

Landis+Gyrin mittarit muodostavat 60 % kaikista energiamittareista HSV:n verkossa. HSV:llä on kolme eri päätyyppiä Landis+Gyrin mittareista: E350, E550 ja E650. Näistä E550 ja E650 on tarkoitettu epäsuoraan mittaustapaan, jossa vähintään virta mitataan virtamuuntajilla, ja E350 on suoraan mittaukseen. Koska epäsuorilta mittareilta eli E550 ja E650 mittareilta ei oteta hälytyksiä, tarkastellaan vain E350:n ominaisuuksia tarkemmin.

Landis+Gyrin E350 mittareista HSV:llä on kahta eri tyyppiä. Ne ovat E350 ZCF ja E350 ZMF. E350 ZCF on noin 80 000 käyttöpaikalla ja se on tarkoitettu yksivaiheisille käyttöpaikoille. E350 ZMF on noin 149 000 käyttöpaikalla ja on tarkoitettu sekä yksivaiheisille että nelijohtimellisille kolmivaiheisille käyttöpaikoille. [10]

HSV ostaa mittauspalvelut toimittajilta ja Landis+Gyrin mittarit luetaan Gridstream AIM etäluentajärjestelmällä. Landis+Gyrin mittarit ovat niin sanottuja point-to-point (P2P) –mittareita eli yksittäiset mittarit kommunikoivat suoraan matkapuhelinverkon kautta etäluentajärjestelmään.

Landis+Gyrin mittareilla hälytykset on konfiguroitu mittarilla olevaan moduuliin. Moduulilta saatavia hälytyksiä ovat:

- Sähkökatko
- Vaihekatko
- Nollajohdin poikki
- Alijännite, 10 min keskiarvo
- Ylijännite, 10 min keskiarvo

Jännitetasoon liittyvät hälytykset on parametroitu sähkön laadun standardin SFS-EN 50160 mukaisesti. Nollajohdin poikki -hälytys perustuu jännite-epäsymmetriaan. Mittareille, jotka pystyvät lähettämään hälytyksiä, voidaan lähettää statuskyselyitä.

2.3.3. Aidonin mittarit

Aidonin mittareiden osuus on 37 % kaikista energiamittareista HSV:n verkossa. Aidonin mittareita HSV:n verkossa on 5000- ja 6000-sarjaa. Näissä erilaisia konfiguraatioita Aidonin mittareista on 28 moduulityyppiä ja niistä 13 moduulityyppiä pystyy lähettämään hälytyksiä tai vastaamaan kyselyyn. Hälytyksiin ja kyselyihin pystyvien moduulityyppien mittareita on noin 24 000 käyttöpaikalla. [10]

Aidonin mittareiden luentapalvelun toteuttaa Empower, joka lukee mittarit Aidon Gateway etäluentajärjestelmällä. Aidonin mittarien kommunikointitapa vaihtelee P2P ja master/slave –tapojen välillä. Master/slave –järjestelmässä on yksi master -mittari, joka lähettää siihen kytkettyjen slave-mittarien tiedot luentajärjestelmään matkapuhelinverkon kautta. Slave-mittarit voivat olla yhdistetty master-mittariin RS-väylällä tai langattomalla mesh-verkolla.

Aidon nimittää hälytys- ja kyselyominaisuuksia pienjänniteverkon hallintaominaisuudeksi eli PiHa:ksi. Eri moduuleilta saatavia hälytyksiä ovat:

- Sulakepalo eli vaihe puuttuu
- Nollajohdin poikki
- Kiertosuunta vaihtunut
- Keskijännitejohdin poikki
- Alijännite, 10 min keskiarvo
- Ylijännite, 10 min keskiarvo
- Alijännite, 3 vaihetta
- Ylijännite, vaihekohtainen
- Virtavalvonta 1 (Automaattisulake, hidas)
- Virtavalvonta 2 (Automaattisulake, nopea)
- Energian kulutus ja tuotto
- Virtavalvonta 3 (Sopimussulake)
- Laitevika
- Tilatulo 1
- Tilatulo 2
- Pääkytkimen ohitus

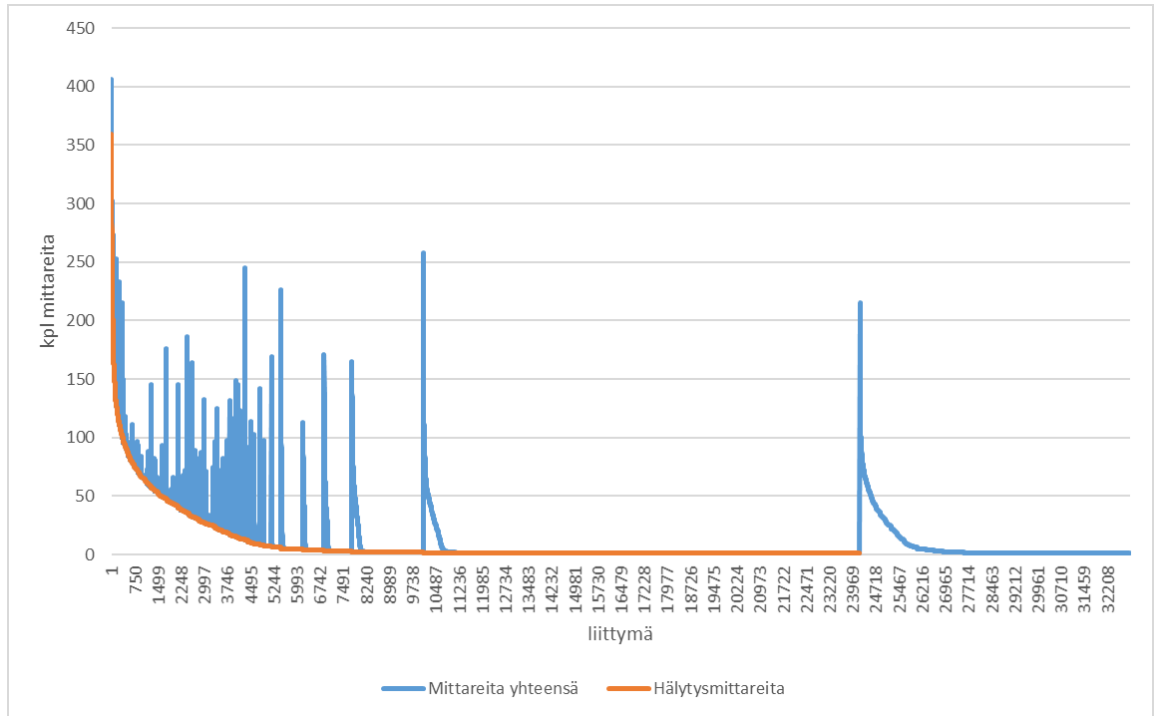
Hälytykset ovat valittavissa verkkoyhtiön tarpeiden mukaan ja hälytyksillä on erilaisia aseteltavia parametreja riippuen tyypistä. Hälytyksille voidaan asettaa myös aikaviiveitä sekä havahtumiin että lähetykseen. Hälytyksen mukana on mahdollista myös lähettää tieto hetkellisistä jännitteistä ja virroista sekä etäkytkentälaitteen tilasta. Mittareille, jotka pystyvät lähettämään hälytyksiä, voidaan lähettää statuskyselyitä.

2.3.4. Hälytyksiin pystyvien mittarien määrä verkolla

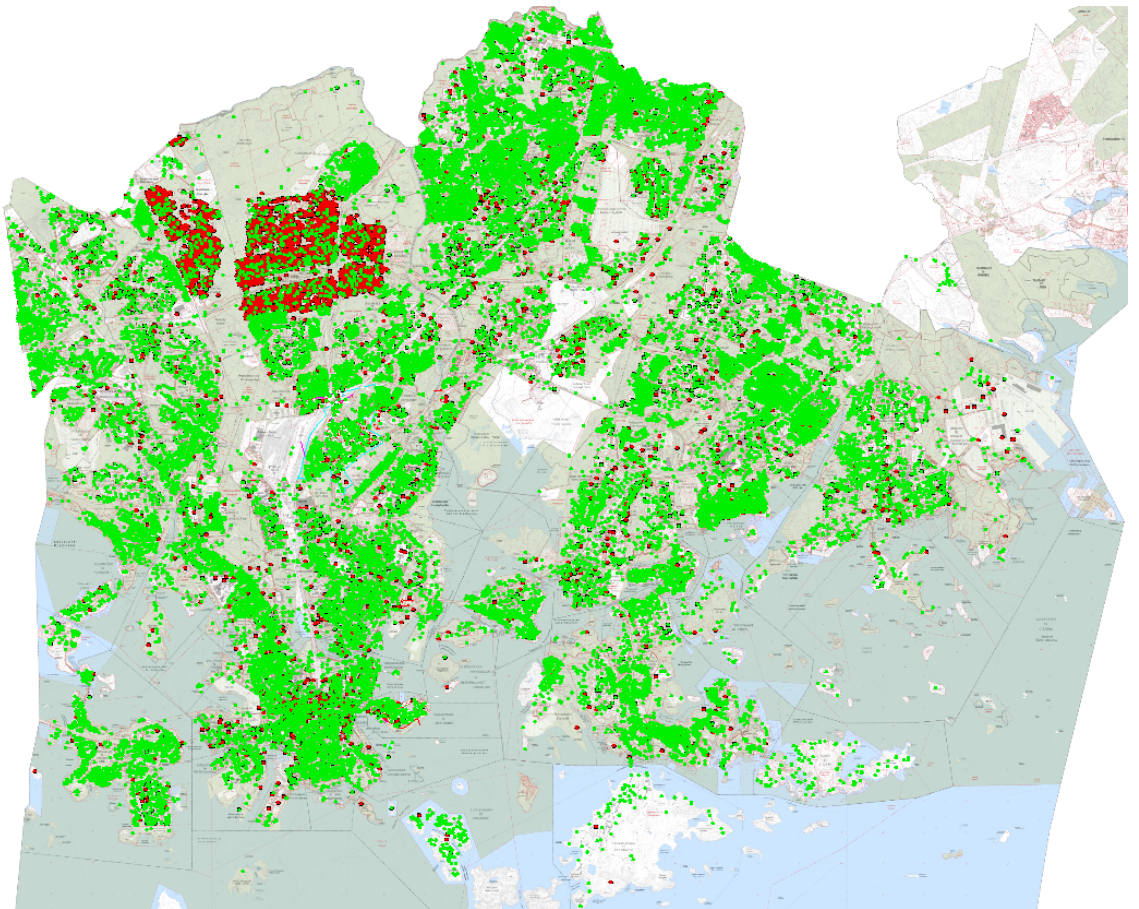
Koska verkkoyhtiöt vastaavat sähköverkosta liittymispisteelle asti, on tarkoituksen mukaisempaa tarkastella etäluettavien mittarien hälytyksiä liittymätasolla kuin käyttöpaikkatasolla. Esimerkiksi kerrostaloyhtiöissä yksittäisen rapun etäluettavat mittarit saattavat olla syvällä asiakkaan omassa verkossa eikä lähellä liittymispistettä. Kuitenkin, jos verkkoyhtiö haluaa kattavan kuvan pj-verkon tilasta hälytyksillä tai kyselyillä, tulisi jokaisella liittymällä olla vähintään yksi hälytystoiminnallisuudella varustettu etäluettava mittari. Useampi hälytyksiin pystyvä mittari liittymällä parantaisi hälytysten luotettavuutta verkkoyhtiön näkökulmasta.

Yhteensä HSV:llä on siis tietojen poiminta aikaan lokakuussa 2017 pienjänniteverkossa noin 253 000 hälytyksiin kykenevää mittaria käyttöpaikoilla, kun kaikkien käyttöpaikkojen määrä on noin 379 000 eli käyttöpaikkatasolla hälytyskattavuus on 67 %. Liittymiä HSV:n pienjänniteverkossa on 34 000 ja liittymiä, joilla on vähintään yksi hälytyksiin pystyvä mittari, on noin 24 000 eli liittymätasolla hälytyskattavuus on 70 %. Kuvassa 4 on esitetty hälytysmittarien ja kaikkien mittarien lukumäärät liittymillä, kun hälytysmittarien määrä on järjestetty suurimmasta liittymästä pienimpään. Kuvasta 4 havaitaan, että joillain liittymillä hälytysmittarien suhde kaikkiin mittareihin on alhainen ja on olemassa useita monen käyttöpaikan liittymiä, joilla ei ole lainkaan hälytysmittaria. [10]

Kuvassa 5 on haettu verkkotietojärjestelmästä liittymät, joilla ei ole yhtään Aidonin tai Landis+Gyrin mittaria ja nämä liittymät on esitetty punaisella. Vihreällä värillä on esitetty liittymät, joilla on vähintään yksi Aidonin tai Landis+Gyrin mittari. Järjestelmästä ei kuitenkaan voi sanoa, osaako kyseinen Aidonin tai Landis+Gyrin mittari lähettää hälytyksiä. Kuva kuitenkin antaa tiedon siitä, onko liittymä varmasti sellainen, että siinä ei ole hälytyksiin pystyvää mittaria. Kuvassa on yksittäisiä punaisia liittymiä ympäri HSV:n jakelu- aluetta ja selvästi kaksi maantieteellistä aluetta, joissa ei ole hälytysmittareita kattavasti. Nämä alueet ovat kaupunginosina Maununneva, Paloheinä, Länsi-Pakila ja Itä-Pakila. Näille alueille on asennettu pääasiassa Kamstrupin mittareita etäluettavien mittarien ensiasennuksina vuosina 2003-2007.



Kuva 4. Hälytysmittarien ja kaikkien mittarien lukumäärät liittymillä



Kuva 5. Punaisella liittymät, joissa ei ole hälytysmittaria.

2.4. Helen Sähköverkon käytöntukijärjestelmä

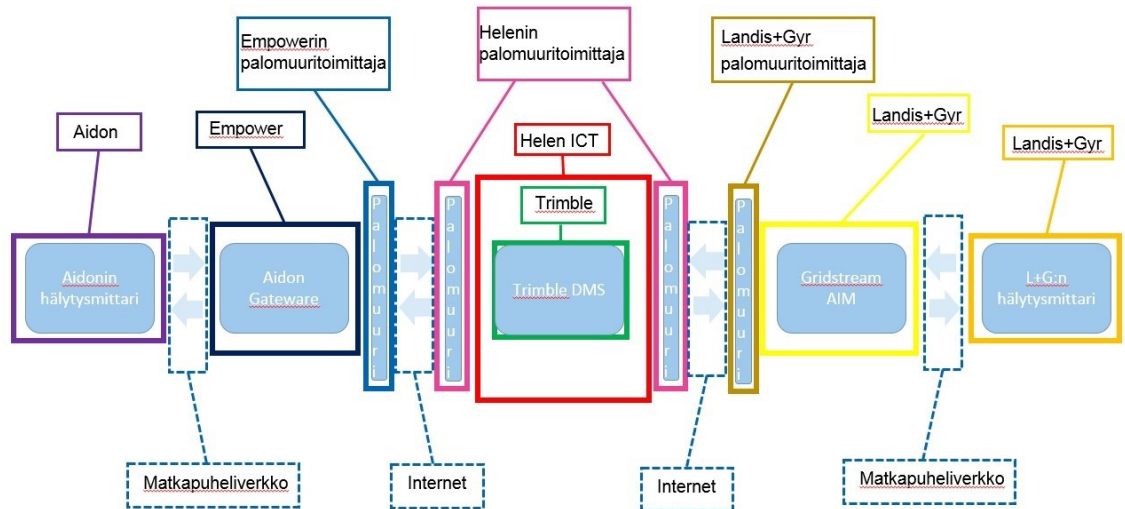
HSV:llä on käytössä Trimble DMS käytöntukijärjestelmä, joka hyödyntää tietoja käytönvalvonta-, asiakastieto, karttatieto- ja verkkotietojärjestelmistä. Käytöntukijärjestelmän avulla Käyttökeskus pystyy hallitsemaan ja valvomaan suur- ja keskijänniteverkkoa reaaliaikaisesti sekä hallitsemaan pienjänniteverkkoa. Järjestelmään myös kirjataan vikailmoitukset ja hallitaan keskeytyksiä sekä hoidetaan niiden tilastointi. Trimble DMS:ssä on visualisoitu verkon kytkentätilanne eli topologia kaikilla jännitetasoilla, mikä helpottaa käyttökeskuksen operaattorien toimintaa.

Suurjänniteverkon ja sähköasemien sekä muuntamoautomaatiolla varustettujen keskijänniteverkon muuntamoiden kytkentätilanne tulee automaattisesti käytönvalvontajärjestelmästä, mutta muun verkon osalta kytkentätilanteen muutokset vaativat manuaalista työtä operaattoreilta. Erilaisia hälytyksiä ja tilatietoja tulee tällä hetkellä järjestelmään vain suur- ja keskijänniteverkosta.

Tällä hetkellä käytössä olevaan versioon Trimble DMS 18.1. on mahdollista tuoda hälytyksiä myös etäluettavilta mittareilta sekä tehdä kyselyitä niille. Tätä diplomityötä kirjoitettaessa versio 18.1. on testikäytössä testauspalvelimella. Testikäytössä olevaan versioon 18.1. on tuotu verkolla kytkettynä olevien Landis+Gyr mittareiden tuottamat hälytykset sekä niille pystyy tekemään kyselyjä mittarin tilasta. Talven 2018-2019 aikana saatiin myös vastaavat ominaisuudet käyttöön verkkoon kytkettyjen Aidonin mittarien osalta.

Kun kaikki hälytyksiin pystyvät mittarit on saatu aktivoitua siten, että ne lähettävät havaitsemiaan hälytyksiä testiversioon, niin pystytään tarkastelemaan, mitä ominaisuuksia kannattaisi ottaa tuotantokäyttöön Käyttökeskuksessa. Kaikki esitetty mittareilta saatava hälytysdata tässä diplomityössä siis perustuu jo käyttöpaikoille kytkettyihin mittareihin, jotka mittaavat asiakkaiden kuluttamaa energiaa. Versiosta 18.1. lähtien yksittäiset hälytykset eivät tuota uutta hälytysriviä, vaan saman käyttöpaikan saman tyyppiset hälytykset summautuvat laskuriin, joka näyttää hälytysten kokonaismäärän.

Koska HSV ei itse lue mittareita tai omista luentajärjestelmiä, hälytysten ja kyselyjen mahdollistamiseksi täytyy avata tiedonsiirtoväylät luentajärjestelmästä DMS-järjestelmään. Kuvassa 6 on esitetty periaatekuva tiedonsiirtojärjestelmän osista ja toimijoista. HSV ostaa mittarien luentapalvelut Empowerilta ja Landis+Gyrltä. Heillä on kummallakin oma palomuuritoimittaja kuten myös Helenillä. HSV ostaa ICT-palveluita emoyhtiö Heleniltä. Mittarilta tarvitaan tietoliikenneyhteys HSV:n Trimble DMS-järjestelmään, että hälytykset ja kyselyt saadaan toimimaan käytöntukijärjestelmässä. Tietoliikenneyhteyksien avaamiseen tarvitaan kaikkia kuvassa näkyviä osapuolia.



Kuva 6. Periaatekuva tiedonsiirrosta mittareiden ja DMS:n välillä

2.4.1. Trimble DMS:n käyttö etäluettavien mittarien hälytyksillä

Käyttötukijärjestelmän käyttäjän tulee tietää, onko DMS:llä yhteys luentajärjestelmiin eli AMR-palveluihin. Näin käyttäjä voi luottaa siihen, ettei verkossa ole vikoja, jos hälytyksiä ei tule mittareilta. Trimble DMS:ssä on tilarivillä yhtenä käyttötilan ilmaisimena AMR-palvelun tilaa osoittava symboli. Jos symbolin päälle vie hiiren, niin kohdevihjeenä tulee tekstimuodossa kyseinen tila. Kohdevihjeen mahdolliset tilat ovat:

- OK, joka tarkoittaa DMS-istunnon olevan yhteydessä AMR-palveluun.
- Not connected (ei yhteyttä) tarkoittaa, että istunto ei ole yhteydessä AMR-palveluun.
- Error (virhe) tarkoittaa, että tällöin käyttäjän tulee ottaa yhteyttä pääkäyttäjään, joka tarkistaa ja korjaa yhteysvirheen.
- Warning (varoitusta) tarkoittaa, että tällöin käyttäjän tulee ottaa yhteyttä pääkäyttäjään, joka tarkistaa ja korjaa yhteyteen liittyvän varoituksen.

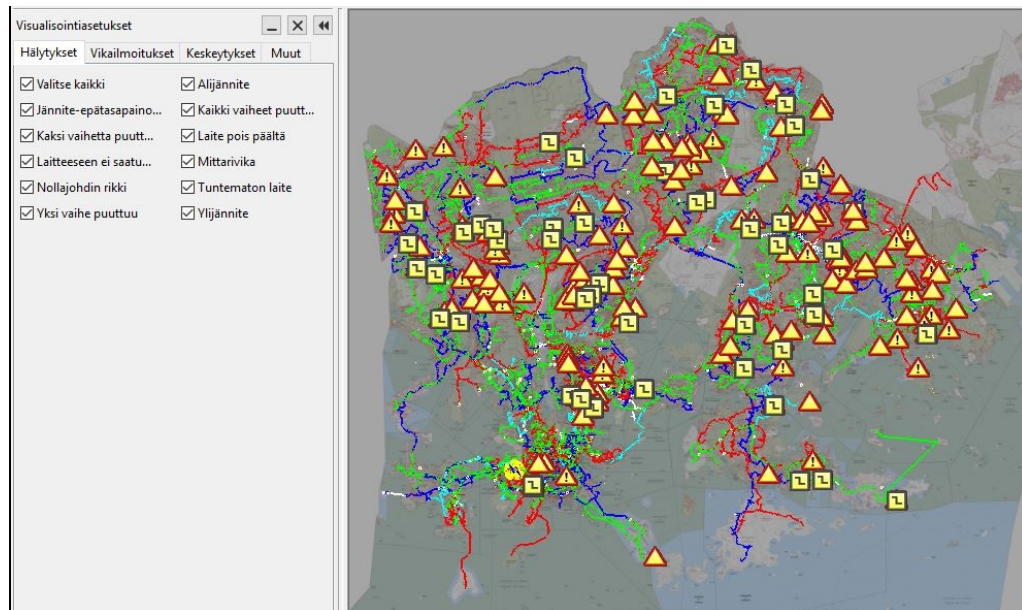
Kuvassa 7 on esimerkki tilarivistä, jossa on oikeanpuoleisimpana olevan AMR-palvelun käyttötilan ilmaisimen päälle viety hiiri ja kohdevihjeenä lukee AMR: OK.



Kuva 7. DMS:n tilarivi, jossa eri palveluiden käyttötilojen ilmaisimia ja AMR-palvelun kohdevihje.

Kuvassa 8 näkyy DMS:n verkkokartta ja reunaikkuna, jossa on valittu päälle visualisoitavaksi kaikki hälytykset, joita ei ole kuitattu. Tällä näkymällä käyttäjä saa nopeasti kuvan verkon tilanteesta etäluettavien mittarien hälytysten avulla. Verkkokartassa on esitetty

HSV:n keskijänniteverkko ja mittareilta tulleet hälytykset. Hälytyksiä on paljon, mutta kaikki eivät ole valideja ja osa on vanhentuneita, joita ei ole kuitattu pois.



Kuva 8. DMS:n verkkokartta, aktiiviset hälytykset ja reunaikkuna Visualisointiasetukset.

Hälytykset näkyvät verkkokartalla erilaisilla symboleilla. Kun hiiren vie hälytyssymbolin päälle tulee lisäksi kohdevihje, jossa lukee hälytyksen tyyppi. Trimble DMS:ssä visualisoitavissa olevia hälytyksiä HSV:llä ovat:

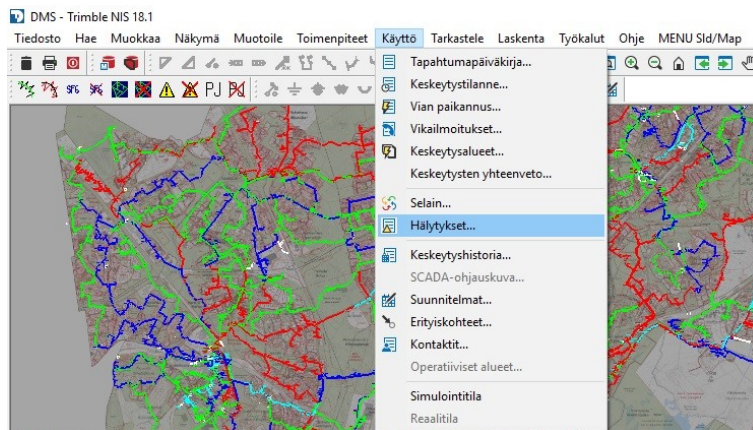
- Alijännite
- Jännite-epätasapaino
- Kaikki vaiheet puuttuvat
- Kaksi vaihetta puuttuu
- Laite pois päältä
- Laitteeseen ei saatu yhteyttä
- Mittarivika
- Nollajohdin rikki
- Tuntematon laite
- Yksi vaihe puuttuu
- Ylijännite

Kuvassa 9 on esimerkkejä verkkokartalta ja kohdevihjeinä Alijännite-, Kaikki vaiheet puuttuvat-, Kaksi vaihetta puuttuu-, Nollajohdin rikki-, Yksi vaihe puuttuu- ja Ylijännitehälytys. Jos hälytyksiä on yhden symbolin alla useampia, niin kohdevihje kertoo niiden tyypit ja lukumäärät. Zoomaamalla verkkokartalla lähemmäksi eri liittymien hälytyssymbolit eriytyvät, jolloin käyttäjä pystyy päättelemään pj-verkon vikatilanteen.



Kuva 9. Esimerkkejä DMS:n verkkokartan hälytyksistä ja niiden kohdevihjeistä.

Yksittäisiä hälytyksiä pystyy Trimble DMS:ssä käsittelemään ja hallitsemaan Hälytykset-ikkunassa. Ikkuna löytyy DMS:stä Käyttö-valikon alta kuten kuvassa 10 näytetään.



Kuva 10. Hälytys-ikkunan valinta Käyttö-valikosta.

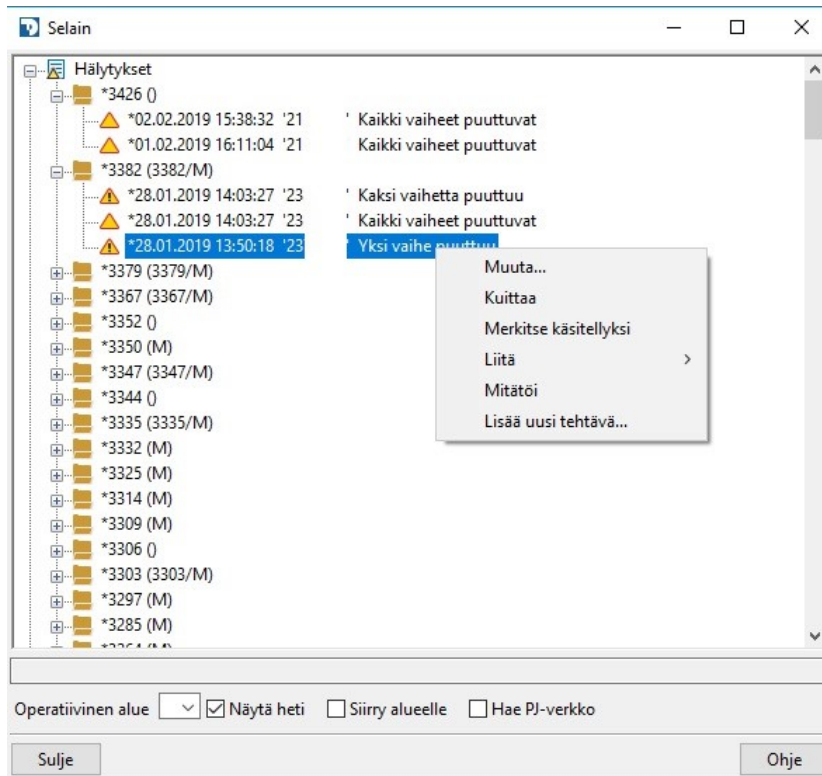
Hälytykset-ikkunassa on mahdollista tarkastella edellisen liukuvan kuukauden ajalta kaikkia DMS:ään tulleita hälytyksiä. Yläpalkissa olevalla Näytä-pudotusvalikolla voi valita tarkasteltavaksi eri hälytystyypppejä tai hälytysten tiloja. Aikaväli-valinnalla voi tarkastella edellisten seitsemän päivän tai liukuvan kuukauden hälytyksiä. Sarakkeiksi ikkunaan voi käyttäjä valita useita eri valintoja. Käyttäjä voi asettaa hälytyksen tilan tässä ikkunassa valitsemalla hälytyksen rivin tai useampia rivejä ja klikkaamalla alapalkissa olevia nappeja. Mahdollisia hälytysten tiloja ovat Kuitattu, Käsitelty, Mitätöity tai Kirjattu. Jos mittarit tukevat hälytys poistunut -viestiä, niin hälytyksen tila muuttuu DMS:ssä automaattisesti

Käsittely-tilaan, kun hälytys on poistunut mittarilta. Käyttäjän on mahdollista kirjoittaa Huomautus-kenttään vapaamuotoista tekstiä. Mikäli etäluettavat mittarit tukevat hetkellisarvojen lähetystä hälytyksiin, niin hetkellisarvot näkyvät myös Huomautus-kentässä. Huomautus-kentässä saattaa myös lukea kyseiseen hälytystyyppiin liittyvä lisämääre. Täytä asiakastiedot-napilla käyttäjä voi hakea lisää asiakastietoja, Siirry alueelle-valinnalla hälyttävää käyttöpaikkaa voi tarkastella zoom-ikkunassa ja Hae PJ-verkko-valinnalla hakea hälyttävän käyttöpaikan pj-verkon verkkokartalle. Kuvassa 11 on esimerkki Hälytykset-ikkunasta.

Aika	Keskeytys-ID	Laite	Laji	Huomautus	Ensimmäinen havainto	Havainto...	Poistunut	Tila
03.02.2019 12:00:02	0	20...	Ylijännite	U(V): 218.1 269.4 245.8, I(A): 7.9 7.8 4.6, Uavg(V): 218.3 269.6 245.9	03.02.2019 12:00:02	1	03.02.2019 12:00:02	Käsitelty
03.02.2019 11:58:01	0	25...	Ylijännite	U(V): 257.0 227.3 238.9, I(A): 0.3 0.4 1.9, Uavg(V): 256.3 227.3 238.7	03.02.2019 11:58:01	1	03.02.2019 11:58:01	Käsitelty
03.02.2019 11:45:31	0	20...	Ylijännite	U(V): 217.4 270.7 246.2, I(A): 4.2 7.9 11.9, Uavg(V): 217.8 270.4 246.4	03.02.2019 11:45:31	1	03.02.2019 11:45:31	Käsitelty
03.02.2019 11:44:31	0	20...	Ylijännite	U(V): 147.4 302.8 287.6, I(A): 7.2 8.0 11.5, Uavg(V): 197.2 280.9 258.0	03.02.2019 11:44:31	1	03.02.2019 11:44:31	Käsitelty
03.02.2019 11:43:32	0	20...	Ylijännite	U(V): 217.3 270.0 246.6, I(A): 14.3 13.8 4.9, Uavg(V): 217.8 270.2 246.3	03.02.2019 11:43:32	1	03.02.2019 11:43:32	Käsitelty
03.02.2019 11:42:30	0	20...	Nollajohdin rikki	U(V): 147.6 302.8 288.5, I(A): 5.8 6.9 3.2, Uavg(V): 192.4 282.9 262.6	03.02.2019 11:42:30	1	03.02.2019 11:43:30	Käsitelty
03.02.2019 11:41:31	0	20...	Ylijännite	U(V): 147.5 303.2 288.3, I(A): 6.6 7.0 3.2, Uavg(V): 148.1 303.2 288.0	03.02.2019 11:41:31	1	03.02.2019 11:41:31	Käsitelty
03.02.2019 11:40:00	0	20...	Ylijännite	U(V): 214.2 272.2 247.6, I(A): 8.4 7.2 4.6, Uavg(V): 216.0 271.4 247.0	03.02.2019 11:40:00	1	03.02.2019 11:40:00	Käsitelty
03.02.2019 11:36:36	0	20...	Kaikki vaiheet puuttuvat		03.02.2019 11:36:36	1		Kirjattu
03.02.2019 11:32:56	0	22...	Alijännite		03.02.2019 11:32:56	1		Kirjattu
03.02.2019 11:31:45	0	20...	Alijännite		03.02.2019 11:31:45	1		Kirjattu
03.02.2019 11:47:46	0	20...	Yksi vaihe puuttuu		03.02.2019 11:18:03	2		Kirjattu
03.02.2019 11:36:59	0	22...	Yksi vaihe puuttuu		03.02.2019 11:13:16	2		Kirjattu
03.02.2019 11:00:01	0	22...	Alijännite	U(V): 231.4 232.4 58.5, I(A): 0.9 0.1 0.0, Uavg(V): 231.5 232.9 58.6	03.02.2019 11:00:01	1	03.02.2019 11:00:01	Käsitelty
03.02.2019 09:15:29	0	24...	Kaksi vaihetta puuttuu		03.02.2019 09:15:29	1		Kirjattu
03.02.2019 08:18:32	0	26...	Yksi vaihe puuttuu	U(V): 236.1 235.3 0.0, I(A): 0.0 0.0 0.0, Uavg(V): 236.1 235.1 0.0	03.02.2019 08:18:32	1		Kirjattu
03.02.2019 07:01:31	0	20...	Nollajohdin rikki	U(V): 150.0 303.5 290.6, I(A): 8.6 4.1 6.3, Uavg(V): 172.5 291.8 274.4	03.02.2019 07:01:31	1	03.02.2019 11:40:00	Käsitelty
03.02.2019 07:00:32	0	20...	Ylijännite	U(V): 149.3 303.8 290.6, I(A): 6.3 4.1 6.8, Uavg(V): 149.1 303.0 290.6	03.02.2019 07:00:32	1	03.02.2019 07:00:32	Käsitelty
03.02.2019 03:41:00	0	22...	Yksi vaihe puuttuu	U(V): 230.0 233.1 0.0, I(A): 17.7 8.8 0.0, Uavg(V): 229.9 233.2 0.0	03.02.2019 03:41:00	1	03.02.2019 10:48:00	Käsitelty
03.02.2019 00:50:01	0	22...	Alijännite	U(V): 231.4 232.3 58.0, I(A): 0.3 0.1 0.0, Uavg(V): 231.3 232.7 58.3	03.02.2019 00:50:01	1	03.02.2019 00:50:01	Käsitelty

Kuva 11. Esimerkki hälytyksistä Hälytykset-ikkunassa.

Hälytyksiä on mahdollista myös hallita ja käsitellä DMS:n Selaimen avulla. Selain löytyy samasta Käyttö-pudotusvalikosta kuin Hälytykset. Selain näkyy kuvassa 10 Hälytykset-valinnan yläpuolella. Selaimen Hälytykset valinnassa näkyy puurakenteisesti ne hälytykset, joita ei ole liitetty mihinkään DMS:n keskeytykseen. Hälytykset on ryhmitelty muuntamoittain ja uudet hälytykset on merkitty tähti-symbolilla. Selaimen Hälytyksissä on mahdollista liittää hälytys tiettyyn keskeytykseen, asettaa sille tila kuten Hälytykset-ikkunassa tai lisätä muistilistalle valitsemalla "Lisää uusi tehtävä". Kuvassa 12 on esimerkki kuva Selaimen Hälytyksistä ja hiiren oikealla napilla avautuva valikko.

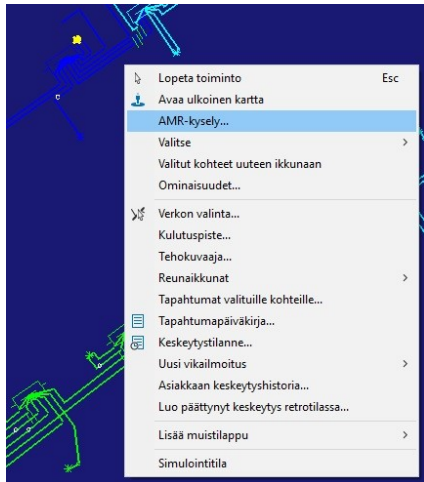


Kuva 12. Esimerkki hälytyksistä Selaimessa ja valikko toimenpiteistä.

Trimble DMS:ssä on mahdollista rekisteröidä automaattisesti vikakeskeytyksiä AMR-hälytysten perusteella. Kun DMS vastaanottaa hälytyksen, niin DMS kirjaa automaattisesti pienjännite-vikakeskeytyksen. Tämän jälkeen on aseteltavissa oleva viive, jossa järjestelmä odottaa mahdollisia lisähälytyksiä. Viiveen jälkeen DMS lähettää kyselyn niille mittareille, joiden perusteella DMS voisi päätellä todennäköisimmän vikapaikan. Jos vikapaikka on luotettavasti määritetty jo ensimmäisistä hälytyksistä, niin kyselyä ei lähetetä. Jos vikapaikka on määritetty, niin DMS rajaa vaikutusalueen luomalla AUKI- tai POISTETTU-tapahtuman.

2.4.2. Trimble DMS:n käyttö etäluettavien mittarien kyselyillä

Kyselyjen avulla käyttäjä voi tarkistaa mittarien tilan ja ryhtyä asianmukaisiin toimenpiteisiin kyselyn vastauksista riippuen. Jotkut mittarit antavat kyselyn vastausviestissä myös jännitteiden ja virtojen hetkellisarvot, jotka parantavat käyttäjän tulkintamahdollisuutta. Trimble DMS:ssä AMR-kyselyitä voi lähettää usealla eri tavalla. Käyttäjä voi valita verkkokartalta yhden tai useamman liittymän ja klikata hiiren oikeaa näppäintä, jolloin aukeaa valikko. Tämä toimenpide on esitetty kuvassa 13. Siinä on valittu yksi liittymä, joka näkyy keltaisella värillä verkkokartalla ja valikosta on valintakohtana AMR-kysely.

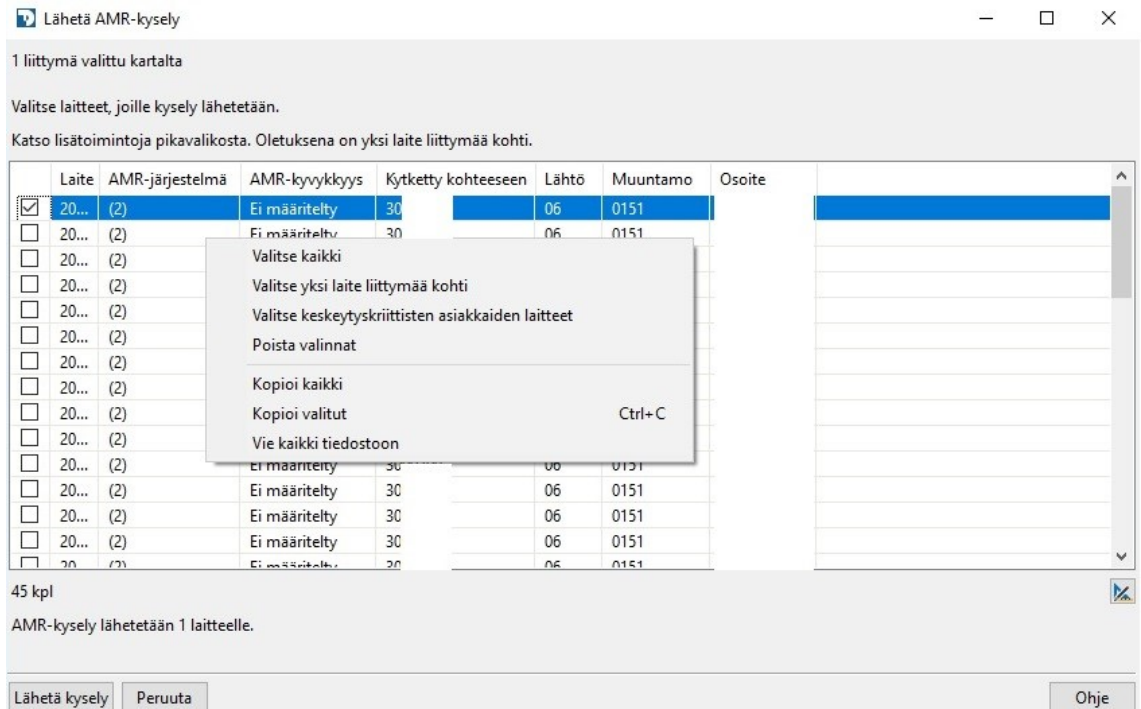


Kuva 13. AMR-kyselyn toteuttaminen verkkokartalta.

Valitsemalla valikosta AMR-kysely avautuu uusi ikkuna, jossa tehdään valinta mille liittymän käyttöpaikoille AMR-kysely halutaan toteuttaa. Käyttäjä voi valita liittymien kaikki käyttöpaikat, yhden käyttöpaikan per liittymä, keskeytyskriittisiksi määritellyt käyttöpaikat tai poistaa kaikki valinnat klikkaamalla hiiren oikealla napilla. Oletusvalintana on yksi käyttöpaikka per valitut liittymät. Ikkunaan voi valita useita eri sarakkeita. Esimerkkikuvaan 14 on valittu sarakkeista:

- Laite, joka tarkoittaa käyttöpaikkanumeroa
- AMR-järjestelmä, joka kertoo, mihin luentajärjestelmään kysely lähetetään. HSV:llä on kahden eri palveluntuottajan luentajärjestelmät.
- AMR-kyvykyys kertoo, pystyykö kyseisen käyttöpaikan mittari vastaamaan kyselyyn.
- Kytkeyty kohteeseen tarkoittaa HSV:llä liittymänumeroa.
- Lähtö on jakokaapin tai muuntamon lähdon numero.
- Muuntamo on liittymää syöttävän muuntamon numero.
- Osoite on käyttöpaikan osoite.

Kuvassa 14 on myös avattu hiiren oikealla napilla avautuva valikko. Ikkunan ylä laidassa lukee, kuinka monta liittymää käyttäjä on valinnut ja alalaidassa, kuinka monelle käyttöpaikalle AMR-kysely on lähdössä. Kun käyttäjä on valinnut ne käyttöpaikat, joille haluaa lähettää AMR-kyselyn, niin painettaessa ikkunan alalaidassa olevaa Lähetä kysely -nappia järjestelmä suorittaa kyselyn.



Kuva 14. Esimerkki Lähetä AMR-kysely -ikkunasta ja hiiren oikealla napilla avautuva valikko.

AMR-kysely on mahdollista lähettää automaattisesti keskeytyksen jälkeen. Kun käyttäjä asettaa keskeytyksen päättyneeksi Vika- tai Suunnitelma-ikkunassa, niin Lähetä AMR-kysely -ikkuna avautuu, jos se on määritelty asetuksissa avautumaan. Avautuvassa ikkunassa on valittuna ne käyttöpaikat, joille on viimeisimpänä palautettu sähkököt.

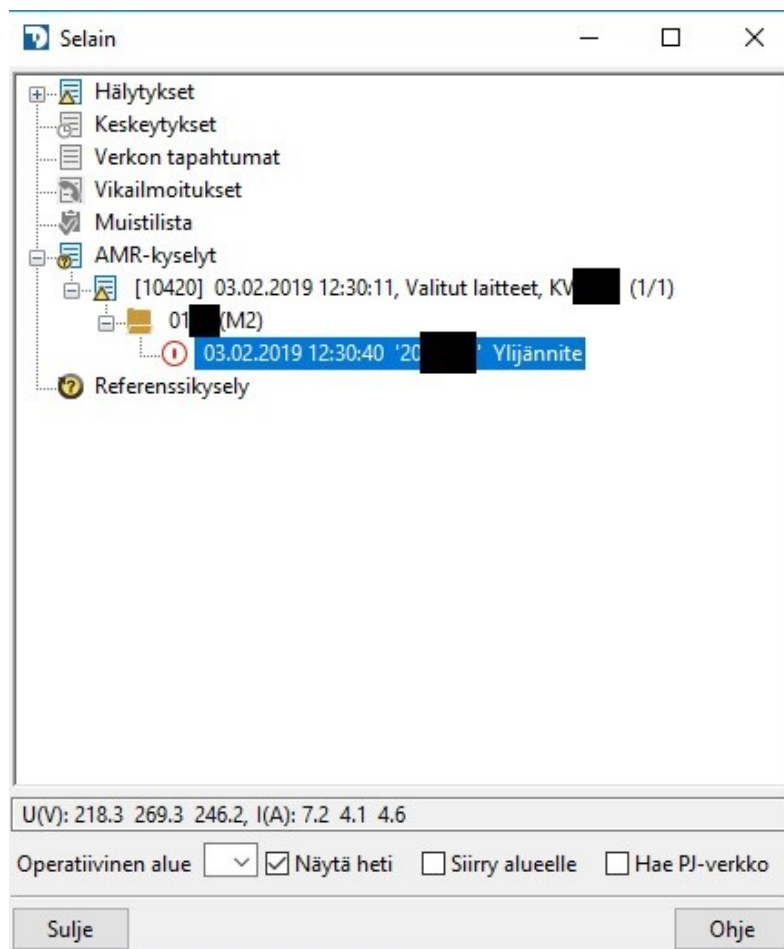
AMR-kyselyitä voi lähettää myös käyttöpaikalle liittyvistä vikailmoituksista. Vikailmoitukset-ikkunassa tulee valita vähintään yksi rivi ja hiiren oikealla napilla avautuvasta valikosta Lähetä kysely -valinta, niin kysely lähtee. Kun kysely on lähetetty, järjestelmä ilmoittaa siitä käyttäjälle istunnon oikeaan alakulmaan tulevalla viestillä ”AMR-kysely lähetetty”, kuten kuvassa 15 on esitetty.



Kuva 15. Järjestelmän viesti ”AMR-kysely lähetetty”.

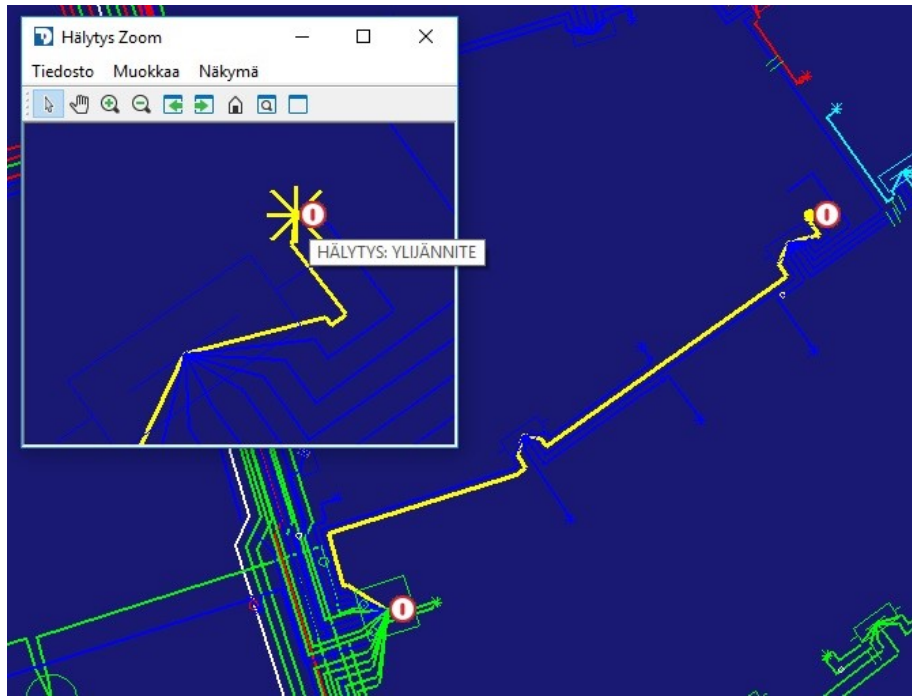
Käyttäjä voi seurata AMR-kyselyiden edistymistä Selaimen AMR-kyselyt puurakenteessa. Kuvassa 16 näkyy esimerkkinä käyttöpaikalle tehty AMR-kysely, jonka vastauksena on tullut ylijännite -tieto. Jos kyselyn vastauksena on jokin muu kuin OK-tila, vastauksena tullut tila muodostaa hälytyksen, samoin kuten spontaanistikin tullut hälytys. AMR-kyselyn puurakenteen kyselyrivillä on kyselyn tunnus, aikaleima, kyselyn tyyppi, kyselyn tekijän tunnus ja vastauslaskuri. Vastauslaskuri näyttää kyselyn etenemisen eli

kuinka monta mittaria on vastannut ja kuinka monelle mittarille on kysely lähetetty. Kyselyrivin alussa olevalla symbolilla on kolme eri tilaa. Keltainen symboli tarkoittaa, että järjestelmä odottaa vastausta vähintään yhdeltä mittarilta. Jos kyselyn tunnuksen edessä on *-merkki, niin se tarkoittaa, että kyselyn vastauksissa on muita kuin OK-vastauksia. Vihreä symboli tarkoittaa, että kysely on valmis ja kaikki mittarit ovat lähettäneet OK-tilan vastaukseksi. Kuvassa 16 näkyvä yleinen hälytyssymboli tarkoittaa, että kysely on valmis ja on vastaanotettu vähintään yksi muu kuin OK-tila. Esimerkkikuvassa se on mittarin havaitsema ylijännite. Kyselyn vastauksille on mahdollista tehdä hiiren oikealla napilla avautuvalla valikolla samat toimenpiteet kuin Selaimen Hälytyksille.



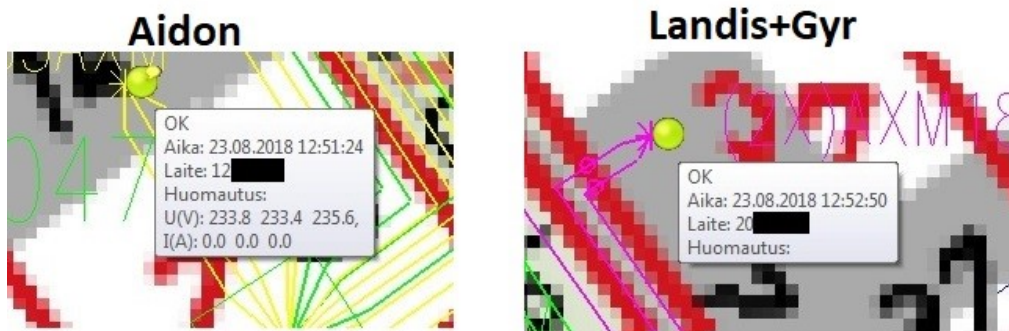
Kuva 16. Esimerkki Selaimen AMR-kyselystä.

Käyttäjä voi siirtyä tarkastelemaan kyselyn vastausta verkkokartalle valitsemalla Selaimen alareunasta Siirry alueelle, jolloin istunnon pääikkuna siirtyy liittymän alueelle. Koska mittarien hälytykset tulevat pääasiassa pj-verkosta, niin käyttäjän kannattaa valita myös Hae PJ-verkko. Jos tarkasteleva vastaus on hälytys, niin avautuu myös Hälytys Zoom -ikkuna, jossa näkyy liittymä tarkemmin. Kuvassa 17 on esimerkkinä ylijännitehälytys pääikkunassa ja Hälytys Zoom -ikkunassa. Järjestelmä näyttää hälytyssymbolin myös syöttävällä muuntajalla ja korostaa liittymää syöttävän verkon osat.



Kuva 17. Hälytys pääikkunassa ja Hälytys Zoom -ikkuna.

Kuvassa 18 näkyy OK-tilan tulokset verkkokartalla, oikealla on Landis+Gyrin mittarin vastaus ja vasemmalla Aidonin mittarin vastaus AMR-kyselyihin. Aidonin mittarin vastausviestissä on tullut myös jännitteen ja virran hetkellisarvot, jotka näkyvät huomautus-kentässä.



Kuva 18. Aidonin ja Landis+Gyrin mittarien OK-tilat kyselyn tuloksena.

3. MUIDEN VERKKOYHTIÖIDEN KOKEMUKSIA ETÄLUETTAVIEN MITTARIEN HYÖDYNTÄMISESTÄ

Osana diplomityötä tehtiin kysely tammikuussa 2019 muille verkkoyhtiöille etäluettavien mittarien hyödyntämisestä käytöntukijärjestelmissä. Kysely toteutettiin sähköisesti Microsoft Forms -lomakkeella ja pyynnöt kyselyyn osallistumiseksi lähetettiin sähköpostilla verkkoyhtiöille. Kysely lähetettiin kolmellekymmenelle suurimmalle verkkoyhtiölle vuonna 2017 siirretyn energian määrän perusteella pois lukien Helen Sähköverkko. Vastauksia saatiin kuudeltatoista verkkoyhtiöltä, joten vastausprosentti oli 55 %. Kyselyssä kysyttiin verkkoyhtiöiltä 21 kysymystä ja viimeiseksi annettiin vapaa tekstilomake. Muutama kysymys toteutettiin Net Promoter Score (NPS) -menetelmällä. NPS-luku lasketaan seuraavalla kaavalla: $\frac{\text{suosittelijoiden määrä} - \text{arvostelijoiden määrä}}{\text{vastaajien määrä}} \%$, jossa suosittelijoita ovat arvosanan 9 tai 10 antaneet ja arvostelijoita 6 tai alle antaneet. Kuvakaappaukset Microsoft Forms kyselystä ja kysymyksistä ovat liitteessä A.

3.1. Kyselyn tuloksia

Keskimääräinen vastausaika oli 28 minuuttia. Ensimmäisellä kysymyksellä haluttiin pitää kirjaa siitä, mitkä verkkoyhtiöt ovat vastanneet kyselyyn. Kysymykset kaksi - neljä liittyivät verkkoyhtiön laajuuteen ja toimintaympäristöön. Vastanneiden verkkoyhtiöiden käyttöpaikkamäärien keskiarvo olivat 90 000 kappaletta ja liittymämäärien keskiarvo 55 000 kappaletta. Vastaajista viisi toimi pääasiassa kaupunkimaisessa ympäristössä kuten kuva 19 havaitaan.

4. Toimiiko verkkoyhtiö enimmäkseen kaupunkimaisessa ympäristössä?

[Lisätietoja](#)

● Kyllä	5
● Ei	11



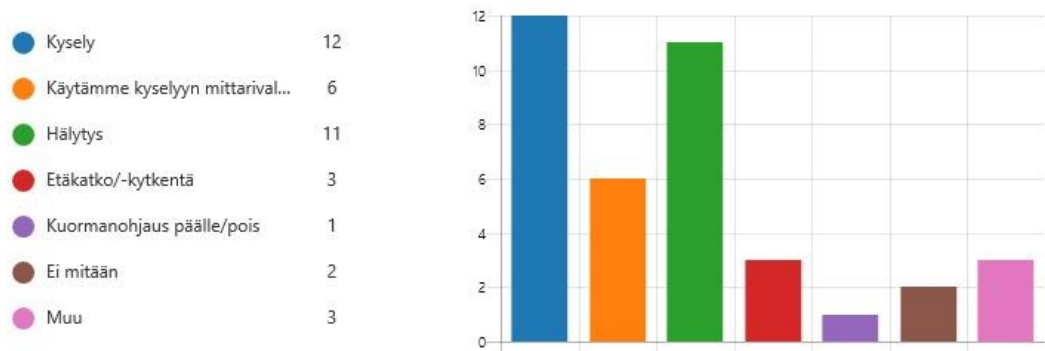
Kuva 19. Kyselyn kysymyksen 4 vastaukset

Kaupunkimaisessa ympäristössä toimivien verkkoyhtiöiden käyttöpaikkojen ja liittymien keskiarvot olivat 76 000 käyttöpaikkaa ja 23 000 liittymää eli keskiarvolla 3,3 käyttöpaikkaa liittymää kohti. Ei-kaupunkimaisessa ympäristössä toimivien verkkoyhtiöiden keskiarvo oli 1,4 käyttöpaikkaa liittymää kohti.

Verkkoyhtiöistä 12 kappaletta vastasi käyttävänsä kyselyä DMS:ssä ja kuusi kappaletta ilmoitti tekevänsä kyselyitä myös mittarivalmistajan omalla sovelluksella. Hälytyksiä käyttää 11 verkkoyhtiötä, etäkatkoja/-kytkentöjä kolme ja kuormanohjauksia yksi verkkoyhtiö DMS:n kautta. Kaksi vastannutta verkkoyhtiötä ei käytä hälytyksiä tai kyselyitä DMS:n kautta. Muissa vastauksissa nämä kaksi verkkoyhtiötä kertoivat hälytysten olevan pois päältä, hälytysten tulevan muuhun järjestelmään ja että DMS:llä luetaan mittarilogeja. Kuvassa 20 on esitetty vastaukset pylväinä.

5. Mitä ominaisuuksia mittareilta käytätte DMS:ssä tai DMS:n kautta?

Lisätietoja



Kuva 20. Kysymyksen 5 vastaukset

Verkkoyhtiöt olivat ottaneet ominaisuudet käyttöön vuosina 2010 - 2015 ja yhdellätoista verkkoyhtiöllä ominaisuudet olivat yhdeltä mittarivalmistajalta. Kolmella verkkoyhtiöllä oli kahden valmistajan mittareilta ominaisuuksia käytössä, mutta vain yhdellä verkkoyhtiöllä ne olivat mittarivalmistajien kesken samanlaiset ominaisuudet.

3.1.1. Kyselyominaisuudet

Neljä verkkoyhtiötä ilmoitti saavansa kyselyn vastauksena Mittarilla kaikki OK/ei-OK, Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat sekä Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset. Nämä verkkoyhtiöt saivat vain yhden valmistajan mittareilta tietoja DMS:ään. Kaikki 12 verkkoyhtiötä, jotka pystyivät tekemään kyselyitä DMS:stä, kokivat ne myös hyödyllisiksi eli antoivat luvun 8 tai korkeamman kysymykseen yhdeksän. Koko kyselyn NPS-tulokseksi tuli 50 ja yhdeksän verkkoyhtiötä oli suosittelijoita eli antoivat luvun yhdeksän tai kymmenen, kuten kuvasta 21 näkyy. Kritisoijiksi NPS-kyselyssä tuli verkkoyhtiöt, joilla ei ole kyselyominaisuus käytössä

9. Kuinka hyödylliseksi kyselyt on koettu DMS:ssä?

[Lisätietoja](#)

Markkinoijat	9
Passiiviset	3
Kritisoijat	2



Kuva 21. Kysymyksen 9 NPS-tulos

3.1.2. Hälytysominaisuudet

Kaikki 11 verkkoyhtiötä, joilla hälytykset tuleva DMS:ään, ottavat niitä vähintään suoramittauskäyttöpaikoilta. Kuusi verkkoyhtiötä yhdestätoista ottaa epäsuorilta, suorilta ja 1-vaiheisilta käyttöpaikoilta hälytyksiä DMS:ään. Kolme verkkoyhtiötä ottaa ainoastaan suorilta käyttöpaikoilta hälytyksiä DMS:ään.

Kuvassa 22 näkyy DMS:ään hälytyksiä ottavien verkkoyhtiöiden vastaukset hälytysten kattavuudesta. Siitä nähdään, että kolmella verkkoyhtiöllä on täydellinen hälytyskattavuus liittymillä. Muutamalla verkkoyhtiöllä hälytysten kattavuus on huomattavasti suurempi liittymätasolla kuin käyttöpaikkatasolla. Kahdella verkkoyhtiöllä hälytyksiä tulee alle 50 % liittymistä. Verkkoyhtiö numero neljän vastausten ero käyttöpaikka-liittymä kattavuudessa selittyy kysymyksen vastausmahdollisuuksien karkeudella eli vastaukset oli mahdollista antaa 10 % välein, koska 100 % käyttöpaikkakattavuus tarkoittaisi myös 100 % liittymäkattavuutta.



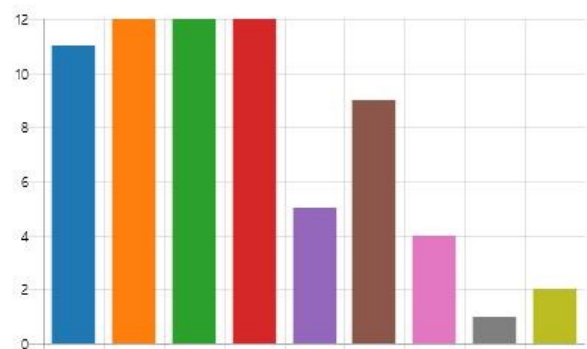
Kuva 22. DMS:ään hälytyksiä saavien yhtiöiden vastaukset kysymyksiin 11 ja 12

Kysymyksessä 13 yksitoista verkkoyhtiötä, joilla hälytykset tulevat DMS:ään sekä yksi verkkoyhtiö, jolla hälytykset ovat pois käytöstä toistaiseksi, vastasivat hälytystyypeistä. Yleisimmät hälytykset olivat vaiheiden puuttuminen, ali- tai ylijännite sekä nollavika -hälytys, kuten kuvasta 23 näkyy. Muu -vastauksia olivat Sopimussulakkeen ylitys ja muuhun kuin DMS:ään tuleva nollavika ja vaihevika -hälytykset.

13. Mitä hälytyksiä otatte DMS:ään?

Lisätietoja

Nollavika	11
Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu	12
Alijännite	12
Ylijännite	12
Kiertosuunta vaihtunut	5
Keskijännitejohdin poikki	9
Sähköntuotantoa verkkoon	4
Sähkökatko (ns. Last gasp)	1
Muu	2

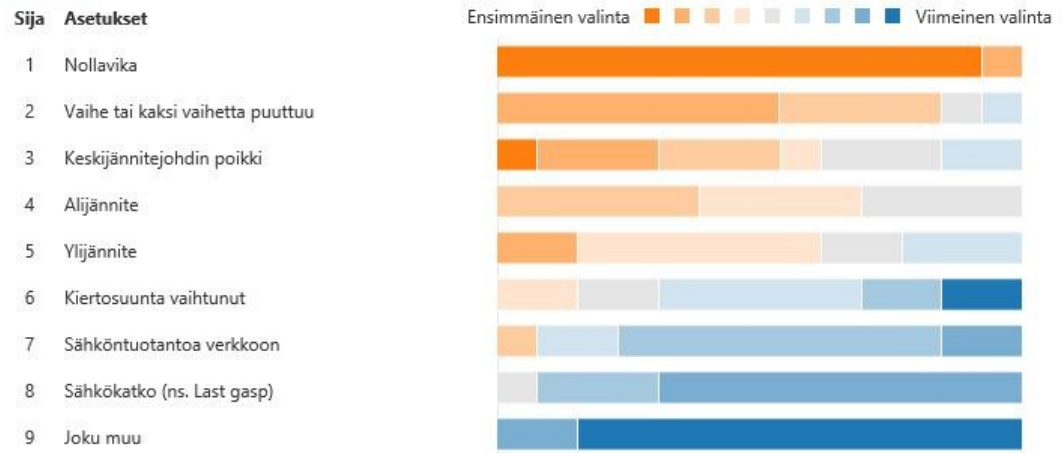


Kuva 23. Kysymyksen 13 vastaukset

Hälytysten hyödyllisyydestä kysyttiin kysymyksessä 14 laittamalla eri hälytykset paremmuus/hyödyllisyys järjestykseen. Kuten kuvasta 24 näkyy, selvästi eniten arvostettiin nollavika -hälytystä.

14. Laita hälytykset paremmuus/hyödyllisyysjärjestykseen DMS-näkökulmasta kokemusten mukaan.

[Lisätietoja](#)



Kuva 24. Kysymyksen 14 vastaukset

Kysymyksessä 15 kysyttiin hälytysten suodattamisesta ja siihen vastasi myös 14 verkkoyhtiötä eli myös kolme, jotka eivät käytä hälytyksiä DMS:ssä. Kuvan 25 vastauksissa näkyy, että vain neljä verkkoyhtiötä eivät suodata lainkaan hälytyksiä eli suurin osa suodattaa jotenkin hälytyksiä pois. Muu -vastauksia olivat: käsin suodattaminen ja mittarijärjestelmän versiovaihdon jälkeen on joskus ilmennyt ongelmia.

15. Oletteko joutuneet suodattamaan turhia/vääriä hälytyksiä pois?

[Lisätietoja](#)

● DMS:ssä	1
● Mittarin päässä	6
● DMS:n ja mittarin välissä	3
● Mitään hälytyksiä ei suodateta	4
● Muu	2



Kuva 25. Kysymyksen 15 vastaukset

Verrattuna kyselyominaisuuden saamaan NPS-tulokseen 50, hälytykset saivat NPS-tuloksen 8 kuten kuvasta 26 näkyy. Jos tarkastellaan vain niitä yhtätoista verkkoyhtiötä, jotka käyttävät hälytyksiä DMS:ssä, niin kahdeksan yhtiötä antoi arvosana 8 tai korkeampi ja kolme antoi arvosanan 6. Viisi verkkoyhtiötä antoi parhaan eli 10.

16. Kuinka hyödylliseksi hälytykset on koettu DMS:ssä?

[Lisätietoja](#)

Markkinoijat	6
Passiiviset	2
Kritisoijat	5



Kuva 26. Kysymyksen 16 NPS-tulos

Kysymyksessä 17 pyydettiin kertomaan vapaalla tekstikentällä niitä toimenpiteitä, joihin hälytykset johtavat. Vastauksista käy selväksi käytäntöjen vaihtelevuus, mutta melkein kaikki toimenpiteet olivat manuaalisia ja edelleen korostettiin nollavika -hälytyksen oikeellisuutta. Muutama verkkoyhtiö pyrkii myös nollavika -hälytyksen tullessa avaamaan käyttöpaikan mittarin katkolaitteen.

Vanhassa Verkkopalveluehdot (VPE) 2014 kohdassa 10.11.1. sanotaan:” Mikäli verkonhaltija saa aina tiedon yksittäisen käyttöpaikan tai alueen sähköjakelun keskeytyksistä automaattisesti, tulee verkonhaltijan kertoa tästä asiakkaalle.” Kysymyksessä 18 kysyttiin verkkoyhtiöiltä, ilmoittavatko he asiakkaille seuraavansa verkon tilaa ja onko asiakkailla mahdollista katsoa mittarinsa hälytyshistoriaa. Yllä mainittu VPE:n kohta on myös uusissa VPE 2019 ehdoissa kohdassa 11.11.1. Kaksitoista verkkoyhtiötä ei ilmoita seuraavansa verkon tilaa ja kaksi ilmoittaa asiakkaille seuraavansa verkon tilaa. Minkään vastanneiden verkkoyhtiöiden asiakkailla ei ole mahdollisuutta katsoa mittarinsa hälytyshistoriaa.

3.1.3. Tulevaisuuden mittarit ja niiden hyödyntäminen

Kysymyksissä 19, 20 ja 21 kysyttiin tulevaisuuden etäluettavista mittareista ja 13 verkkoyhtiötä piti tärkeänä hälytys/kyselyominaisuutta tulevissa mittarihankinnoissa. Kolme verkkoyhtiötä eivät pidä ominaisuuksia erityisten tärkeänä hankinnassa. Nämä kolme verkkoyhtiötä eivät kokeneet nykyäänkään hälytysominaisuuksia hyödyllisiksi. Kuvassa 27 näkyy vastausjakauma kysymykseen 20, jossa suurin osa verkkoyhtiöistä ei näe, että eri valmistajien ominaisuudet eroavaisivat merkittävästi toisistaan.

20. Näettekö, että eri mittarivalmistajien ns. perusmittarien hälytys/kyselyominaisuudet tai muut DMS:ssä hyödynnettävät ominaisuudet tulevat poikkeamaan merkittävästi toisistaan?

[Lisätietoja](#)

● Kyllä	3
● Ei	9
● Muu	3



Kuva 27. Kysymys 20 vastausjakauma

Kysymyksessä 21 pyydettiin näkemystä, miten verkkoyhtiö hyödyntäisi verkkotopologiassaan tulevaisuudessa mittarien ominaisuuksia. Lähes kaikki yhtiöt näkevät, että vähintään liittymätasolle tulee mittari, jossa on hälytys/kyselyominaisuudet. Seitsemän yhtiötä on sitä mieltä, että kaikilla mittareilla tulee olla nuo ominaisuudet. Myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun pystyviä mittareita oltaisiin valmiina laittamaan liittymäkohtaisesti, muuntopiirille tai tiettyihin kohtiin verkkoa.

3.2. Yhteenveto kyselystä

Vastanneista verkkoyhtiöistä kaikki, jotka käyttivät kyselyominaisuutta, kokivat sen erittäin hyväksi. He antoivat arvosanaksi 8 tai parempi arvioidessaan kyselyominaisuuden hyödyllisyyttä. Hälytysten liittymäkattavuudessa on suuria eroja verkkoyhtiöiden välillä. Joillakin verkkoyhtiöillä hälytykset kattavat vain noin 10 % liittymistä, kun taas toisilla se on noin 100 %. Hälytyksistä selvästi nollavika on koettu parhaimmaksi, toisena tulee vaiheita puuttuu -hälytys ja sitten keskijännitejohdin poikki -hälytys. Nämä hälytykset nousevat esiin myös hälytysten aiheuttamissa toimenpiteissä. Hälytysten hyödyllisyys DMS:ssä jakaa mielipiteitä, mutta huonoinkin arvosana on 6. Ainoastaan kolme verkkoyhtiötä yhdestätoista hälytyskäyttäjistä ei suodata hälytyksiä lainkaan. Se, toimivatko verkkoyhtiöt kaupunki- vai maaseutu ympäristössä, ei näyttänyt tuottavan selkeitä eroja vastauksissa. Hälytysten aiheuttamissa toimenpiteissä tuli eroja käytännöissä ja suurin osa oli manuaalitoimenpiteitä.

Luultavasti verkkoyhtiöt eivät ilmoita seuraavansa verkon tilaa VPE:n mukaisesti, koska siitä saattaa aiheutua esimerkiksi vakiokorvausvelvollisuus, jos verkkoyhtiö ei reagoi yksittäiseltä mittarilta tulevaan hälytykseen. Lisäksi, jos verkkoyhtiöillä ei ole 100 %:sti käytöpaikat kattava hälytysmittarijärjestelmä, ilmoitus tulisi laittaa vain osalle asiakkaita.

Tulevien etäluettavien mittarien hankinnoissa hälytysominaisuudet näyttäisivät olevan tärkeitä lähes jokaiselle vastanneelle verkkoyhtiölle. Kuitenkaan suurin osa ei nähnyt, että eri valmistajien perusmittareilla olisi eroja keskenään DMS:ssä hyödynnettävien

ominaisuuksien puolesta. Verkkoyhtiöiden näkemyksen mukaan ainakin joka liittymällä tulisi olemaan mittari, jonka ominaisuuksia voidaan hyödyntää DMS:ssä. Useat yhtiöt näkevät myös, että verkossa pitäisi olla parempaan sähkön laadun seurantaan pystyviä mittareita.

4. NYKYTILA ETÄLUETTAVIEN MITTARIEN HYÖDYNTÄMISESSÄ HSV:SSA

4.1. Sähkön laadun hallinta HSV:ssa

Sähkön laadun katsotaan yleensä koostuvan kahdesta osasta - jännitteen laadusta ja toimitusvarmuudesta. Siksi tässä osassa on sähkön laadun hallinta jaoteltu kahteen osaan, joissa käsitellään, miten HSV:ssa hallitaan jännitetasoa ja toimitusvarmuutta. Vaikka jännitteen laatuun vaikuttavat monet eri asiat, niin tarkasteluun on otettu ainoastaan jännitetaso, koska se on tärkein jännitteen ominaisuus asiakkaille ja helpoiten verkko-yhtiön hallittavissa. Lisäksi jännitetaso on lähes ainoa jännitteen laatuun liittyvä ominaisuus, josta etäluettavat mittarit voivat antaa hälytyksen.

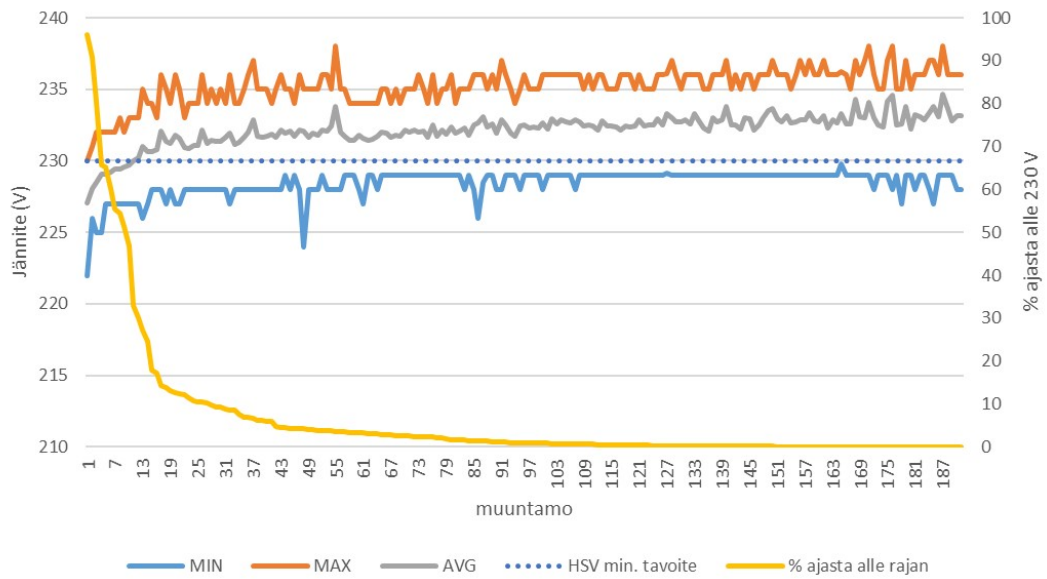
4.1.1. Jännitetason hallinta

Kantaverkkoyhtiö Fingrid säätää ja vastaa jakeluverkkoyhtiöiden suurjännitteisen jakeluverkon jännitteestä 110 kV tasossa. Fingrid on julkaissut 110 kV verkon sähkön laaturaportin vuonna 2015, jossa se määrittelee 110 kV verkon laatutekijät. Tyypillinen käyttöjännite 110 kV verkossa on 118 kV, mutta jännite voi vaihdella 100 - 123 kV välillä. [13]

Jakeluverkkoyhtiöt säätävät päämuuntajien jännitesäätäjillä ja käämikytkimillä keskijänniteverkon jännitetasoa. HSV:llä keskijänniteverkon jännitetasoille on annettu tavoitetasot, joissa jännitteen tulisi pysyä. Keskijänniteverkossa jännitteen sallitaan olevan standardin SFS-EN 50160 mukaisesti asiakkaan liittymispisteessä $\pm 10\%$ nimellisestä, mutta HSV:ssä tavoitejännitteen ylärajat ovat tiukemmat eli $+3\%$ 20 kV verkossa ja $+4\%$ 10 kV verkossa. Tavoitejännitteen alaraja on nimellisjännite.

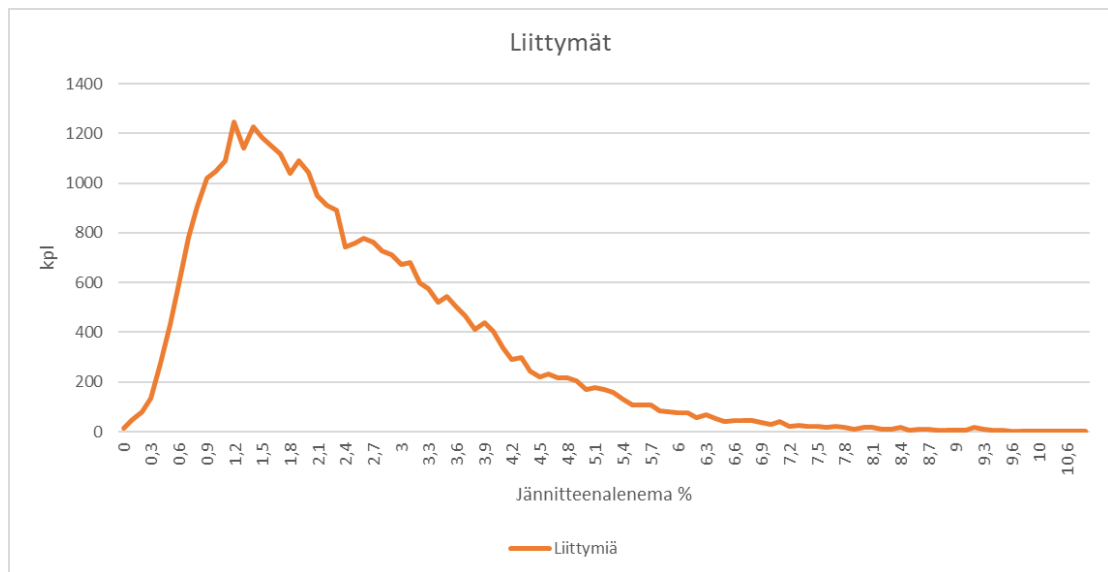
Jakelumuuntajilla voidaan säätää pienjänniteverkon jännitettä väliottokytkimillä. HSV:n itse asettama tavoitejännitteet ovat jakelumuuntajille 230 - 240 V ja pj-verkon asiakkaan liittymispisteelle on ± 5 V nimellisjännitteestä eli 225-235 V. [14]

Kuvassa 28 on esitetty Netcontrolin PQNet-palvelun jakaumatyökalulla tehty haku HSV:n muuntamoautomaatioista, joiden pj-keskuksen jännite oli käynyt joulukuussa 2018 alle 230 voltissa. Tällaisia muuntamoautomaatiokohteita oli 192 kpl. Kuvassa on esitetty muuntamot järjestyksessä siten, että pisimmän ajanjakson alle 230 V olleet ovat vaaka-akselilla vasemmalla. Kuvassa on muuntamoiden maksimi-, keskiarvo- ja minimijännite sekä HSV:n minimijännitetavoite.



Kuva 28. Muuntamoautomaatiot, joiden jännite oli joulukuussa 2018 ollut alle 230 V

Kuvassa 29 on esitetty verkkotietojärjestelmästä tehojakolaskennalla laskettu liittymien laskennallinen jännitteenalenemaprocentti. Kuvasta selviää, että HSV:n verkkoalueella ei jännitetaso ole suuri ongelma, koska vain muutamilla liittymillä laskennallinen jännitteenalenema muuntajalta on yli 10 %, kun muuntajan alajännitepuolen jännitteeksi on oletettu nimellisjännite 230 V. Tällaisia liittymiä on ainoastaan kuusi kappaletta. Vaikka laskennallinen jännitteenalenema on yli 10 %, niin silti liittymän mitattu jännite voi olla yli 207 V, jos väliottokytkintä on muuntajalla nostettu tai muuntajan jännite on todellisuudessa korkeampi kuin 230V. Lisäksi laskennallinen jännitteenalenema perustuu liittymien maksimikuormituksiin ja ne voivat vaihdella.



Kuva 29. Liittymien jännitteenalenema % verkkotietojärjestelmästä

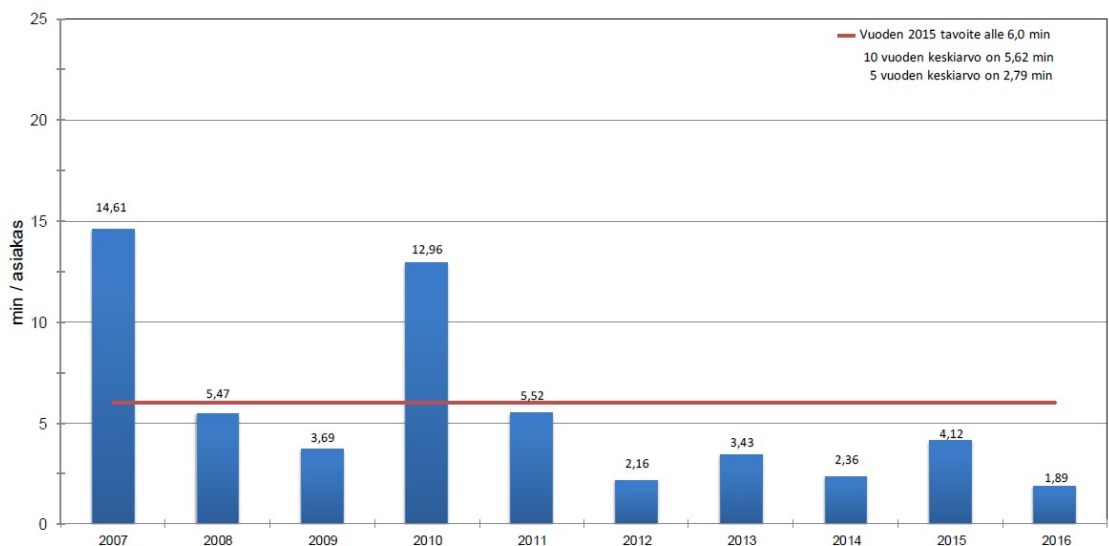
Suurjännitteisen jakeluverkon viat eivät normaalitilassa aiheuta keskeytyksiä johtuen verkon käytöstä renkaassa, mutta oikosulkuviat aiheuttavat suojauksen toiminta-ajan pituisia jännitekuoppia, jotka näkyvät koko HSV:n verkossa. Yleensä jännitekuopan kesto on alle 100 ms. Koko HSV:n verkon laajuisia jännitekuoppia aiheuttavat myös kantaverkon viat ja naapuriverkkoyhtiön suurjännitteisen jakeluverkon viat. Jännitekuoppia tilastoidaan hyödyntäen muuntamoautomaatioiden pienjännitepuolen mittauksia, jotka havaitsevat pääasiassa yli 60 ms:n pituisia ja alle 90 %:n jäännösjännitteisiä jännitekuoppia. Taulukossa 1 on koko HSV:n verkossa havaitut jännitekuopat vuosina 2017 ja 2018.

Taulukko 1. Koko HSV:n verkon jännitekuopat 2017 - 2018

pvm	klo	Kuoppa- alue	Vikaantunut lähtö	Pituus (ms)	Jäännös- jännite(%)	Aiheuttaja
14.3.2017	23:47	Koko verkko	Su-Hn1 110 kV	100	7	Tuntematon (tuuli), avojohto partioitu
21.6.2017	15:51	Koko verkko	Ei tietoa	80	80	Ukkonen?
22.6.2017	18:54	Koko verkko	Fingrid:n verkko	80	88	Porvoo - Ruotsinkylä maasulku ST
18.7.2017	14:14	Koko verkko	Sa - Ml 110 kV	120	26	Salama Sa - Ml johdolle
10.8.2017	11:18	Koko verkko	Ei tietoa	40	85	Ei tietoa
12.8.2017	18:06	Koko verkko	Fingrid:n verkko	40	85	Inkoo - Virkkala oikosulku RST salaman aiheuttama
29.8.2017	11:38	Koko verkko	Ei tietoa	60	88	Ei tietoa
13.7.2018	15:56	Koko verkko	Fingrid:n verkko	60	75	Oikosulku RST Lieto - Rauma johdolla
18.7.2018	8:38	Koko verkko	Fingrid:n verkko	60	89	Oikosulku RST Olkiluoto - Ulvila A virtamuuntaja
18.7.2018	8:57	Koko verkko	Fingrid:n verkko	20	89	Maasulku Olkiluoto sähköaseman ohjauskaapelissa
18.7.2018	10:25	Koko verkko	Ei tietoa	60	89	Ei tietoa
21.7.2018	19:59	Koko verkko	Fingrid:n verkko	60	80	Aiheeton toiminta sarjakondensaattorissa Uusnivala sähköasemalla
30.7.2018	16:53	Koko verkko	Fingrid:n verkko	40	89	Ei tietoa
3.8.2018	6:43	Koko verkko	Ei tietoa	40	89	Ei tietoa
26.8.2018	11:14	Koko verkko	Ei tietoa	60	75	Ei tietoa

4.1.2. Toimitusvarmuuden hallinta

Helen Sähköverkolla aloitettiin vuonna 2008 hanke, jonka päämääränä oli sähkön toimitusvarmuuden parantaminen. Tavoitteeksi asetettiin T-Saidi_{ep} eli muuntopiiritasolla lasketun SAIDI -arvon puolittaminen tasosta 12 min tasoon 6 min. Hankkeessa määriteltiin kuusi keinoa tavoitteeseen pääsemiseksi. Keinot olivat: neljän uuden sähköaseman rakentaminen, kj-avojohtojen kaapelointi, sähköasemien toisiojärjestelmäuusinnat, häiriöiden analysointi ja häiriöselvityksen harjoittelu, keskijänniteverkon muuntamoautomaa-tion käyttöönotto sekä keskijänniteverkon maasulkuvirran kompensointi. Hanke on onnistunut erinomaisesti ja Saidi_{ep} on pudonnut jopa tavoitteen alle. Kuvassa 30 näkyy T-Saidi_{ep}:n kehittyminen ja vuodesta 2016 alkaen Saidi_{ep}. Vuonna 2017 Saidi_{ep} oli tasolla 3,3 min. [11]



Kuva 30. T-Saidi_{ep}:n ja Saidi_{ep} Helen Sähköverkossa vuosina 2007 - 2016

Sähköasematason vikoja esiintyy HSV:llä harvoin, mutta ne aiheuttavat aina normaalitilanteessa laaja-alaisen keskeytyksen. Yleensä sähköasemilla tapahtuvat viat koskevat vain yhtä päämuuntajaa ja se saadaan tavanomaisesti korvattua nopeasti saman aseman toisella päämuuntajalla.

Keskijänniteverkon viat ovat keskeisimmässä roolissa toimitusvarmuutta tarkasteltaessa vikojen määrän osalta, koska ne vaikuttavat suureen määrään asiakkaita sekä saattavat aiheuttaa keskeytyksiä. Keskijänniteverkon vikoja HSV:n verkossa on vuosittain noin 50 kappaletta. Kaikki niistä eivät aiheuta keskeytystä, koska maasulkuvikojen aikana verkkoa käytetään normaalisti. Tämä on mahdollista 10 kV verkossa maasta erotettuna ja 20 kV verkossa käyttämällä maasulkuvirran kompensointia. Maasulkuvian vianselvitystä auttavat sähköaseman releet, jotka ilmoittavat, millä lähdöllä maasulkuvika on ja lisäksi

lähdöllä olevat muuntamoautomaatiot indikoivat, onko vikapaikka niiden takaisessa verkossa. Koska keskijänniteverkko on rakennettu renkaaseen, pystytään maasulkuvikapaikka yleensä erottamaan verkosta ilman keskeytystä asiakkaille. Jossain tapauksissa lyhyt katko saatetaan joutua tekemään vikaa erotettaessa, jos maasulkuvirtaa on enemmän kuin keskijännite-kuormanerotin katkaisukyky on. Standardin SFS6001 mukaan verkkoa voidaan käyttää maasulussa kahden tunnin ajan tai kauemmin, jos vikapaikka on löydetty ja vika ei aiheuta vaaraa. Jos maasulkuvian aikana verkkoa joudutaan käyttämään yli kaksi tuntia ja vikapaikka on löydetty, niin saatetaan joutua katkaisemaan sähköt osalta vikaantuneen lähdon asiakkailta, koska kompensointikela saattaa lämmitä yli sallittujen rajojen. Osa maasulkuvioista muuttuu kaksoismaasuluksi, jolloin vikaantuneet lähdot laukeavat pois verkosta aiheuttaen asiakkaille keskeytyksen. Kaksoismaasulkuvika samalla lähdöllä on yksi hankalimmista vioista selvittää ja se saattaa aiheuttaa vian piirissä oleville asiakkaille pitkän keskeytyksen.

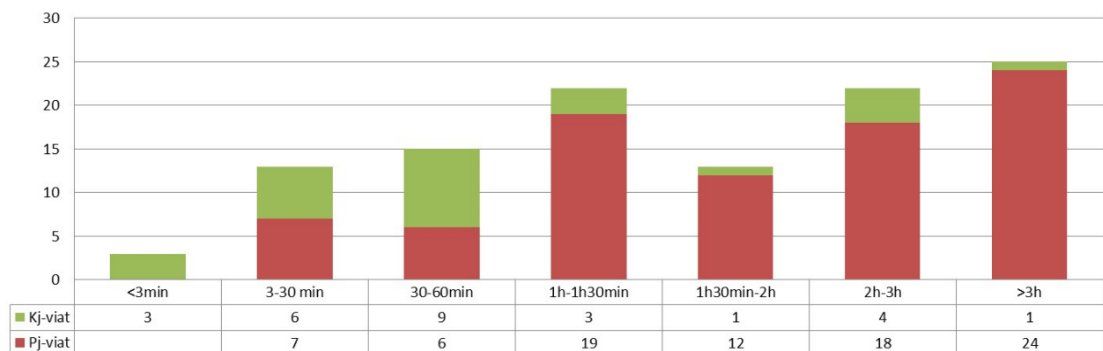
Keskijänniteverkon oikosulkuviat laukaistaan jännitteettömiksi ja ne aiheuttavat kyseisen lähdon liittymille keskeytyksen ja muille päämuuntajan syötössä oleville liittymille jännitekuopan. Vikaantuneen lähdon muuntamoautomaatiot indikoivat oikosulkuvirran kulkua, jolloin käyttökeskuksen operaattori pystyy päättämään, onko vikapaikka niiden takaisessa verkossa. Myös sähköaseman releen ilmoittamaa vikapaikan etäisyys informaatioita käytetään hyväksi. Muuntamoautomaatiolla varustettujen muuntamoiden erotinten kaukokäytöllä pystytään nopeasti palauttamaan sähköt osalle vikaantunutta lähtöä, mutta lopuille liittymille sähköjen kytkeminen vaatii verkonkäyttäjien paikallista toimintaa muuntamoilla. Kaikki HSV:n muuntamot on varustettu paikallisilla oikosulkuindikaattoreilla ja niiden avulla löydetään vikaantunut erotinväli. Kun oikosulkuvika aiheutuu ulkopuolisen toiminnasta esimerkiksi kaivamisesta, niin he yleensä ilmoittavat vikapaikan, jolloin vianselvitys helpottuu ja nopeutuu. Jos vikapaikka on kahden muuntamoautomaatiomuuntamon välissä, pystytään vikapaikka erottamaan kaukokäytöllä nopeasti ja kytkemään sähköt kaikille liittymille, koska verkko on rakennettu renkaaseen.

HSV:n pienjänniteverkossa tapahtuu vikoja vuodessa noin 100 kappaletta. Näiden vaikutusalueet vaihtelevat yksittäisestä liittymästä koko muuntopiiriin. Tyypillisin vika on oikosulkuvika, joka aiheutuu maankaivusta tai komponenttiviasta. Oikosulkuviat aiheuttavat suojaavan sulakkeen palamisen ja siten keskeytyksen asiakkaille. Pienjänniteverkosta vioista tulee tietoa vain asiakkaiden ilmoituksista. Muuntajan vikaantumisesta aiheutuneesta varokekuormanerotin toimimisen aikaansaamasta keskeytyksestä saadaan tieto käytönvalvontajärjestelmään muuntamoautomaatiolla varustetuista muuntamoista niiden pienjännitemittauksen perusteella. Kun pienjännitemittauksen jännitteet

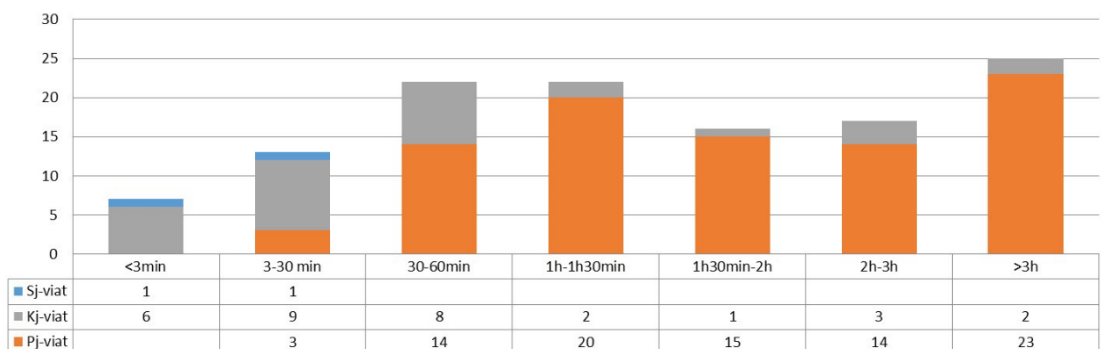
menevät alle 215 V, muuntamoautomaatio lähettää laatupoikkeama-hälytyksen käytönvalvontajärjestelmään, myös osa muuntamoautomaatiolaitteista ilmoittaa käyttösähkön puuttumisesta. Kun laatupoikkeamahälytys tulee, niin käyttökeskuksen operaattori tarkistaa hälyttävän muuntamon käytönvalvontajärjestelmän kuvasta pienjännitteiden lukuarvot. Koska laatupoikkeamahälytys tulee myös jännitteen noususta yli 245 V, jännitteen THD-tason noususta yli 5 %, jännite-epäsymmetrian noususta yli 2 % sekä vaihevirran ja nollavirran suhteen noususta yli 10 %, pelkän hälytyksen perusteella ei voi tehdä johtopäätöstä ongelman laadusta. [9], [12]

4.1.3. Verkon vikamäärät ja tyypit vuosittain eri jännite-tasoissa

Alla olevissa kuvissa 31 ja 32 on esitetty keskeytyksiin johtaneiden vikojen määrät eri jännitetasoissa sekä keskeytysten kestot vuosina 2016 ja 2017. Vuonna 2016 oli 27 keskijännitevikaa ja 86 pienjännitevikaa, jotka aiheuttivat asiakkaille keskeytyksen. Vuonna 2017 luvut olivat: kaksi kappaletta suurjännitteisen jakeluverkon aiheuttamia, 31 kappaletta keskijänniteverkon ja 89 kappaletta pienjänniteverkon aiheuttamia. Keskeytyksien kestot ovat keskijännitevioissa yleensä alle tunti ja pienjännitevioissa alle kolme tuntia.



Kuva 31. Vuoden 2016 keskeytykset



Kuva 32. Vuoden 2017 keskeytykset

4.1.4. Asiakasyhteydenottojen määrät DMS:stä

Taulukossa 2 on esitetty DMS:ään kirjatut vikailmoitukset havaintotyyppin mukaan lajiteltuna. Havaintotyyppi kirjataan asiakkaan ilmoituksen perusteella. Havaintojen tarkempi analyysi antoi muutamia perustapauksia, joita kyseiselle havaintotyyppille on kirjattu:

- Asiakaspalvelu sisältää mm. maksamattomien laskujen takia katkaistujen sähköjen neuvontaa, asiakkaiden omien sulakkeiden palamisia, muita sopimusasioita
- Muu ja Ei määritelty sisältää sekalaisia ilmoituksia mm. muita komponenttihavaintoja, sopimusasioita
- Energiamittari sisältää etäkytkentöjä, epäonnistuneita etäkytkentöjä, jonka takia asentaja on joutunut tulemaan paikalle, rikkoutuneita mittareita, muita sopimusasioita
- Ilkivalta sisältää auki olevia ovia jakokaapeissa ja muuntamoissa, muita komponenttihavaintoja
- Kaivuuvauriossa laitetaan asentaja paikalle
- Sähkökatkoista oli vuonna 2017 33 kpl (2016 34 kpl) alityyppinä Asiakaslaskutus eli asiakkaan sisäinen vika ja 92 kpl (2016 63 kpl) oikosulku/vaihe puuttuu
- Sähkönlaatu sisältää yleisiä laatuun liittyviä yhteydenottoja esim. sähkökatkot, jänniteheilahtelut
- Viranomaispyynnöissä yhteyden on ottanut yleensä Pelastuslaitos tai Poliisi

Taulukko 2. *Vikailmoitusmäärät DMS:stä havainnon tyyppin mukaan*

	Asiakaspalvelu	Ei määritelty	Energiamittarit	Ilkivalta	Kaivuuvaurio	Muu	Sähkökatko	Sähkönlaatu	Viranomaispyyntö	Yhteensä
2015	306	1447	774	39	65	267	100	23	12	3033
2016	613	203	1256	73	120	272	222	40	21	2820
2017	525	58	1010	127	131	138	239	20	33	2281

4.2. Etäluettavien mittarien hyödyntäminen nykytilassa

Nykytilassa HSV:n etäluettavien mittarien hyödyntäminen on mahdollista vain erillisillä mittarivalmistajien sovelluksilla, jotka toimivat verkkoselaimilla. Sovelluksilla on mahdollista ottaa yhteys vain yksittäisiin etäluettaviin mittareihin, jos ne tukevat statusluentaa. Statusluennalla voi tarkistaa esimerkiksi hetkelliset jännitetasot ja vaihevirratt. Statusluennan ominaisuudet vaihtelevat mittarivalmistajan ja mittarityypin mukaan.

Aidonin valmistamille mittareille voi ottaa yhteyden EnerimSMC-sovelluksella. Statusluenta onnistuu kaikilta niiltä mittari- ja moduuliyhdistelmiltä, jotka pystyvät lähettämään

hälytyksiäkin. Mittarit antavat statuskyselyyn vastauksena hetkellisarvot vaihevirroista ja – jännitteistä, kuten kuvasta 33 näkyy.

Tehtävän tiedot			
Tapahtumat		Lukemat	
Mittari	Rekisteri	Lukema	Aika
	CurrentL1	0.20	12.7.2017 10:20:25
	CurrentL2	2.10	12.7.2017 10:20:25
	CurrentL3	0.20	12.7.2017 10:20:25
	VoltageL1	229.50	12.7.2017 10:20:25
	VoltageL2	231.60	12.7.2017 10:20:25
	VoltageL3	233.90	12.7.2017 10:20:25

Kuva 33. EnerimSMC:n statuskyselyn hetkellisarvojen esitys

Landis+Gyrin mittareille saa yhteyden AIM Dashboard-sovelluksella. Sovelluksella voi tarkastaa luentajärjestelmään tallentuneet sähkön laatumiedot, laitteen tapahtumat ja hälytykset valitussa ajanjaksossa. Mittarille voi tehdä luentapyynnön, joka palauttaa vastauksessa hetkelliset vaihejännitteet ja -virrat sekä epäsuorilta E650-mittareilta lisäksi kokonaistehokertoimen, vaihekohtaiset tehokertoimet sekä verkon taajuuden, kuten kuvissa 34 ja 35 näkyy. Epäsuoran E650-mittarin virrat ovat virtamuuntajien toisiovirtoja.

Vaihejännite (L1)	229 V
Vaihejännite (L2)	230 V
Vaihejännite (L3)	230 V
Vaihevirta (L1)	0.04 A
Vaihevirta (L2)	0.19 A
Vaihevirta (L3)	0.34 A

Kuva 34. AIM Dashboardin luentapyynnön mittaussuureet E350-mittarilta

Tehokerroin (L*)	0.97
Tehokerroin (L1)	0.96
Tehokerroin (L2)	0.98
Tehokerroin (L3)	0.99
Vaihejännite (L1)	60.66 V
Vaihejännite (L2)	56.57 V
Vaihejännite (L3)	59.93 V
Vaihevirta (L1)	0.14 A
Vaihevirta (L2)	0.13 A
Vaihevirta (L3)	0.19 A
Verkon taajuus	49.94 Hz

Kuva 35. AIM Dashboardin luentapyynnön mittaussuureet E650-mittarilta

Käyttökeskuksen operaattorit käyttävät järjestelmiä katkaisulaitteiden ohjauksiin, jos jostain syystä automaattinen prosessi ei ole toiminut. Asiakaspuhelun aikana on myös mahdollista tarkistaa mittarilta status ja tehdä arvio, onko vika verkkoyhtiön vai asiakkaan puolella.

5. TAVOITE JA ONGELMAT NYKYJÄRJESTELMILLÄ SEKÄ TULEVAISUUDEN JÄRJESTELMIEN MAHDOLLISUUDET

5.1. Tavoite nykymittareilla ja Trimble DMS:llä

HSV:ssa määriteltiin vuonna 2008, kun Aidonin mittareita alettiin hankkimaan, millaisia sähkön laatuun liittyviä tietoja mittareilta haluttaisiin kerätä. Mittarien toivottiin pystyvän mittamaan tai laskemaan jännitekatkot alku- ja loppuaikoiheen, vaihejännitteiden 10 minuutin keskiarvot, joista poistettu katkotiedot, jännite-epäsymmetria ja nollaviat. Hälytyksiä haluttiin saada pienjänniteverkon vaihekatkosta, yli- ja alijännitteestä, epäsymmetriasta ja nollavioista. Mittareilta haluttiin myös lukea viikoittain tietokantaan jännitekatko, keskiarvojännitteet, pienin ja suurin 10 minuutin keskiarvo jännite ja kaikki hälytyksen aiheuttavat tapahtumat. Näihin tavoitteisiin ei kuitenkaan päästy. [15]

Tavoite olisi saada nykyisiltä mittareilta vähintään kyselyominaisuus käyttöön HSV:n DMS-järjestelmään, jotta asiakaspuhelun aikana Vikakeskuksessa ja Käyttökeskuksessa olisi helpompi saada tietoa mittarilla vallitsevasta sähkön syötön tilasta. Kyselyominaisuus auttaisi myös pienjänniteverkon vikojen hallinnassa, koska palveluntuottajan Vikakeskus voisi haarukoida mahdollisen vikapaikan tarkemmin. Tämän hyöty on kuitenkin HSV:n tapaisessa kaupunkiverkossa pieni, koska mahdollisten vikapaikkojen etäisyydet ovat lyhyitä ja pääosin helppokulkuisia pois lukien muutamat saarikohteet. Täten kentällä tehtävän työn aikasäästöä ei juuri synny.

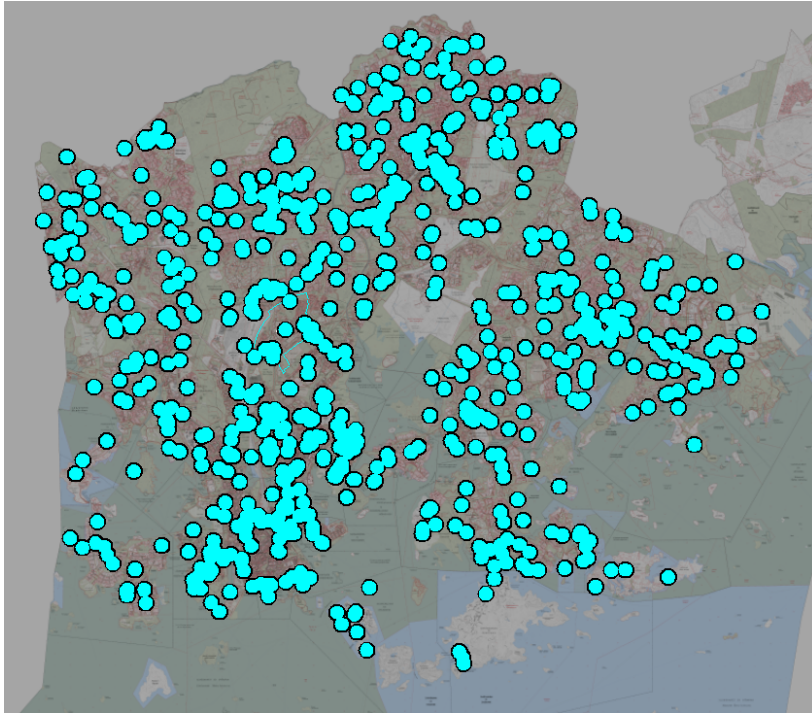
Jotta DMS:ssä voidaan hyödyntää tehokkaasti hälytyksiä, tulee niiden laatua ja luotettavuutta parantaa. Käyttökeskusympäristössä datan laadun tulee olla erittäin hyvää, jotta operaattorit voivat tehdä oikeita tulkintoja niistä. Nollavika-hälytys on kyselynkin mukaan luotettavin ja hyödyllisin hälytys, joten sen saaminen käyttökeskukseen on tärkeää. Jotkut verkkoyhtiöt jopa avaavat katkaisulaitteen mittarin havaittua nollavian. Tätä mahdollisuutta tulisi myös tutkia HSV:ssä, jotta asiakkaiden laitteiden vauriot nollavikatilanteessa olisivat mahdollisimman pienet.

Datan laadun luotettavuuden merkitys kasvaa, jos otetaan käyttöön automaattisesti tulkintoja tekeviä algoritmeja, kuten DMS:n automaattinen vikatapahtuman luonti tai mahdollisesti tulevaisuudessa FLIR-ominaisuuksia. FLIR -ominaisuuksilla tarkoitetaan automaattista vian paikantamista, erottamista ja sähköjen palauttamista vikaantumattomiin verkon osiin. Kuten seuraavassa luvussa 5.1.2 tulee esiin, nykymittarien tämän hetkiset

hälytykset eivät ole riittävän luotettavia. Niiden antamien hälytysten tulkinnan helpottamiseksi kaikki hälytykset tulisi siirtää johonkin toiseen järjestelmään ja niitä tulisi verrata DMS:n vikatilastoihin. Todennäköistä on kuitenkin, että hälytyksiä joudutaan suodattamaan ennen kuin niitä kannattaa ottaa HSV:llä käyttöön, kuten monet muutkin verkko-yhtiöt ovat joutuneet tekemään kyselyn perusteella. Suodatettaviin käyttöpaikkoihin kuuluvat ainakin yksivaiheikäyttöpaikat ja alamittauskäyttöpaikat, joissa etäluettavat mittarit ovat liittymispistettä syvemmillä asiakkaan verkossa.

5.1.1. DMS:n datan laatu

DMS saa verkkotopologian HSV:n verkkotietojärjestelmästä eli TrimbleNIS:stä. Verkkotietojärjestelmässä on lokakuussa 2019 tehdyssä otannassa 861 kytkemätöntä pj-liittymää, jotka eivät siis kytkeydy verkkotopologiassa mihinkään. Kuvassa 36 on esitetty kytkemättömien pienjänniteliittymien maantieteellinen jakauma NIS:ssä. Kuvasta nähdään, että kytkemättömiä liittymiä on tasaisesti ympäri HSV:n verkkoa. Osaan liittymien kytkemättömyyteen on luonnollinen selitys kuten, että liittymä on purettu tai ylläpidossa, mutta osa on käytössä ja dokumentointivirheiden vuoksi kytkemättä. Hälytysmittareita topologiaan kytkeytymättömillä liittymillä on 98 kappaletta. Jos kytkemättömän liittymän mittari antaa hälytyksen, niin DMS ei osaa liittää hälytystä ylemmälle tasolle, verkkotopologiassa esimerkiksi jakokaapille tai muuntajalle. Tällaisilta mittareilta voidaan ottaa hälytysominaisuudet pois, jotteivät ne aiheuta vääriä tulkintoja tai sitten voidaan parantaa dokumentaatiota selvittämällä liittymän syöttö. Koska HSV:n etäluettavat mittarit käyttävät kommunikointiin radioverkkoja eikä esim. sähköverkkoa PLC-tekniikalla, niin etäluettavien mittarien hyödyntäminen pienjänniteverkon topologian dokumentoinnin parantamiseen on vähäinen. Ainoastaan, jos dokumentoimattoman liittymän mittarit hälyttävät jossain vikatilanteessa, voidaan liittymän tulkita olevan vian piirissä. Tällöin dokumentoinnin oikeellisuuden parantaminen riippuu siitä, kuinka lähellä vikapaikka on liittymää. Käytännössä vian tulee olla pienjänniteverkon vika, jotta hälytysten tulkintaa voisi käyttää tehokkaasti dokumentaation parantamiseen.



Kuva 36. Kytkemättömät pj-liittymät NIS:ssä

5.1.2. Mittarien antamat virheelliset hälytykset

Koska HSV:n verkko on vahva ja häiriöitä on vähän, hälytyksiä mittareilta pitäisi tulla vähän. Kuitenkin, kun hälytyksiä on vastaanotettu käytössä olevilta mittareilta DMS:n testiversioon, niin on havaittu hälytyksiä tulevan paljon.

Esimerkiksi kolmen tarkastelujakson aikana touko-kesäkuussa 2017 ja joulukuussa 2017 sekä tammikuussa 2018 hälytyksiä tuli Landis+Gyrin mittareilta 422 351 kpl. Taulukossa 3 on esitetty hälytystyyppien jakauma ja kuinka monelta erilliseltä käyttöpaikalta niitä tuli. Koska yhdeltä käyttöpaikalta voi tulla erilaisia hälytyksiä, käyttöpaikkojen summa ei ole yhtä suuri kuin hälytystyyppien käyttöpaikkojen summa.

Taulukko 3. *Landis+Gyr mittarien hälytyksien jakauma tarkastelujaksolla*

Hälytystyyppi	Hälytyksiä	Erillisiä käyttöpaikkoja
Alijännite	378 998	602
Kaikki vaiheet puuttuvat	6844	3196
Kaksivaihetta puuttuu	1064	346
Nollajohdin rikki	79	7
Yksi vaihe puuttuu	35 289	1481
Ylijännite	77	4
Summa	422 351	4785

Landis+Gyr mittarien virheellisesti tulevat hälytykset aiheutuvat mm. kolmivaihemittarien asentamisesta yksivaiheikäyttöpaikoille, asiakkaiden omasta toiminnasta ja mittarien ominaisuuksista.

Aidonin mittareille aktivoitiin PiHa-ominaisuudet noin 3500 käyttöpaikalle syksyllä 2018, jotta pystyttiin tarkastelemaan niiltä tulevia hälytyksiä DMS:n testiversioon ennen kuin kaikkia PiHa-ominaisuuksiin kykeneviä mittareita aktivoitaisiin. Tulokset olivat hyviä hälytysten oikeellisuuden suhteen, vain muutamilta mittareilta tuli virheellisiä hälytyksiä. Virheellisiä hälytyksiä tuli lähinnä muutamilta yksivaihemittareilta per kuukausi, mutta muuten virheellisiä hälytyksiä ei vaikuttanut tulevan. Virheellisen hälytyksen antaneet mittarit tekivät myös energiamittauksen tuntiaikasarjaan virheellisen lukeman, samalle tunnille kuin hälytys oli tullut, virheellisen lukeman. Aidon selvittää virheen syytä.

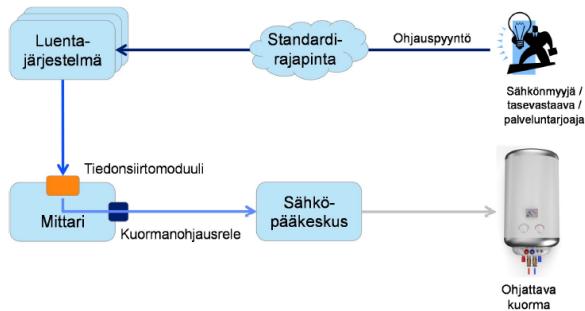
5.2. Tulevaisuuden etäluettavat mittarit ja DMS-järjestelmät

Tässä luvussa on tarkasteltu viime aikaisia julkaisuja tulevien etäluettavien mittareiden ominaisuuksista, jotka liittyvät sähkön laatuun tai hyödyntämispotentiaaliin DMS-järjestelmässä.

Energiateollisuus julkaisi kantapaperin 15.6.2017 ”ET:n näkemys seuraavan sukupolven sähköenergiamittareiden ominaisuuksista”, jossa on kuvattu ET:n näkemys vähimmäisominaisuuksista, joita mittareille asetetaan lainsäädännössä. Mittareilta vaadittavia ominaisuuksia olisivat hetkellisen tehon mittaaminen sekä myös alle 3 minuutin keskeytykset eli myös pikajälleenkytkentöjen rekisteröinti. Kantapaperin näkemyksen mukaan tieto keskeytyksistä veloitettaisiin tallentamaan datahub:iin. ET myös ehdottaa, että kaikissa käyttöpaikoissa voisi olla ns. perusmittari ja verkkoyhtiöt voisivat laittaa tiettyihin käyttöpaikkoihin kalliimman ja monipuolisemman mittarin, joka helpottaisi verkon hallintaa ja sähköturvallisuutta. [16]

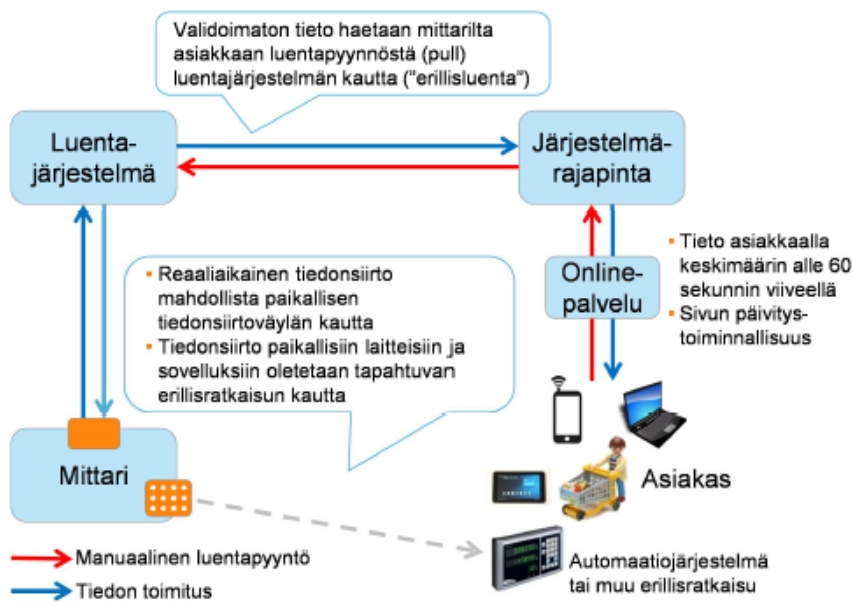
Älyverkkotyöryhmän työn taustaksi tehdyn 15.12.2017 julkaistun AMR 2.0. loppuraportin mukaan tulevien etäluettavien mittarien tulisi pystyä mittaamaan hetkellisesti vaihekohtaisesti pätö- ja loisteho, jännite, virta ja taajuus. Jos joitain arvoja, esimerkiksi kuukauden pätötehohuippu, käytetään laskutuksessa, niin ne pitää rekisteröidä laitteen muistiin ja välittää asiakkaalle. Lisäksi mittarin tulisi pystyä rekisteröimään myös alle kolmen minuutin keskeytykset. Myös keskeytystiedot tulisi välittää asiakkaalle. Mittaustieto tulisi olla helposti saatavilla reaaliaikaisesti tai lähes reaaliaikaisesti, jossa lähes reaaliaikaisuus tarkoittaa sekuntitasoa. Reaaliaikainen tieto siirrettäisiin fyysisen rajapinnan kautta vähintään viiden sekunnin päivitystiheydellä. Edellä mainitut olisivat osa mittareilta vaadittavia pakollisia perusominaisuuksia. Näiden lisäksi on mainittu muutamia lisäselvityksiä vaativia toiminnallisuuksia, kuten kuormanohjauksen käyttö ja reaaliaikainen tiedonsiirron toteutustapa. Kuormanohjaustoiminnallisuuden käyttämisestä on kuvattu raportissa

kuvan 37 mukaisesti. Raportissa on esitetty, että toiminnallisuuden mahdollistaisi standardirajapinta tai Datahub.



Kuva 37. AMR 2.0. raportin kuva kuormanohjauksesta.

Reaaliaikaisesta tiedonsiirrosta on tarkasteltu vaihtoehtoja paikalliselle fyysiselle tiedonsiirtorajapinnalle. Yksi esitetty vaihtoehto on mittaustiedon välittäminen lähes reaaliaikaisesti esim. online-palvelusta. Kuvassa 38 on esitetty järjestelmän periaatteellinen toiminta. Tässä asiakas tekisi luentapyynnön, joka välitetään mittarille asti ja viiveeksi on arvioitu 60 sekuntia. Fyysinen rajapinta mahdollistaisi enintään viiden sekunnin viiveen. Vaihtoehtoinen tapa olisi lukea tietoa mittarilta järjestelmiin vuorokausiluentaa tiheämällä syklillä ja sieltä välittää asiakkaille.



Kuva 38. AMR 2.0. raportin periaatekuva lähes reaaliaikaisen mittaustiedon toimittamisesta verkonhaltijan tietojärjestelmien kautta

Muita esitettyjä toiminnallisuuksia, joita verkonhaltijat voisivat halutessaan vaatia mittareilta, olisivat esimerkiksi ohjelmallinen sulake, sähkön laatuun liittyvät mittaukset ja aktiiviset hälytykset. Nämä eivät kuitenkaan olisi velvoitettuja vaatimuksia ja niitä ei otettaisi huomioon mittarin yksikköhintaa määritellessä.

AMR 2.0 loppuraportin sidosryhmien haastatteluissa aktiivisista hälytyksistä nostettiin esiin jännitteen laatuhälytykset ja nollavikahälytykset. Hälytysten toivottiin olevan myös reaaliaikaisia. Verkkoyhtiöt pitivät haasteena hälytysten suurta määrää ja heidän mielestään tietojärjestelmien pitäisi suodattaa sekä priorisoida hälytyksiä. Niin sanotusta softasulakkeesta ei ollut selkeää näkemystä, mutta todettiin kuormanohjausreleen olevan parempi virranrajoittimena kuin katkaisulaitteen. Verkkoyhtiöt olisivat halukkaita ottamaan tietyiltä käyttöpaikoilta reaaliaikaista mittaustietoa, mutta niiden vaativa tiedonsiirto nostanee kustannuksia merkittävästi. Kysyntäjoustopalvelujen tarjoajat myös halusivat reaaliaikaista tietoa mittareilta. Mittalaitteiden nähdään kehittyvän älykkäiksi sensoreiksi, jotka antavat luotettavampia ja monipuolisempia mittauksia. Lisäksi mittalaitteiden kehitys auttaa mittareita tarkkailemaan omaan kuntoon, joka helpottaa mittalaitteiden ylläpidon kustannusten kanssa. Tiedonsiirtoteknologioiden kehitys mahdollistaa nopean tiedonsiirron ja lyhyemmät vasteajat. [17]

Älyverkkotyöryhmän loppuraportissa ja sen liitteissä on esitetty lopulliset tulokset toimeksiannosta. Raportin kohdassa 3.3.1 käsitellään tulevaisuuden etäluettavien mittarien ominaisuuksia, jotka pääpiirteissään ovat samat kuin AMR 2.0 -raportissa. Älyverkkotyöryhmä kuitenkin ehdottaa, että kuormanohjaustoiminnallisuus tulisi sisällyttää asiakkaille, joilla on merkittäviä ohjattavia kuormia. Jakeluverkkoyhtiöiden tulisi luoda tekninen alusta kuormanohjausreleen ohjauksikäskyille, joita palveluntarjoajat hyödyntäisivät kulusjoustopalveluissa. Suomen Lähienergialiitto jätti kuormanohjaustoiminnallisuudesta eriyvän mielipiteen, joka on työryhmän raportin liitteenä. Eriävä mielipide liittyi kuormanohjauksen rajapinnan luomiseen verkkoyhtiöiden toimesta. Lähienergialiitto halusi kuormanohjauksen rajapinnan luonnin olevan kilpailulla markkinalla. Työryhmä myös ehdottaa, että uusien mittarien tulisi mitata nykyistä useampia suureita ja nykyistä tiheämmin.

Loppuraportin liitteessä on esitettyjen ehdotusten tarkempia perusteluja. Niissä mainitaan, että verkkoyhtiöllä voisi olla oikeus ohjata kuormia omista tarpeistaan poikkeustilanteissa tai jopa tilapäisesti keskeyttää sähkön toimitus. Verkkoyhtiöille annettaisiin myös mahdollisuus rajoittaa kulusjoustoa, jos on vaara verkon käytön vaarantumisesta. Reaaliaikainen mittaustiedon toimittaminen nähdään nykyteknologioilla kalliiksi, mutta työryhmä suosittaa verkkoyhtiöitä kehittämään pyyntöpohjaisia mittaustietopalveluita ja tiheämpää luentasykliä uusien mittarien ja järjestelmien avulla. Alla on lueteltu ne työryhmän keskeiset ehdotukset, jotka voidaan katsoa liittyvän diplomityön aiheeseen.

- Vähintään taseselvitysjakson mukainen energiatiedon rekisteröintitiheys. Rekisteröintitiheys tulee olla päivitettävissä etäyhteydellä. Taseselvitysjakso tulee lyhenemään 15 minuuttiin vuoteen 2025 mennessä. Mittarissa tulee varautua myös lyhyempiin taseselvitysjaksoihin.
- Pätö- ja loistehon sekä energian mittaus sekä rekisteröinti vaihekohtaisesti
- Hetkellisten tehollisarvojen mittaus: pättö- ja loisteho, jännite ja virta
- Myös alle kolmen minuutin pituisten jännitteettömien aikojen rekisteröinti
- Mittauslaitteen toiminnallisuutta määrittelevien ohjelmistojen etäpäivitettävyys
- Etäkatkaisu- ja kytkentätoiminnallisuus. Tätä ei kuitenkaan sovelleta virtamuuntajamittareille.

Edellä mainittujen ehdotusten on todettu olevan samankaltaisia kuin naapurimaissa, joten Suomen markkinoita varten ei tarvitse räätälöidä mittareita. Työryhmä huomauttaa, että nämä olisivat vain minimitoiminnallisuuksia ja verkkoyhtiöt voisivat määritellä itse lisäominaisuuksia. [18], [19], [20]

5.3. Johtopäätelmät ja niiden arviointi

5.3.1. Etäluettavat mittarit

Koska HSV:n verkossa on vähän pienjänniteverkon vikoja ja vähän liittymiä, joissa ei ole vakituista asutusta tai muuta jatkuvaa toimintaa, etäluettavien mittarien hälytykset eivät ole yhtä suuressa roolissa kuin muissa verkkoyhtiöissä. Asiakkaat ilmoittavat pienjänniteverkon vioista yleensä nopeasti, joten mittarin hälytyksen mahdollisesti tuoma hyöty viankorjauksen nopeutumisessa on todennäköisesti hyvin pieni. Siksi HSV:n ei kannata laittaa suurta painoarvoa tulevien mittarien hälytysominaisuuksiin. Tulevissa mittareissa lienee jo perusversioissa riittävät hälytysominaisuudet. Tärkeämpää hälytyksissä olisi, että päästäisiin eroon virheellisistä hälytyksistä tai niiden tulevista käyttökeskuksen operaattoreille asti. Mittareilta tulevista hälytyksistä pitäisi saada myös tieto, kun tilanne mittarille on palannut normaaliksi. Tämän tiedon avulla pystyttäisiin automaattisesti kuittamaan hälytyksiä pois.

Olisi myös hyödyllistä, että eri mittarivalmistajien mittarien hälytykset ja niiden parametrit olisivat riittävän samankaltaisia, jos hankitaan eri valmistajien mittareita. Tulevaisuuden etäluettavien mittareiden kuitenkin oletetaan mittaavan nykyistä paremmin sähkön laatuun liittyviä suureita ja tiheämmällä näytteenotolla. Näitä tietoja voisi myös HSV hyödyntää verkon pitkäaikaisen sähkön laadun seurannassa. Todennäköisesti reaaliaikainen mittaustiedonsiirto kaikilta mittareilta tietojärjestelmiin ei ole lähitulevaisuudessa

mahdollista. Silti joiltain mittareilta kannattaisi kerätä tietoa esimerkiksi 60 sekunnin välein. Tämä tarve tulee korostumaan, jos halutaan tarjota alusta kysyntäjoustotuotteille. Tiedonsiirtoyhteyden toimivuutta tulisi myös seurata, jottei tehtäisi virheellistä oletusta verkon tilasta. Näin voi käydä, jos tiedonsiirtovika estää mittarien hälytysten saamisen. Lähes reaaliaikainen tietojen keruu auttaisi myös tässä, koska tieto yhteyden katkeamisesta tulisi nopeammin. Hälytys-sanomaan kannattaisi myös laittaa mittarin jännite- ja virtatieto, ettei erikseen tarvitse tehdä kyselyä mittarille. Mittarilta saataviin tietoihin tulisi saada myös tieto tehonsuunnasta eli esimerkiksi virta olisi negatiivinen, jos se siirtyisi mittarilta verkkoon päin. Mittarien tulisi myös pystyä lähettämään tieto sähköjen katkeamisesta eli niissä tulisi olla niin sanottu last gasp -ominaisuus.

Koska HSV:llä on vähän liittymiä suhteessa käyttöpaikkamäärään, voitaisiin harkita monipuolisemmin sähkön laatua mittaavien ja parempaa tietoa verkon tilasta antavien mittareiden hankkimista yksi per liittymä. Kun uusia liittymiä rakennettaisiin, pitäisi muistaa asentaa yksi parempi mittari liittymälle. Muita vaihtoehtoisia kriteerejä parempien mittarien sijoituksille voisi olla esimerkiksi liittymällä oleva yhteiskunnallisesti kriittinen asiakas, liittymän keskeytyksen aiheuttama KAH-arvo on suuri eli suuri sähkönkuluttaja tai yksi parempi mittari per muuntopiiri. Näissä vaihtoehdoissa pitää ottaa huomioon mahdolliset muutokset mittarin elinkaaren aikana, esimerkiksi verkon topologian muuttuminen tai asiakkaiden muutokset, jolloin tarkastelua pitäisi tehdä uudelleen. Tällaisen paremman mittarin hyvien sähkön laadun mittaussominaisuuksien lisäksi tulisi pystyä myös laittamaan tarkat aikaleimat tapahtumille, jotta vertailu esimerkiksi verkon jännitekuoppiin olisi helpompaa. Paremmassa mittarissa tulisi olla myös niin sanottu last gasp-ominaisuus, ellei se ole jo ominaisuutena perusmittareissa.

Kuormanohjausrele tulee olemaan vaatimus myös uusissa etäluettavissa mittareissa. HSV:n käyttöpaikoista suurin osa on kerrostaloasuntoja, joissa kuormanohjauksen hyödyntämispotentiaali on pieni. Luultavasti myöskään kerrostaloasuntojen käyttöpaikat eivät olisi erityisen kiinnostuneita hetkellisistä virtamittauksista. Älyverkko työryhmän raportissa todetaan, että kuormanohjausreleen hinta ei olisi niin suuri, että se vaikuttaisi merkittävästi mittarin hintaan. Täten on todennäköistä, että se tulee olemaan joka mittarissa oletuksena.

5.3.2. DMS-järjestelmä

Käyttökeskuksessa käytettävistä mittarivalmistajien omista sovelluksista tulee luopua. Tällöin DMS:ssä pitää saada toimimaan samat ominaisuudet kuin mitä nyt käytetään mittarivalmistajien omissa sovelluksissa. Näihin ominaisuuksiin kuuluu jännitteen ja virran hetkellisarvokyselyn lisäksi etäkatkaisu ja -kytkentä, kuormanohjausreleen ohjaus

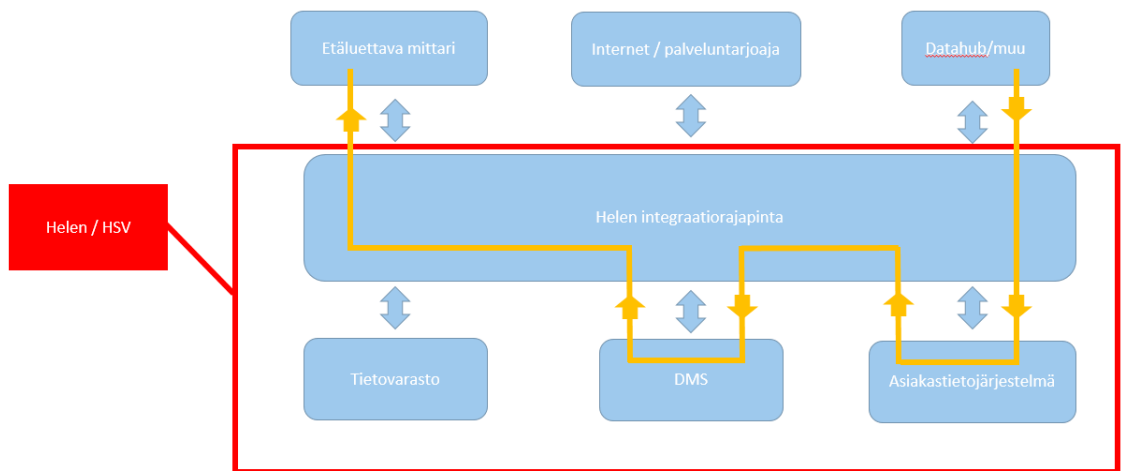
sekä tilatietokysely katkaisulaitteelle ja kuormanohjausreleelle. DMS:n ominaisuudet korostuvat, jos hankitaan usean eri mittarivalmistajan mittareita, koska silloin käytettävät sovelluksetkin todennäköisesti lisääntyvät. Kytkeä Katkaisu- ja kuormanohjaustoiminnallisuutta varten DMS:ssä tulisi olla tieto katkaisulaitteesta eli onko suora/epäsuora mittari sekä kuormanohjausreleen tyyppi.

Kyselyominaisuudella tulisi nykyisten jännite- ja virtatietojen lisäksi tulla tietoa muista mittarin tarkkailemista suureista ja tiloista. Jos kyselyllä ei saisikaan yhteyttä mittarille, niin aikatieto mittarin viimeisimmästä yhteydestä järjestelmään auttaisi häiriöselvityksessä. Myös tieto katkaisulaitteen ja kuormanohjausreleen todellisista tiloista auttaisi asiakaspuheluissa. Kyselyominaisuus saattaisi olla myös tarpeeton, jos mittarit lähettäisivät hetkellisarvotietoja suhteellisen tiheästi esimerkiksi viiden minuutin välein ja tieto tallennettaisiin DMS-järjestelmään. DMS ei todennäköisesti olisi paras vaihtoehto tietojen pitkäaikaiseen säilytykseen tai raakadatan analysoimiseen. Mittarien mittaamat tiedot voisi lähettää eteenpäin mittaustietokantaan tietyn ajan kuluttua. Mittaustietokannasta voisi tehdä pidemmän ajan analyysseja verkon tilasta.

DMS:n pitäisi osata yhdistää ja suodattaa mittareilta saatavia hälytyksiä ylöspäin verkolla aina päämuuntajatasolle asti ja mielellään myös siitä ylöspäin 110 kV verkon tasolle. Jos päämuuntaja irtoaa verkosta, niin DMS:n pitäisi osata yhdistää kaikkien sen syötössä olleiden mittarien hälytykset yhdeksi hälytykseksi, ettei ylimääräisiä hälytysrivejä tulisi. Tämä edellyttää ehjää verkkotopologiaa niin keskijännite- kuin pienjännitetasolla. DMS voisi myös tulkita vain osan saman liittymän mittareista antaessa hälytyksen, että vika on todennäköisesti liittymän sisäinen. Tätä voisi helpottaa DMS:ssä oleva käyttöpaikkaosoitteen rappunumero tai -kirjain-tieto.

Jos halutaan tarjota alusta kuormanohjausreleen käytölle, niin olisi luonnollista, että ohjaukset kulkisivat DMS:n kautta, koska siellä olisi jo valmis toiminnallisuus. DMS voisi myös tarkistaa, onko kuormanohjaus mahdollista ja turvallista toteuttaa esimerkiksi verkon sähkökatkon, alhaisen jännitteen tai verkon kuormitustilan perusteella. DMS voisi myös tehdä pyynnön mittarille hetkellisarvoista ennen ja jälkeen kuormanohjausta, jotta toteutunut tehovähennys tai -lisäys voitaisiin todentaa. Jos verkkoyhtiölle sallitaan kuormanohjausten ohjaaminen esimerkiksi poikkeustilanteissa, niin tällöin DMS:ssä olisi myös sekin mahdollisuus valmiina. DMS:ssä voisi olla myös loki kuormanohjauksen tekijästä, jotta pystyttäisiin jäljittämään, mistä ohjaukaskäsky on tullut. Markkinatoimijat luultavasti aluksi toimitisivat ilman standardirajapintaa, mutta Älyverkkotyöryhmä on esittänyt erillistä standardoitua kuormanohjausrajapintaa. Nykymallinen Datahub ei sovellu toislaiseksi rajapinnan muodostajaksi. Asiakkaalle välitettävät keskeytystiedot voisivat kul-

kea myös DMS:n kautta. AMR 2.0 raportissa esitetty pyyntöpohjaisten mittaustietopalveluiden mahdollistaja on DMS. Jo nykyisessä DMS:ssä on kyselyominaisuus, joka palauttaa vaihevirrat ja -jännitteet. HSV:n tietoteknisessä visiossa on, että eri tietojärjestelmät kommunikoivat integraatorajapinnan kautta. Tällöin asiakastietojärjestelmä olisi sopeva reitti, jonka kautta ohjaukset ja pyynnöt tulisivat DMS:ään. Asiakastietojärjestelmän kautta tietoa voisi viedä internetiin ja se tulee olemaan myös tulevaisuudessa yhteydessä Datahubiin. Asiakastietojärjestelmä voisi myös validoida ohjaus- ja pyyntökomennot sekä ylläpitää tietoa, kuka saa ohjata tai pyytää tietoa asiakkaan mittarilta. Kaikessa DMS:n kehityksessä pitää kuitenkin muistaa, etteivät nämä esitetyt toiminnallisuudet vaaranna DMS:n perustehtävää käyttötukijärjestelmänä tai aiheuta operaattoreille ylimääräistä työtä, vaan toiminnot pyörisivät DMS:n taustalla. Kuvassa 39 on esitetty esimerkkinä, miten kuormanohjauskomento kulkisi tietojärjestelmien kautta.



Kuva 39. Kuormanohjauskomennon kulku Datahubista tai palveluntarjoajalta etäluettavalle mittarille

Hälytysten reitittäminen integraatorajapinnan kautta mahdollistaa niiden kopioimisen tietovarastoon myöhemmin tehtävää tai pitkäaikaisempaa analyysiä varten. Lisäksi mahdollistetaan suodatus- ja muokkausmahdollisuuksia ennen DMS:ään siirtoa.

6. YHTEENVETO

Pelkästään hyvät etäluettavat mittarit eivät auta verkkoyhtiötä hyödyntämään niiden hälytysominaisuuksia, vaan tarvitaan myös hyvä käytöntukijärjestelmä, joka osaa hyödyntää ja prosessoida mittarien lähettämiä tietoja sopivaksi esitystavaksi käyttökeskusympäristöön. Siksi etäluettavien ominaisuuksien pohdintaa tulee tarkastella samassa kokonaisuudessa yhtiössä käytettävän käytöntukijärjestelmän kanssa. Koska erilaisten tietojärjestelmien ominaisuuksien muokkaus on kallista ja hankalaa, esitetty integraatorajapintamalli tulee osoittamaan hyödyllisyytensä tulevaisuudessa. Integraatorajapinnassa pystytään tekemään datalle muokkausta, kuten suodatusta, jotta esimerkiksi DMS:ssä kyetään paremmin hyödyntämään mittarien ominaisuuksia. Integraatorajapinta mahdollistaa myös hälytysten kopioimisen tietovarastoon pidempiaikaista analyysiä varten. HSV:n tulisi reitittää mittarien hälytykset ja kyselyt kulkemaan Helenissä käytetyn integraatorajapinnan kautta DMS:ään ja kopioida tiedot myös tietovarastoon.

DMS-järjestelmän kautta tulisi olla mahdollista käyttää kaikkia samoja mittarien ominaisuuksia kuin valmistajien omien sovellustenkin kautta. DMS:n tulisi myös osata yhdistellä hälytyksiä yhteen, jotta operaattorille esitettävä tieto olisi mahdollisimman selkeää eivätkä laajat häiriöt aiheuttaisi hälytystulvaa. DMS:n verkkotopologian eheyteen tulee myös kiinnittää huomioita. Eryityisesti HSV:llä tulisi korjata syöttötopologia hälytysmittareita sisältävien liittymien osalta. DMS:n automaattista vikakeskeytyksen luomista ei tule ottaa käyttöön ennen kuin virheelliset hälytykset ja pienjänniteverkon topologia on saatu luotettavaksi.

Kuten kyselystäkin tulee ilmi, verkkoyhtiön kokemukset etäluettavien mittarien hyödyntämisestä vaihtelevat suuresti. Kuitenkin suurin osa on ollut tyytyväisiä ainakin kyselyominaisuuteen. Tätä ominaisuutta voidaan myös hyödyntää HSV:ssä välittömästi, kun tiedonsiirtoyhteys mittareilta operatiiviseen DSM:n on avattu. Hälytysominaisuuksien hyödyntäminen vaatii lisätyötä, seurantaa ja kokemusten kartoittamista, jotta voidaan määrittää, miten hälytyksiä suodatetaan tai mitä toimenpiteitä eri hälytykset aiheuttavat. Vaikka etäluettavien mittarien hälytyksistä 99,9 % toimisi oikein, silti 350 000 mittarin joukossa jo yhden promillen osuus tarkoittaa 350 mittaria, jotka pystyvät väärin hälyttäessään häiritsemään käyttökeskuksen toimintaa ja rapauttamaan operaattorien uskoa hälytysten luotettavuuteen. Pois suodatettaviksi käyttöpaikoiksi HSV:llä tullevat ainakin aluksi 1-vaiheikäyttöpaikat ja ala-mittauskäyttöpaikat. Hälytyksistä nollavika voidaan ottaa käyttöön samalla kun kyselyominaisuudetkin otetaan käyttöön.

Energiaviraston yksikköhintojen mukaisesti nykymittarien regulaatioarvo on enintään 63 A kohteiden osalta 200 € ja yli 63 A kohteilta 570 €. Koska tulevaisuuden etäluettaville mittareille asetetaan uusia vaatimuksia, niin itse mittareille kuin tiedonsiirrollekin, on todennäköistä, että hinnat tulevat nousemaan. Toivottavasti myös regulaatiossa otetaan huomioon yhtiöiden halu asentaa hieman parempaan sähkön laadun tarkkailuun pystyviä mittareita, jotta saataisiin mahdollisimman hyvin hyödynnettyä mittareita ja palveltua asiakkaita paremmalla pienjänniteverkon hallinnalla. HSV:n tulevissa mittarihankinnoissa tulisi ottaa DMS:n näkökulmasta huomioon ainakin seuraavat ominaisuudet: kyselyominaisuus, hälytysten luotettavuus, hälytysten asetteluarvojen muokkaus, tiedonsiirtoyhteyden valvonta, hetkellisarvotietojen esittäminen hälytyssanomassa ja last gasp-ominaisuus.

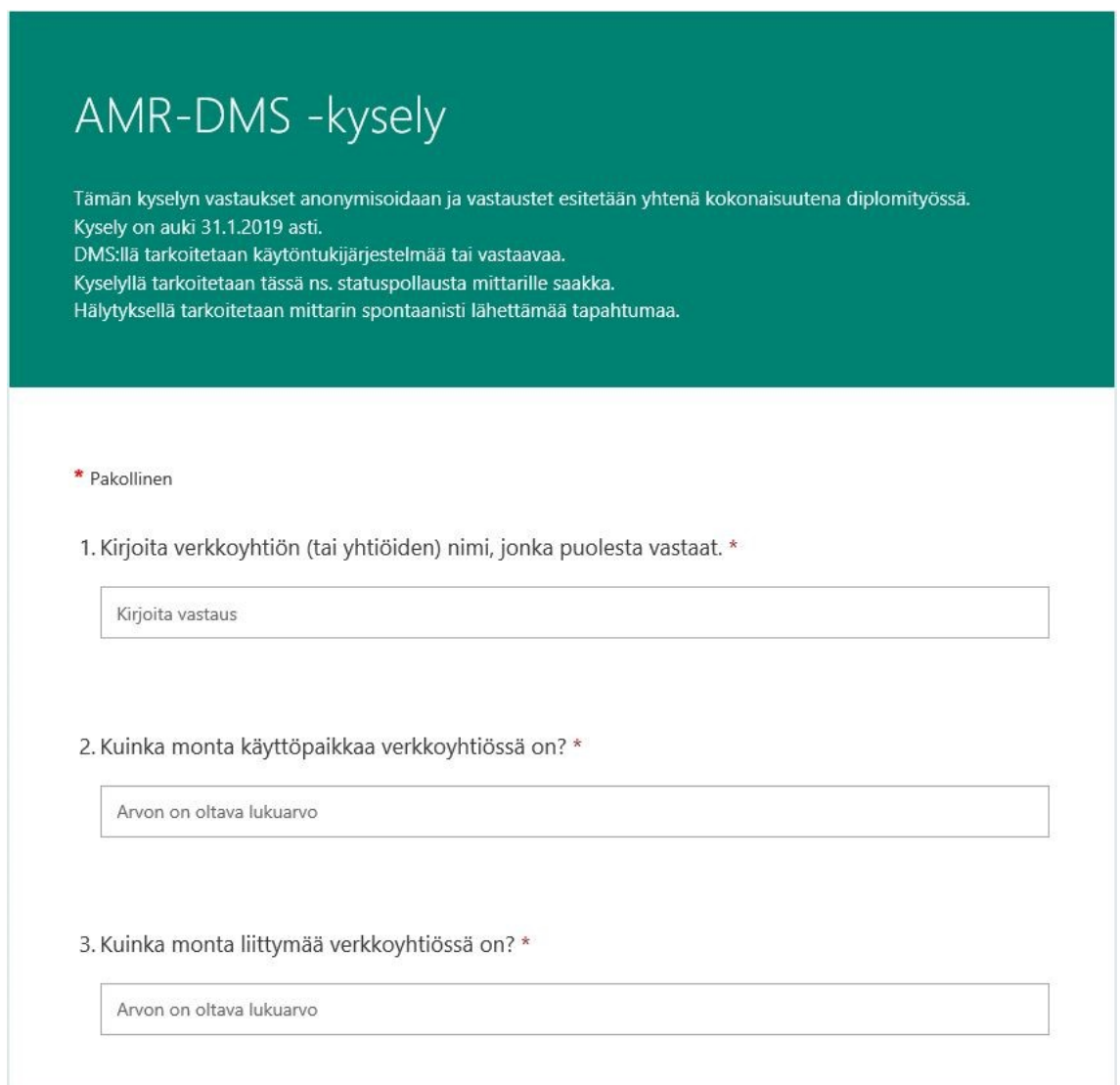
LÄHTEET

- [1] Helen-konsernin toimintakertomus 2018 Saatavissa: <https://www.helen.fi/vuosikertomus/vuosikertomus-2018/tilinp%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s/toimintakertomus>
- [2] Helen Sähköverkko Oy:n avainluvut 2018 Saatavissa: <https://www.helensahko-verkko.fi/helen-sahko-verkko-oy/helen-sahko-verkko-oy/avainluvut>
- [3] Sähköverkkotoiminnan tekniset tunnusluvut 2018 Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-julkaisut>
- [4] Tilastotietoa Helsingistä 2017: https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/17_06_08_tasku17_su_net.pdf
- [5] Helen Sähköverkko Oy:n katsaus vuoteen 2017 Saatavissa: <https://www.helensahko-verkko.fi/helen-sahko-verkko-oy/helen-sahko-verkko-oy/katsaus2017/>
- [6] Sähköverkon suunnitteluperiaatteet 2013 HSV:n sisäinen dokumentti
- [7] Sähköverkon käyttövarmuus ja toimitusvarmuusperiaatteet 2013 HSV:n sisäinen dokumentti
- [8] Helen Sähköverkko yritysesittely –powerpoint 2017 HSV:n sisäinen dokumentti
- [9] Sähkön laatu ja sen hallinta Helen Sähköverkko Oy:ssä 2012 HSV:n sisäinen dokumentti
- [10] Tietojen poiminta HSV:n asiakastietojärjestelmästä 12.10.2017
- [11] HSV:n toimitusvarmuus ja miten siihen on päästy 2017 Mika Loukkalahti esitys Luoston sähkön laadun hallinta seminaarissa 14.2.2017
- [12] S-003 Sähköverkon paikalliskäyttö ja häiriönselvitys HSV:n sisäinen ohje
- [13] Fingridin 110 kV verkon sähkön laaturaportti Saatavissa: https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/palvelut/kayttovarma-sahkon-siirto/20150911_110-kv_verkon_sahkonlaatu.pdf
- [14] S-005 Tavoitejännitteet ja sallitut jänniterajat HSV:n sisäinen ohje
- [15] HSV Oy:n sähkön laadun määrittelyjä AMR projektiin HSV:n sisäinen dokumentti
- [16] ET:n näkemys seuraavan sukupolven sähköenergiamittareiden ominaisuuksista Energiateollisuuden kantapaperi 15.6.2017
- [17] AMR 2.0 raportti - Seuraavan sukupolven älykkäiden sähkömittareiden vähimmäistoiminnallisuudet ÄLYVERKKOTYÖRYHMÄ 15.12.2017

- [18] Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä - Älyverkkotyöryhmän loppuraportti Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 33/2018
- [19] Älyverkkotyöryhmän ehdotukset ja niiden tarkemmat perustelut - Älyverkkotyöryhmän loppuraportin liite Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki 2018
- [20] Lähienergialiiton eriävä mielipide TEM älyverkkotyöryhmän loppuraporttiin - Suomen Lähienergialiitto ry 24.9.2018

LIITE A: AMR-DMS KYSELY MUILLE VERKKOYHTIÖILLE

Tässä liitteessä on kuvakaappaukset Microsoft Forms -lomakkeella tehdystä kyselystä. Microsoft Forms muodostaa automaattisesti vastauksista graafeja, mutta tulokset on mahdollista ottaa myös exceliin. Osa kysymyksistä tehtiin lomakkeella NPS-muotoisesti, mutta kuitenkin tulosten tulkinnassa vastauksia ei tulkittu NPS-laskennalla. Kysymykset, joissa on pyöreä valintaruutu, pystyi valitsemaan vain yhden vastauksen ja neliön muotoisilla vastausruuduilla oli mahdollista tehdä useampia valintoja. Kuvassa 40 näkyy kyselyn ohjeistus ja kysymykset 1-3.



AMR-DMS -kysely

Tämän kyselyn vastaukset anonymisoidaan ja vastaustet esitetään yhtenä kokonaisuutena diplomityössä.
Kysely on auki 31.1.2019 asti.
DMS:llä tarkoitetaan käytöntukijärjestelmää tai vastaavaa.
Kyselyllä tarkoitetaan tässä ns. statuspollausta mittarille saakka.
Hälytyksellä tarkoitetaan mittarin spontaanisti lähettämää tapahtumaa.

* Pakollinen

1. Kirjoita verkkoyhtiön (tai yhtiöiden) nimi, jonka puolesta vastaat. *

Kirjoita vastaus

2. Kuinka monta käyttöpaikkaa verkkoyhtiössä on? *

Arvon on oltava lukuarvo

3. Kuinka monta liittymää verkkoyhtiössä on? *

Arvon on oltava lukuarvo

Kuva 40. Kyselyn ohjeistus ja kysymykset 1 - 3

Kuvassa 41 on kyselyn kysymykset 4 - 6. Jos kysymyksessä viisi valitsi vastauksen Muu, niin vastaukseen pystyi syöttämään tekstiä. Kysymyksessä kuusi vaihtoehtoiksi pudotusvalikossa olivat ennen vuotta 2010 ja siitä eteenpäin vuoden välein sekä muu valinta, johon vastaaja sai kirjoittaa vapaan tekstin.

4. Toimiiko verkkoyhtiö enimmäkseen kaupunkimaisessa ympäristössä? *

Kyllä

Ei

5. Mitä ominaisuuksia mittareilta käytätte DMS:ssä tai DMS:n kautta? *

Kysely

Käytämme kyselyyn mittarivalmistajan omaa sovellusta

Hälytys

Etäkatko/-kytkentä

Kuormanohjaus päälle/pois

Ei mitään

6. Minä vuonna otitte hälytys- tai kyselyominaisuudet käyttöön DMS:ssä?

Kuva 41. Kyselyn kysymykset 4 - 6

Kuvassa 42 on kysymykset 7 - 9. Jos kysymyksissä seitsemän tai yhdeksän valitsi vastaukseksi Muu, niin avautui vapaa tekstikenttä. Kysymys 9 on NPS-muotoinen ja Microsoft Forms laskee sen automaattisesti.

7. Kuinka monen mittarivalmistajan mittareilta saatte hälytyksiä tai kyselyitä? Jos enemmän kuin yhden, niin onko hälytykset yhtenevät?

Yhden valmistajan

Kahden valmistajan

Kolmen tai useamman valmistajan

Hälytykset tai kyselyt ovat samanlaiset

Hälytykset tai kyselyt eivät ole samanlaiset

8. Mitä tietoja saatte DMS:ään kyselyn vastauksena?

Mittarilla kaikki OK/ei-OK

Hetkellisiä jännitteet ja/tai -virrat

Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset

9. Kuinka hyödylliseksi kyselyt on koettu DMS:ssä?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Erittäin haitalliseksi Erittäin hyödylliseksi

Kuva 42. Kyselyn kysymykset 7 - 9

Kuvassa 43 on kysymykset 10 - 12. Jälleen valinnalla Muu pystyi kirjoittamaan vapaata tekstiä ja kysymykset 11 ja 12 oli NPS-muotoisia.

10. Millaisilta käyttöpaikoilta otatte hälytyksiä?

SJ-käyttöpaikoilta

KJ-käyttöpaikoilta

Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta

Suoran mittauksen käyttöpaikoilta

1-vaiheisilta käyttöpaikoilta

Alamittauksilta

11. Mikä on hälytysten kattavuus prosentteina käyttöpaikoista?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nolla prosenttia Sata prosenttia

12. Mikä on hälytysten kattavuus prosentteina liittymistä?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Nolla prosenttia Sata prosenttia

Kuva 43. Kyselyn kysymykset 10 - 12

Kuvissa 44 ja 45 on kysymykset 13 ja 14. Kysymyksessä 14 vastaaja pystyi muuttamaan järjestystä.

13. Mitä hälytyksiä otatte DMS:ään?

- Nollavika
- Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu
- Alijännite
- Ylijännite
- Kiertosuunta vaihtunut
- Keskijännitejohdin poikki
- Sähköntuotantoa verkkoon
- Sähkökatko (ns. Last gasp)
-

Kuva 44. Kyselyn kysymys 13

14. Laita hälytykset paremmuus/hyödyllisyysjärjestykseen DMS-näkökulmasta kokemusten mukaan.

Nollavika
Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu
Alijännite
Ylijännite
Kiertosuunta vaihtunut
Keskijännitejohdin poikki
Sähköntuotantoa verkkoon
Sähkökatko (ns. Last gasp)
Joku muu

Kuva 45. Kyselyn kysymys 14

Kuvassa 46 on kyselyn kysymykset 15 - 17. Kysymyksessä 17 oli kokonaan vapaa tekstikenttä.

15. Oletteko joutuneet suodattamaan turhia/vääriä hälytyksiä pois?

- DMS:ssä
- Mittarin päässä
- DMS:n ja mittarin välissä
- Mitään hälytyksiä ei suodateta
- Muu

16. Kuinka hyödylliseksi hälytykset on koettu DMS:ssä?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Erittäin haitallisiksi

Erittäin hyödylliseksi

17. Millaisiin toimenpiteisiin hälytykset johtavat? Lisää tekstiin automaattisesti tai manuaalisesti riippuen tilanteesta.

Esim. johtaako nollavika aina tehtävään kentälle tai keskijännitejohdin poikki katkaisijan/kuormaerottimen avaamiseen? Tuleeko automaattisesti vikatapahtuma ja näkykö se vikakartassa asiakkaille? Vapaa tekstikenttä

Kirjoita vastaus

Kuva 46. Kyselyn kysymykset 15 - 17

18. Ilmoitatteko asiakkaille seuraavanne verkon tilaa VPE:n mukaisesti ja onko asiakkailla mahdollista katsoa (esim. internetissä) mittariensa hälytyshistoriaa?

VPE:n teksti: "Mikäli verkkohaltija saa aina tiedon yksittäisen käyttöpaikan tai alueen sähkönjakelun keskeytyksistä automaattisesti, tulee verkkohaltijan kertoa tästä asiakkaalle."

- Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa
- Ilmoitamme seuraavamme verkon tilaa
- Asiakkailla ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa
- Asiakkailla on mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa
- Muu

19. Kuinka tärkeänä pidätte tai kunka suuren painoarvon annatte mittarien hälytys/kyselyominaisuuksia tulevien mittarihankintojen ominaisuuksissa?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

En lainkaan tärkeä

Erittäin tärkeä

20. Näettekö, että eri mittarivalmistajien ns. perusmittarien hälytys/kyselyominaisuudet tai muut DMS:ssä hyödynnettävät ominaisuudet tulevat poikkeamaan merkittävästi toisistaan?

- Kyllä
- Ei
- Muu

Kuva 47. Kyselyn kysymykset 18 - 20

Kuvassa 48 on kysymykset 21 ja 22 sekä kyselyn lähetuspainike. Kysymys 22 on vapaa tekstikenttä.

21. Miten näette tulevaisuudessa mittarien hälytys/kyselyominaisuuksien hyödyntämisen tapahtuvan yhtiössänne?

- Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin
- Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin
- Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun
- Jokaisella muuntopiirillä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun
- Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa
- Muu

22. Vapaa sana mittarien ominaisuuksista DMS-näkökulmasta tai tästä kyselystä

Kirjoita vastaus

Lähetä

Kuva 48. Kyselyn kysymykset 21 ja 22

Taulukoissa alla on kyselyn anonymisoidut vastaukset.

	Kuinka monta käyttöpaikka verkkoyhtiössä on?	Kuinka monta liittymää verkkoyhtiössä on?	Toimiiko verkkoyhtiö enimmäkseen kaupunkimaisessa ympäristössä?	Mitä ominaisuuksia mittareilta käytätte DMS:ssä tai DMS:n kautta?
Verkkoyhtiö 1	50 000 – 100 000	25 000 – 50 000	Ei	Hälytys on toistaiseksi pois käytöstä.;Kysely;Käytämme kyselyyn mittarivalmistajan omaa sovellusta;Etäkatko/-kytkentä;
Verkkoyhtiö 2	Alle 50 000	Alle 25 000	Ei	Kysely;Hälytys;
Verkkoyhtiö 3	50 000 – 100 000	25 000 – 50 000	Ei	Kysely;Käytämme kyselyyn mittarivalmistajan omaa sovellusta;Hälytys;Etäkatko/-kytkentä;Kuormanohjaus päälle/pois;
Verkkoyhtiö 4	Alle 50 000	Alle 25 000	Ei	Kysely;Hälytys;
Verkkoyhtiö 5	Alle 50 000	Alle 25 000	Ei	Kysely;Hälytys;
Verkkoyhtiö 6	Yli 100 000	50 000 – 100 000	Ei	Mittarilogien tarkastelu;Kysely;Hälytys;
Verkkoyhtiö 7	Alle 50 000	25 000 – 50 000	Ei	Ei mitään;
Verkkoyhtiö 8	50 000 – 100 000	50 000 – 100 000	Ei	Kysely;Käytämme kyselyyn mittarivalmistajan omaa sovellusta;Hälytys;
Verkkoyhtiö 9	Yli 100 000	50 000 – 100 000	Ei	Lisäksi nollavika ja vaihevika hälyjä eri järjestelmissä;Käytämme kyselyyn mittarivalmistajan omaa sovellusta;
Verkkoyhtiö 10	Yli 100 000	Yli 100 000	Ei	Käytämme kyselyyn mittarivalmistajan omaa sovellusta;Hälytys;
Verkkoyhtiö 11	Yli 100 000	Yli 100 000	Ei	Kysely;Hälytys;
Verkkoyhtiö 12	50 000 – 100 000	Alle 25 000	Kyllä	Kysely;
Verkkoyhtiö 13	50 000 – 100 000	25 000 – 50 000	Kyllä	Kysely;Hälytys;
Verkkoyhtiö 14	Yli 100 000	25 000 – 50 000	Kyllä	Kysely;Hälytys;

	Minä vuonna otitte hälytys- tai kyselyominaisuudet käyttöön DMS:ssä?	Kuinka monen mittarivalmistajan mittareilta saatte hälytyksiä tai kyselyitä? Jos enemmän kuin yhden, niin onko hälytykset yhtenevät?	Mitä tietoja saatte DMS:ään kyselyn vastauksena?	Kuinka hyödylliseksi kyselyt on koettu DMS:ssä?
Verkkoyhtiö 1		Yhden valmistajan;	Ei käytössä nykyinen DMS;	4
Verkkoyhtiö 2	2012	Yhden valmistajan;	Mittarilla kaikki OK/ei-OK;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	10
Verkkoyhtiö 3	2010	Yhden valmistajan;	1 tai 2 vaihetta puuttuu;Mittarilla kaikki OK/ei-OK;	8
Verkkoyhtiö 4	2013	Yhden valmistajan;	Mittarilla kaikki OK/ei-OK;Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	10
Verkkoyhtiö 5	2014	Yhden valmistajan;	Mittarilla kaikki OK/ei-OK;Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	9
Verkkoyhtiö 6	2013	Kahden valmistajan;Hälytykset tai kyselyt eivät ole samanlaiset;	Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;	10
Verkkoyhtiö 7	Se tulee vielä enemmän ominaisuudet DMS lähivuosina	Vielä ei mitään;	Vielä ei mitään;	5
Verkkoyhtiö 8	2013	Yhden valmistajan;	Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	8
Verkkoyhtiö 9	2016 käyttöön tuotannon ohjaus järjestelmään	Yhden valmistajan;	Osasta mittareita saadaan hetkellisjännitteet, osasta onko mitään jännitettä;	
Verkkoyhtiö 10	2014	Yhden valmistajan;	Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	9
Verkkoyhtiö 11	2010	Kahden valmistajan;Hälytykset tai kyselyt eivät ole samanlaiset;	Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	10
Verkkoyhtiö 12	2015	Yhden valmistajan;	Mittarilla kaikki OK/ei-OK;Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	9
Verkkoyhtiö 13	2012	Yhden valmistajan;	Mittarilla kaikki OK/ei-OK;Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	8
Verkkoyhtiö 14	2011	Yhden valmistajan;	Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;Mittarilla aktiivisena olevat hälytykset;	10
Verkkoyhtiö 15				
Verkkoyhtiö 16	2015	Kahden valmistajan;Hälytykset tai kyselyt ovat samanlaiset;	Hetkellisjännitteet ja/tai -virrat;	10

	Millaisilta käyttöpaikoilta otatte hälytyksiä?	Mikä on hälytysten kattavuus prosentteina käyttöpaikoista?	Mikä on hälytysten kattavuus prosentteina liittymistä?	Mitä hälytyksiä otatte DMS:ään?
Verkkoyhtiö 1	Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;	1		Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;
Verkkoyhtiö 2	Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta;Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	8	10	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Keski-jännitejohdin poikki;Sähkötuotantoa verkkoon;
Verkkoyhtiö 3	Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta;Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;	1	1	Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;
Verkkoyhtiö 4	Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta;Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	10	10	Sopimussulakkeen ylitys;Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Keski-jännitejohdin poikki;Sähkötuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);
Verkkoyhtiö 5	Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta;Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	2	3	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;
Verkkoyhtiö 6	Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta;Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	9	9	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Keski-jännitejohdin poikki;
Verkkoyhtiö 7		5	5	
Verkkoyhtiö 8	Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;	10	9	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;
Verkkoyhtiö 9	Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	6	6	Nollavika ja vaihevika hälyt käytössä;
Verkkoyhtiö 10	Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;	7	7	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Keski-jännitejohdin poikki;Sähkötuotantoa verkkoon;
Verkkoyhtiö 11	Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta;Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	10	10	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Keski-jännitejohdin poikki;Sähkötuotantoa verkkoon;
Verkkoyhtiö 12				
Verkkoyhtiö 13	Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;	9	9	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;
Verkkoyhtiö 14	Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	5	9	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;
Verkkoyhtiö 15				
Verkkoyhtiö 16	Epäsuoran mittauksen käyttöpaikoilta;Suoran mittauksen käyttöpaikoilta;1-vaiheisilta käyttöpaikoilta;	6	7	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;

	Laita hälytykset paremmuus/hyödyllisyysjärjestykseen DMS-näkökulmasta kokemustenne mukaan.	Oletteko joutuneet suodattamaan turhia/vääriä hälytyksiä pois?	Kuinka hyödylliseksi hälytykset on koettu DMS:ssä?
Verkkoyhtiö 1		Mittarin päässä;	4
Verkkoyhtiö 2	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Keski-jännitejohdin poikki;Kiertosuunta vaihtunut;Alijännite;Ylijännite;Sähkökatko (ns. Last gasp);Sähköntuotantoa verkkoon;Joku muu;	Mitään hälytyksiä ei suodateta;	10
Verkkoyhtiö 3	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;Kiertosuunta vaihtunut;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mittarijärjestelmän versiovaihtotilanteen jälkeen on joskus ilmennyt ongelmia;	8
Verkkoyhtiö 4	Nollavika;Keski-jännitejohdin poikki;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mittarin päässä;	10
Verkkoyhtiö 5	Keski-jännitejohdin poikki;Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;Kiertosuunta vaihtunut;	DMS:n ja mittarin välissä;	9
Verkkoyhtiö 6	Nollavika;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;Alijännite;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Kiertosuunta vaihtunut;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mittarin päässä;	6
Verkkoyhtiö 7	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;Kiertosuunta vaihtunut;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mitään hälytyksiä ei suodateta;	5
Verkkoyhtiö 8	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Keski-jännitejohdin poikki;Sähkökatko (ns. Last gasp);Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Sähköntuotantoa verkkoon;Joku muu;	DMS:ssä;DMS:n ja mittarin välissä;	6
Verkkoyhtiö 9	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Keski-jännitejohdin poikki;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Ollaan rakennettu suodatin, lisäksi joudutaan suodattamaan käsin;	
Verkkoyhtiö 10	Nollavika;Keski-jännitejohdin poikki;Sähköntuotantoa verkkoon;Ylijännite;Alijännite;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Kiertosuunta vaihtunut;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mittarin päässä;	8
Verkkoyhtiö 11	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Keski-jännitejohdin poikki;Kiertosuunta vaihtunut;Alijännite;Ylijännite;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mittarin päässä;DMS:n ja mittarin välissä;	10
Verkkoyhtiö 12			
Verkkoyhtiö 13	Nollavika;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Ylijännite;Keski-jännitejohdin poikki;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;Kiertosuunta vaihtunut;	Mittarin päässä;	6
Verkkoyhtiö 14	Nollavika;Keski-jännitejohdin poikki;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Ylijännite;Alijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mitään hälytyksiä ei suodateta;	10
Verkkoyhtiö 15			
Verkkoyhtiö 16	Nollavika;Ylijännite;Vaihe tai kaksi vaihetta puuttuu;Alijännite;Kiertosuunta vaihtunut;Keski-jännitejohdin poikki;Sähköntuotantoa verkkoon;Sähkökatko (ns. Last gasp);Joku muu;	Mitään hälytyksiä ei suodateta;	10

	Millaisiin toimenpiteisiin hälytykset johtavat? Lisää tekstiin automaattisesti tai manuaalisesti riippuen tilanteesta.
Verkkoyhtiö 1	Tarkastetaan tilanne Ottamalla etäyhteys mittariin, tarvittaessa korjaustoimenpiteet maastossa.
Verkkoyhtiö 2	Manuaalisti: Nollavika hälytys selvitetään aina kentällä, samoin tilanteet joissa samasta muuntopiiristä tulee useita vaihe puuttuu hälytyksiä (=suurella tod. näköisyydellä verkon sulake palo). Kiertosuunta vaihtunut hälytykset selvitetään harkinnan mukaan, jos alueella tiedossa verkon muutostöitä, niin silloin reagoidaan. KJ-johdin poikki hälytyksiä käytetään KJ-vikapaikan päättelyyn (jos tulee yksittäinen hälytys, niin silloin tod.näköisesti virhe -> mittarointi selvittää normaalina kunnossapitotyönä). Automaattisesti: vaihe puuttuu hälytyksistä lähetetään asiakkaalle SMS viesti, jossa tiedotetaan vaiheen puuttumisesta ja pyydetään tarkistamaan omat pääsulakkeet (kehityksessä vielä päättelysääntö, jonka jälkeen usean hälytyksen tapauksessa/muuntopiiri lähtisi erilainen viesti).
Verkkoyhtiö 3	-Jos mittarilta tulee hälytys eikä siihen löydy selvää syytä, niin silloin soitetaan käyttöpaikalle. -Hälytyksiä on käytetty apuna talven lumikuormatilanteissa (kj-johdinten katkeamisissa)
Verkkoyhtiö 4	Hoidamme nykyään kaikki viat ennen asiakkaan yhteydenottoa.
Verkkoyhtiö 5	KJ-johdin poikki viassa erotetaan välittömästi vikaantunut verkon osa. Hälytystä voidaan pitää luotettavana. Nollaviassa asiakkaalle asiakkaalta asiakkaalta katkaistaan sähköt etänä, jos käyttöpaikalla on katkoloite. Muussa tapauksessa asiakkaalle soitetaan ja pyydetään ottamaan pääkytkin auki. Nollavikahälytystä voidaan pitää luotettavana. PiHa-hälytyksistä tulee automaattisesti ilmoitus kartalle. Jatkossa osa hälytyksistä on tarkoitus tuoda päivystäjän kännykkään. Suurhäiriössä mittareiden massaluennalla voidaan paikallistaa nopeasti ja tarkasti mahdollisia vikapaikkoja.
Verkkoyhtiö 6	Tällä hetkellä mitkään hälytykset eivät aiheuta automaattisia vikatehtäviä, sillä hälytysten saannin luotettavuutta ja oikea-aikaisuutta ei ole koettu riittäväksi. Nollavikahälytys aiheuttaa operaattorin tekemänä mittarikyselyn teon DMS:ssä. Kyselyn perusteella päätetään tehdäänkö työtilaus kentälle. Järjestelmän käyttöönotosta noin pari vuotta mittarien nollavikahälytykset olivat lähes poikkeuksetta asennusvirheitä johtuvia (mittarin nolla irti), mutta tänä päivänä suurin osa hälytyksistä aiheutuu oikeista nollavioista jakeluverkon puolella. Vikatapaus on mahdollista perustaa järjestelmään niin, että se näkyy myös häiriökartalla, mutta oletusarvoisesti PJ-vikojen kanssa näin ei toimita. Muita hälytyksiä ei tällä hetkellä seurata aktiivisesti. Tiettyjen asiakasvika-ilmoitusten ("epäkurantit jännitteet", yms.) yhteydessä tarkastellaan myös KJ-johdin poikki/alijännite -hälytyksiä. Hälytysten sekä kyselyiden perusteella pyritään vika-alue rajaamaan.
Verkkoyhtiö 7	
Verkkoyhtiö 8	Hälytyksiä tulee suodatuksista huolimatta liikaa. Vaihe puuttuu hälytyksiä tulee niin paljon mittareilta, että hälytysten käytettävyyden on kärsinyt ja hälytysten seuranta on vähäistä. Nollavika hälytykset on yleensä olleet luotettavia ja niiden perusteella luetaan mittarit ja aloitetaan tarvittaessa vian selvitys ja käydään paikan päällä. Mittaus-tietoja käytetään eniten tukena, kun asiakas ilmoittaa vika epäilyn. Silloin luetaan muuntopiirin mittarit ja usein on pääteltävissä onko vika verkonhaltijan puolella.
Verkkoyhtiö 9	Hetkellisarvojen luetaan ja siitä tarvittaessa eteenpäin
Verkkoyhtiö 10	nollaviat selvitetään aina kentällä, kj lanka poikki tapaukset erotetaan kaukokäytöllä, yleensä vikapaikka saadaan aika tarkasti, minne lähetetään asentajat. muut (yli-alijännite) tutkitaan tapauskohtaisesti, esim laatumittauksilla
Verkkoyhtiö 11	Kysely hälyttäneen muuntopiirin mittareille (nollavika tai useampi vaihe puuttuu, manuaalinen). Nollaviassa ollaan yhteydessä asiakkaaseen kellonajasta riippuen (manuaalinen) ja vikapartio lähetetään paikalle. Keskijännitejohdin poikki tapauksessa lähetetään asentaja vialle. Jos sopiva kaukokäyttöerotin löytyy, avataan ko. erotin (manuaalinen). Jos vähintään kahdesta liittymästä saadaan vaihe puuttuu -hälytys, silloin lähdetään korjaamaan (manuaalinen). Yksittäisestä hälytyksestä ei reagoida.
Verkkoyhtiö 12	
Verkkoyhtiö 13	Trimble DMS ei ainakaan vielä pysty meidän ympäristössä käyttämään logiikkaa milloin vika on meidän verkossa ja milloin asiakkaalla. 95 % "vaihe puuttuu"-hälytyksistä on asiakkaan omia vikoja, eli pääsulake palanut. Hälytykset eivät toimi juuri mitenkään järkevästi siis.
Verkkoyhtiö 14	- Vikatapahtumia ei toistaiseksi generoidu automaattisesti PiHa-hälytyksistä.- Nollavika johtaa aina välittömiin toimenpiteisiin. Lähetetään asentaja paikalle ja pyritään tavoittamaan asiakas.- Yksi tai kaksi vaihetta puuttuu johtaa toimenpiteisiin vain, jos hälytys tulee useammasta käyttöpaikasta saman muuntamon jakelualueella.- KJ-vaihekatko johtaa toimenpiteisiin. Hälytyksiä tulee oikeassa vaihekatkossa usealta mittarilta.
Verkkoyhtiö 15	
Verkkoyhtiö 16	0 vika katkaistaan aina mittarilta ja lähdetään korjaamaan heti. Ei näytetä yksittäistä vikaa asiakkaille, ainoastaan vikaa korjaaville henkilöille näkyy kartalla.

	Ilmoitatteko asiakkaille seuraavanne verkon tilaa VPE:n mukaisesti ja onko asiakkailta mahdollista katsoa (esim. internetissä) mittariensa hälytyshistoriaa?	Kuinka tärkeänä pidätte tai kunka suuren painoarvon annatte mittarien hälytys/kyselyominaisuuksia tulevien mittarihankintojen ominaisuuksissa?	Näettekö, että eri mittarivalmistajien ns. perusmittarien hälytys/kyselyominaisuudet tai muut DMS:ssä hyödynnettävät ominaisuudet tulevat poikkeamaan merkittävästi toisistaan?
Verkkoyhtiö 1	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	6	
Verkkoyhtiö 2	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	10	Kyllä
Verkkoyhtiö 3	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa;	9	Toivoisimme että eri mittarivalmistajien perushälytykset olisivat standardisoitu
Verkkoyhtiö 4	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	10	Ei
Verkkoyhtiö 5	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	10	Ei
Verkkoyhtiö 6	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	10	Ei
Verkkoyhtiö 7	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa;	5	Ei
Verkkoyhtiö 8	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	8	Hankala sano. Nykyiset eroavat liikaa toisistaan.
Verkkoyhtiö 9	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	9	Vastanneella ei tietoa
Verkkoyhtiö 10	Ilmoitamme seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	9	Kyllä
Verkkoyhtiö 11	Ilmoitamme seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	10	Ei
Verkkoyhtiö 12		9	Ei
Verkkoyhtiö 13	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa;	5	Ei
Verkkoyhtiö 14	Yksittäisistä käyttöpaikoista ei saa tietoa (mittarit eivät lähetä tietoa, jos 3 vaihetta puuttuu). Vuonna 2019 otetaan käyttöön SMS häiriötiedotus.; Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	8	Ei
Verkkoyhtiö 15		8	Ei
Verkkoyhtiö 16	Emme ilmoita seuraavamme verkon tilaa; Asiakkailta ei ole mahdollista katsoa mittarien hälytyshistoriaa;	10	Kyllä

	Miten näette tulevaisuudessa mittarien hälytys/kyselyominaisuuksien hyödyntämisen tapahtuvan yhtiössänne?
Verkkoyhtiö 1	Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin;Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;
Verkkoyhtiö 2	Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin;
Verkkoyhtiö 3	em. ominaisuuksiin kykenevä mittari pitää olla jokaisella käyttöpaikalla. Ei liittymällä;Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin;Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin; Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa;
Verkkoyhtiö 4	Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin;Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;
Verkkoyhtiö 5	Jokaisella muuntopiirillä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa;
Verkkoyhtiö 6	Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin;Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa;
Verkkoyhtiö 7	Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;
Verkkoyhtiö 8	Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin;Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin;Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;Jokaisella muuntopiirillä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;
Verkkoyhtiö 9	Haja-asutus alueelle tarvittaviin kohtiin käyttöön;Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa;
Verkkoyhtiö 10	Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin;Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin;Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa;
Verkkoyhtiö 11	Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin;
Verkkoyhtiö 12	Jokainen mittari pystyy em. ominaisuuksiin;Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa;
Verkkoyhtiö 13	Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin;
Verkkoyhtiö 14	Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin;
Verkkoyhtiö 15	Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksiin;Jokaisella muuntopiirillä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun; Parempaan sähkö laadun tarkkailuun pystyviä mittareita laitetaan joihinkin kohtiin verkkoa;
Verkkoyhtiö 16	Jokaisella liittymällä tulee olemaan mittari, joka pystyy em. ominaisuuksien lisäksi myös parempaan sähkön laadun tarkkailuun;

	Vapaa sana mittarien ominaisuuksista DMS-näkökulmasta tai tästä kyselystä
Verkkoyhtiö 1	
Verkkoyhtiö 2	Etäluettavien mittareiden kautta toteutettu pienjänniteverkon hallinta on todellisuutta tänä päivänä, ei enää PowerPoint esityksiä.
Verkkoyhtiö 3	Tarkennuksena kysymykseen 11. Meillä osa mittareista kykenee spontaaneihin hälytyksiin (4000 kpl) ja osa mittareista vastaa kun sitä kysellään (46 000 kpl). Osa mittareista on myös sellaisia mitä ei voi kysellä (8000 kpl).
Verkkoyhtiö 4	
Verkkoyhtiö 5	Vianhallinta on helpottunut ja katkoajat lyhentyneet PiHa-omaisuuden myötä. Lisäksi asiakaspalvelun laatu on parantunut.
Verkkoyhtiö 6	Suurin osa hälyttävistä mittareista on asennettu ns. syvälle asiakkaan verkkoon, jolloin pelkästään hälytyksen perusteella on hankala päätellä onko vika asiakkaan vai jakeluverkkoyhtiön vastuualueella. Esimerkiksi asiakkaiden pääsulakkeiden palamiset aiheuttavat suuren määrän hälytyksiä DMS:ään, joita järjestelmän käyttäjän on hallittava ja siten merkittävästi heikentävät hälytysten hyödynnettävyyttä ilman jatkoprosessointia. Jos järjestelmäkokonaisuus hankittaisiin tänä päivänä, näillä esitiedoilla, tulisi erittäin tarkasti pohtia: - hälytysten liipaisuehtojen määrittely, - mittariin mahdollisuus tunnistaa pääsulakkeen palaminen, - järjestelmän kapasiteetti (kyselyt ja hälytykset tulee saapua järjestelmään sekunneissa, ei minuuteissa, jotta kokonaisuus on tehokkaasti käytettävissä), - operaattorille näytettävän käyttöliittymän toteutus tulee olla sellainen että suurenkin hälytysmassan käsittely on helppoa ja suoraviivaista sekä mahdollisuuksien mukaan automaattista ('jatkoprosessointi'). Trimble DMS:n nykyinen käyttöliittymä on koettu kankeaksi ja erittäin hitaaksi käyttää.
Verkkoyhtiö 7	
Verkkoyhtiö 8	Nykyiset hälytysominaisuudet ei toimi käytännössä. Mittareilta tulee liikaa ns. "virheellistä" tietoa/hälytyksiä. Toivottavasti seuraavien mittareiden hälytysominaisuudet on paremmin rakennettu. Myös mittareiden tulkitsemisessa keskeytystiedoissa on ongelmia.
Verkkoyhtiö 9	
Verkkoyhtiö 10	
Verkkoyhtiö 11	
Verkkoyhtiö 12	Teemme DMS:n kautta ainoastaan kyselyitä (Aidon mittareille, joita 99% käyttöpaikoista) eli meillä ei ole hälytyksiä käytössä. Pilotimme hälytyksiä aikanaan (vuonna 2015), mutta emme kokeneet asiaa riittävän hyödylliseksi. Päädyimme malliin, jossa reaaliaikaisen tiedon sijaan hyödynnämme mittarien lokitietoja (= saamme vikatiedot käyttöömmme pienellä viiveellä).
Verkkoyhtiö 13	Mittarivalmistajien määrästä en ole täysin varma. Väärät kiertosuunnat eivät toimi, joten otimme ne pois käytöstä. Sähkökatkon jälkeen saattaa tulla Väärä kiertosuunta-hälytys. Mittarin valmistajana Aidon.
Verkkoyhtiö 14	
Verkkoyhtiö 15	Toistaiseksi verkossa olevat noin 70 000 PLC-mittaria hidastavat asian etenemistä, koska kaikkien tai edes luontavaiheen katketessa ei mittareilta saataisi tietoja lähetettyä.
Verkkoyhtiö 16	