

Sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon
KYBERTURVALLISUUSSELVITYS

8.6.2018



YHTEYSTIEDOT

Yritys:	Pöyry Management Consulting Oy	Jaakonkatu 3 FI-01621 Vantaa
Yhteyshenkilöt:	Juha P Leinonen Jimmy Forsman Marko Buuri, F-Secure Oyj	etunimi.sukunimi@poyry.com etunimi.sukunimi@f-secure.com

Copyright © 2018 Pöyry Management Consulting

Vastuuvapauslauseke

Raportti on Fingrid Oyj:n ("Asiakas") toimeksiannosta työ- ja elinkeinoministeriön ("Asiakas") älyverkkotyöryhmälle. Raportti on laadittu noudattaen Pöyryn ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja.

Pöyryn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

Raportin sisältämät tulkinnat ja johtopäätökset perustuvat osittain Pöyryn kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saamiin tietoihin. Pöyry ei ole tarkistanut minkään kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saadun ja raportin laatimiseen käytetyn tiedon oikeellisuutta tai täydellisyyttä, koska se ei ole kuulunut Pöyryn toimeksiannon laajuuteen. Pöyry ei anna raportin perusteella tai siihen liittyen mitään vakuutusta (nimenomaista tai konkludenttista) eikä vastaa sen sisältämien tietojen ja arvioiden oikeellisuudesta.

Pöyry ei vastaa kolmannelle osapuolelle tämän raportin käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	5
1.1 Tausta ja tarkoitus	5
1.2 Tavoitteet ja rajaukset	5
1.3 Selvityksen toteutus	6
2. KYBERRISKIEN TUNNISTAMINEN	8
3. JOUSTORESURSSIN KÄYTÖN ESTYMINEN TAI LUVATON OHJAILU	9
3.1 Taustatekijät	10
3.2 Seuraukset	10
3.3 Riskienhallinta	11
4. REAALIAIKAISEN TIEDON PUUTTUMINEN JAKELUVERKKOON LIITETYISTÄ HAJAUTETUISTA RESURSSEISTA	14
4.1 Taustatekijät	14
4.2 Seuraukset	15
4.3 Riskienhallinta	15
5. JOUSTOILLE TARKOITETUN MARKKINAPAIKAN TOIMINNAN ESTYMINEN	17
5.1 Taustatekijät	17
5.2 Seuraukset	18
5.3 Riskienhallinta	19
6. SUOSITUKSET KYBERTURVALLISUUTTA KOSKEVIKSI LINJAUKSIKSI	20
LIITE 1. ASiantuntijatyöpajojen osallistujat	23

TIIVISTELMÄ

Kyberturvallisuuden huomioiminen on keskeinen osa älykkään sähköjärjestelmän suunnittelua ja toimintaa. Tämän selvityksen tavoitteena on ollut:

- tunnistaa ja tarkastella sähkömarkkinoiden uusiin ja kehittyviin tiedonvaihdon tarpeisiin liittyviä kyberturvallisuusriskejä, sekä
- esittää työ- ja elinkeinoministeriön älyverkkotyöryhmälle ehdotuksia linjauksiksi riskien hallitsemiseksi.

Selvitys on jatkoa F-Securen syksyllä 2017 järjestämälle kahdelle riskityöpajalle, jossa kartoitettiin älyverkkojen kyberturvallisuuskysymyksiä. Tässä selvityksessä keskityttiin Pöyryn syksyllä 2017 laatimassa tiedonvaihdon visio -selvityksessä tunnistettuihin sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon kehittämisen painopistealueisiin.

Tutkimusmenetelmänä selvityksessä käytettiin asiantuntijatyöpajoja, joita järjestettiin kaksi kappaletta. Ensimmäisessä työpajassa keskeisenä teemana oli kyberriskien kartoittaminen ja niiden vaikuttavuuden arviointi sekä mahdollisten riskienhallintakeinojen listaaminen. Toisessa työpajassa arvioitiin tunnistettujen riskienhallintakeinojen toteutettavuutta ja vaikuttavuutta sekä hallintakeinoin liittyviä vastuita. Työpajojen tulosten dokumentointi ja ehdotukset älyverkkotyöryhmälle riskienhallinnan linjauksiksi olivat konsultin vastuulla.

Selvityksen rajaukset huomioiden sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon kehittämisen osa-alueisiin liittyviksi kyberriskeiksi tunnistettiin seuraavat:

- 1) Sähköjärjestelmän ylläpitämisessä tarvittavien joustoressurssien käyttö estyy tai resursseja ohjataan luvattomasti. Joustoressurssien käytön estymistä tai luvattonta ohjailua tarkasteltiin sähkömittareilla tehtävien ohjausten, palvelujentarjoajan ohjauspalvelun ja suoraan laitteisiin integroitujen ohjausratkaisujen osalta.
- 2) Verkonhaltija ei saa tarvitsemaansa riittävän reaaliaikaista tietoa jakeluverkkoon kytketyistä hajautetuista energiaressursseista.
- 3) Joustoille tarkoitetun keskitetyn markkinapaikan toiminta estyy.

Selvityksen perusteella työ- ja elinkeinoministeriön älyverkkotyöryhmälle esitetään seuraavat suositukset linjausehdotuksiksi kyberriskien hallitsemiseksi:

- Turvataan asiakkaiden asema määrittelemällä yleiset sopimusehdot kysyntäjoustopalveluille sekä kuormanohjaukselle selkeät roolit ja vastuut.
- Sisällytetään kyberturvallisuus olennaiseksi osaksi Fingridin markkinapaikkoja koskeviksi vaatimuksiksi.
- Kirjataan lainsäädäntöön tai viranomaismääräyksiin nykyistä yksityiskohtaisemmat tietoturva-vaatimukset seuraavan sukupolven älymittareille ja kuormanohjauksissa käytettäville tietojärjestelmille ja ohjausrajapinnoille.
- Asetetaan markkinapaikan operaattorille järjestelmätekniisiä ja kyberturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia.
- Lasketaan tarvittaessa nimellistehovaatimuksia hajautetuista energiaressursseista, joista tulee toimittaa verkkonhaltijalle reaaliaikaista tietoa tai joissa tulee olla kaukokäyttö- tai valvontatoiminnallisuus.

Lisäksi selvityksessä on esitetty yleisiä suosituksia sähkömarkkinoiden kyberturvallisuuden parantamiseksi.

1. JOHDANTO

1.1 Tausta ja tarkoitus

Työ- ja elinkeinoministeriö asetti syyskuussa 2016 työryhmän selvittämään älyverkkojen mahdollisuuksia sähkömarkkinoille ja esittämään konkreettisia toimia, joilla älyverkot voivat palvella asiakkaiden mahdollisuuksia yksin tai ryhmänä osallistua aktiivisesti sähkömarkkinoille ja edistää yleisesti sähkön toimitusvarmuuden ylläpitoa.¹

Kyberturvallisuuden huomioiminen on tärkeä osa älykkään sähköjärjestelmän suunnittelua. F-Secure järjesti syksyllä 2017 kaksi riskityöpajaa älyverkkojen kyberturvallisuuskysymysten tunnistamiseksi. Joustoresurssin käytön estyminen tai luvaton ohjailu, joustoresurssien perustietojen tuhoutuminen tai virheellisyys, joustoresurssien mittaus- ja tasetietojen tuhoutuminen tai virheellisyys sekä reaaliaikaisen markkinan häiriö olivat työpajoissa tunnistettuja älykkääseen sähköjärjestelmään liittyviä kyberriskejä.

Samanaikaisesti älyverkkojen kyberturvallisuutta käsittelevien työpajojen kanssa Pöyry valmisti tiedonvaihdon visio -selvityksen, jossa tarkasteltiin sähkömarkkinoiden uusia ja kehittyviä tieto- ja tiedonvaihtotarpeita. Tiedonvaihdon rooli nähtiin sähkömarkkinoiden toiminnan tukijana ja mahdollistajana. Samalla kuitenkin tiedostettiin reaaliaikaiseen ja lisääntyvään tiedonvaihtoon liittyvät kyberriskit. Tämän selvityksen tarkoituksena on laajentaa ja konkretisoida kyberriskien tarkastelua kattamaan tiedonvaihdon visiossa esitetyt tiedonvaihdon kehittämisen painopistealueet.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Selvityksen tavoitteena on tunnistaa ja tarkastella sähkömarkkinoiden uusiin ja kehittyviin tiedonvaihtotarpeisiin liittyviä kyberriskejä ja esittää työ- ja elinkeinoministeriön älyverkkotyöryhmälle ehdotuksia suosituksiksi kyberriskien hallitsemiseksi. Selvitykseen sisältyvät seuraavat tehtävät:

- Kyberriskien kartoittaminen ylätasolla tiedonvaihdon visio -selvityksessä kuvatuista sähkömarkkinoiden uusista tieto- ja tiedonvaihtotarpeista;
- Tunnistettujen kyberriskien hallintakeinojen sekä niihin liittyvien vastuiden ja roolien määrittely;
- Alustavien linjausehdotusten laatiminen kyberriskien hallitsemiseksi.

Kyberturvallisuus on turvallisuuden osa-alue, jolla pyritään sähköisen ja verkotetun yhteiskunnan turvallisuuteen. Kyberturvallisuudessa tunnistetaan, ehkäistään ja varaudutaan sähköisten ja verkotettujen järjestelmien tahallisesti aiheutettujen tai tahattomien häiriöiden vaikutuksiin yhteiskunnan kriittisiin toimintoihin. Kyberturvallisuusajattelussa yhdistyy tietoturvallisuuden, jatkuvuuden hallinnan ja yhteiskunnan kriisivarautumisen ajattelua. Esimerkkejä älykkään sähköjärjestelmän suunnittelussa huomioitavista kyberturvallisuusasioista ovat muun muassa seuraavat:

- Sähköverkkoon liitettyjen laitteiden ohjauksiin käytettävien tiedonsiirtomenetelmien häiriöt;
- Tietojärjestelmä- ja algoritmivirheet;
- Järjestelmän toiminnan tahallinen häirintä, kuten palvelunestohyökkäykset;
- Taloudellisen hyödyn tavoittelu, kuten tietojärjestelmiin murtautuminen.

¹ Lähde: <http://tem.fi/alyverkot>

Rajaukset

Tarkastelun laajuuteen liittyen on tehty seuraavat rajaukset:

- Tarkastelu kohdistuu tiedonvaihdon visio -selvityksessä tunnistettuihin sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon kehittämistarpeisiin.
- Selvityksessä ei tarkastella kantaverkkoyhtiöiden välistä tiedonvaihtoa eikä markkinaosapuolten omiin sisäisiin tieto- ja tiedonvaihtotarpeisiin liittyviä kyberriskejä.
- Tarkastelussa painopiste on jakeluverkkoon kytketyissä hajautetuissa energiasursseissa.
- Selvityksessä ei tarkastella verkon operoinnin ja ohjauksen järjestelmiä, esim. SCADA/DMS. Näiden tietoturva on tarkasteltu erillisissä selvityksissä.
- Selvityksen näkökulma on systeeminen, eikä siinä ole tarkasteltu sellaisia kyberriskejä, jotka liittyvät älykkään sähköjärjestelmän teknisiin määrittäisiin ja toteutustapoihin.
- Tietosuoja on rajattu tarkastelun ulkopuolelle.

1.3 Selvityksen toteutus

Selvityksessä tutkimusmenetelmänä käytettiin asiantuntijoille järjestettyjä kyberturvatyöpajoja. Työpajoihin osallistujat valittiin siten, että heidän asiantuntemuksensa kattoi laaja-alaisesti sähkömarkkinoihin, kyberriskeihin, riskienhallintaan ja ohjausteknologioihin liittyvän osaamisen. Työpajoihin osallistuneet tahot on esitetty liitteessä 1.

Selvityksen toteutusvaiheita on havainnollistettu kuvassa 1.

Selvitys käynnistyi alustavalla riskikartoituksella, jossa analysoitiin F-Securen laatimassa kyberriskien kartoituksessa tunnistetut kyberriskit sekä tunnistettiin tiedonvaihdon visio -selvityksen uusiin tai kehittyviin tiedonvaihtotarpeisiin liittyvät kyberriskit. Alustavan riskikartoituksen pohjalta laadittiin etukäteen lähetetty valmistelumateriaali työkokouksen III¹ osallistujille.

Työpajassa III käsiteltiin valmistelumateriaalissa kuvattuja kyberriskejä sekä listattiin mahdollisia riskienhallintakeinoja. Työpajan tavoitteena oli laajentaa kyberturvakartoitusta kattamaan tiedonvaihdon visiossa esitetyt osa-alueet sekä syventää ja konkretisoida syksyllä 2017 tehtyä kyberturvaselvitystä. Työpajatyöskentely koostui seuraavista vaiheista:

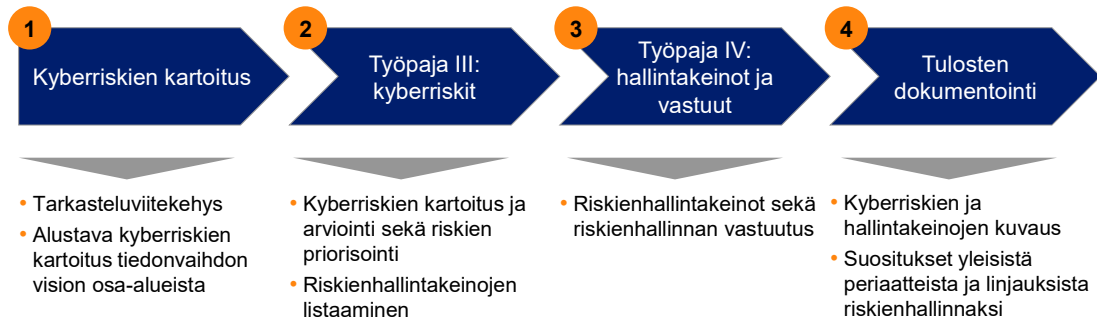
- kyberriskien tunnistaminen ja kuvaaminen ylätasolla,
- riskien juurisyiden tunnistaminen,
- riskien toteutumisen todennäköisyyden ja seurausten laajuuden arviointi, ja
- riskienhallintakeinojen priorisointi.

Työpajassa IV keskityttiin selvityksen aiemmissa vaiheissa tunnistettujen kyberriskien hallintakeinoin, niiden toteutettavuuteen ja vaikuttavuuteen sekä riskienhallintaan liittyviin vastuukysymyksiin. Työpajaan valmistautumiseksi osallistujia pyydettiin vastaamaan kyselyyn, jossa pyydettiin arvioimaan kyberriskien hallintakeinoja niiden vaikuttavuuden ja toteutettavuuden osalta sekä esittämään näkemyksiä hallintakeinojen toteutuksen ja seurannan vastuista.

Työpajojen tulokset dokumentoitiin loppuraportiksi vaiheessa 4. Lisäksi loppuraporttiin kirjattiin konsultin linjausehdotuksia kyberriskien hallitsemiseksi sekä riskienhallinnan vastuiksi.

¹ Työpajojen numeroinnissa huomioitiin syksyllä 2017 järjestetyt kaksi riskityöpajaa.

Kuva 1. Selvityksen toteutusvaiheet



Työpajojen valmistelusta, toteutuksesta ja tulosten dokumentoinnista ovat vastanneet Pöyryn konsultit Juha Leinonen ja Jimmy Forsman sekä F-Securen johtava riskienhallintakonsultti Marko Buuri.

2. KYBERRISKIEN TUNNISTAMINEN

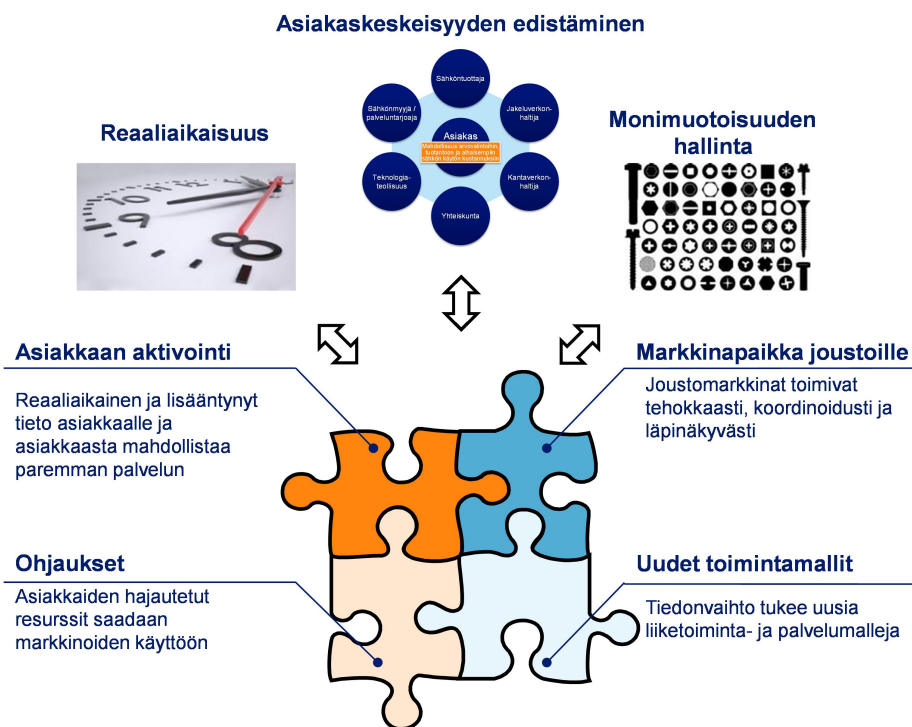
Tehokkaasti toimivat sähkömarkkinat edellyttävät toimivia tiedonvaihtoratkaisuja. Käynnissä oleva murros sekä uudet ja kehittyvät liiketoiminta- ja palvelumallit asettavat uusia vaatimuksia sähkömarkkinoiden tieto- ja tiedonvaihdon tarpeille. Tiedonvaihdon tehtävänä on mahdollistaa ja tukea sähkömarkkinoiden toimintaa.

Tiedonvaihdon visio -selvityksessä kehittämisen painopistealueiksi tunnistettiin:

- asiakaskeskeisyyden edistäminen,
- sähköjärjestelmän kasvavan monimuotoisuuden hallinta, ja
- reaaliaikaisuuden vaateeseen vastaaminen tiedonvaihdon keinoin.

Konkreettisina tavoitteina tämä tarkoittaa tiedonvaihdon kehittämistä asiakkaiden aktivoimiseksi, hajautettujen energiaressurssien ohjaamiseksi, markkinapaikan mahdollistamiseksi joustoille sekä uudenlaisten liiketoimintamallien tukemiseksi tiedonvaihdon keinoin (ks. kuva 2).

Kuva 2. Sähkömarkkinoiden tiedonvaihdon kehittämisen tarpeet ja painopistealueet



Lähde: Tiedonvaihdon visio, 2017.

Kyberriskit

Tiedonvaihdon vision osa-alueista tunnistettiin seuraavat kyberriskit, jotka valittiin työpajoissa tarkasteltaviksi (suluissa on mainittu luku, missä riskejä ja niiden hallintakeinoja on käsitelty tässä raportissa):

- Sähköjärjestelmän ylläpitämisessä tarvittavien joustoresurssien käyttö estyy tai resursseja ohjataan luvattomasti (luku 3).
- Kanta- tai jakeluverkonhaltija ei saa tarvitsemaansa riittävän reaaliaikaista tietoa jakeluverkkoon kytketyistä hajautetuista energiaressusseista (luku 4).
- Joustoille tarkoitetun markkinapaikan toiminta estyy (luku 5).

3. JOUSTORESURSSIN KÄYTÖN ESTYMINEN TAI LUVATON OHJAILU

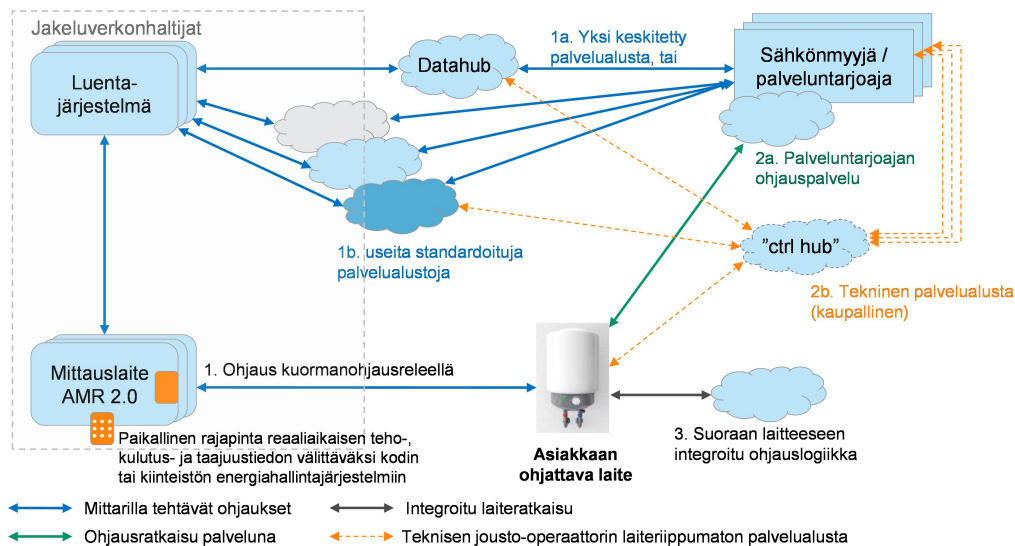
Siirtyminen hajautettuun, vähähiiliseen sähköjärjestelmään lisää joustavuuden tarvetta sähköjärjestelmässä. Koska samaan aikaan joustavan, säädettävissä olevan tuotantokapasiteetin määrä vähenee tuotantorakenteen muuttuessa hajautetummaksi, kysyntäjoustopalvelujen merkitys joustavuuden lähteenä sähköjärjestelmässä korostuu.

Pieniasiakkaiden kuormanohjausratkaisut

Yritysassiakkaiden kysyntäjousto osallistuu eri markkinapaikoille jo nykyisin melko kattavasti. Sen sijaan pieniasiakkaiden kysyntäjoustopalvelujen määrä sähköjärjestelmässä on vielä melko vähäinen. Tällä hetkellä yleisin toteutustapa pieniasiakkaiden kysyntäjoustopalveluissa on kaksiaikatariffeihin (yö/päivä) perustuvat kuormanohjaukset. Siinä jakeluverkonhaltijat ohjaavat sähkömittarin kuormanohjausreleen kautta asiakkaan lämmityskuormia, esim. lämminvesivaraajia ja varaavaa sähkölämmitystä. Markkinoilla on tarjolla myös palveluntarjoajien omia ohjausratkaisuja, jotka eivät hyödynnä jakeluverkonhaltijan älykkäitä sähkömittareita. Nämä ratkaisut ovat tyypillisesti suljettuja eli niitä voidaan käyttää vain valitun palveluntarjoajan toimesta.

Älyverkkotyöryhmä on väliraportissaan esittänyt, että jakeluverkonhaltijoiden aikaohjauksesta tultaisiin luopumaan ensi vuosikymmenellä¹. Kysyntäjoustopalvelujen yleistessä pieniasiakkaiden kuormanohjausratkaisut tulevat moninaistumaan. Seuraavan sukupolven älymittareissa tulee olemaan kuormanohjaus-toiminnallisuus, mutta ohjauksista vastaisivat jakeluverkonhaltijoiden asemesta sähkömyyjät ja palveluntarjoajat. Palveluntarjoajien suljettujen ratkaisujen rinnalle arvioidaan tulevan myös avoimia ohjausratkaisuja, jotka ovat yhteen toimivia useampien palveluntarjoajien ratkaisujen kanssa. Todennäköisesti kuitenkin kaikkein nopeimmin yleistyvät suoraan sähkölaitteisiin integroituvat ohjausratkaisut, jotka eivät ole hallinnoituja ohjauspalveluja vaan joissa asiakas ohjaa itse laitetta laitekohtaisen sovelluksen avulla. Kuvassa 3 on havainnollistettu erilaisia pieniasiakkaiden kuormanohjauksen toteutustapoja.

Kuva 3. Periaatekuva pieniasiakkaiden kuormanohjausratkaisusta



¹ Lähde: Matkalla kohti joustavaa ja asiakaskeskeistä sähköjärjestelmää – Älyverkkotyöryhmän väliraportti. 9.10.2017. Saatavilla: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80792/TEMap_38_2017_verkkojulkaisu.pdf

Jakeluverkonhaltijan mittausinfrastruktuuria hyödyntävässä kuormanohjausratkaisussa sähkönmyyjä tai palveluntarjoaja tekee ohjauksia mittauslaitteen kuormanohjausreleelle joko yhden keskitetyn palvelualustan (kuvassa 1a) tai vaihtoehtoisesti useamman jakeluverkonhaltijan toteuttaman tai palveluna hankkiman standardoidun ohjauspalvelualustan (1b) kautta. Toteutuksessa on tärkeää toiminnallisuuksien ja rajapintojen standardointi ettei joustopalvelujen tarjoajan tarvitse sovittaa omaa ohjausratkaisuaan jokaisen verkonhaltijan järjestelmiin erikseen.

Sähkönmyyjä tai palveluntarjoaja voi käyttää kuormanohjaukseen myös kokonaan omaa ohjauspalvelua (2a), joka voi olla aiemmin kuvatun mukaisesti suljettu tai yhteensopiva myös muille joustopalvelujen tarjoajille.

Pienasiakkaiden kuormanohjausratkaisujen moninaistuminen voi luoda tarpeen myös tekniselle palvelualustalle ("control hub"), missä kaupallinen toimija tarjoaa joustopalvelujen tarjoajille teknistä palvelualustaa, minkä välityksellä on mahdollista tehdä ohjauksia eri ohjausratkaisujen kautta (2b). Ratkaisun tarjoaja ei ole itse joustoja markkinoille tarjoava osapuoli vaan vastaa ohjauksista ja niihin liittyvästä tiedonvaihdesta.

Suoraan laitteeseen integroitu ohjausratkaisu ilman hallinnointipalvelua on merkitty kuvaan 3 numerolla 3.

3.1 Taustatekijät

Joustoresurssien käytön estymiseen tai luvattomaan käyttöön voivat johtaa seuraavat tausta- ja olosuhdetekijät:

- Ohjauksiin käytettävän tietoliikenteen häiriöt, jotka voivat johtua esimerkiksi:
 - joustoresurssien ohjausviestien signalointiin käytettävien tietoliikennetarkaisujen tilapäisistä häiriöistä,
 - laitteiden rikkoutumisesta,
 - inhimillisistä virheistä, tai
 - tahallisesta häirinnästä, kuten palvelunestohyökkäyksistä. Tahallisen häirinnän taustalla voi olla verkkorikollisuus ja siihen liittyvät taloudelliset motiivit.
- Ohjauslaitteissa tai niiden rajapinnoissa olevat suunnitteluvirheet, jotka estävät laitteen käytön tai jotka altistavat laitteen luvattomille toimenpiteille internetiin liitettynä.
- Laitteiden käyttö tehdas- tai oletusasetuksilla ei ole tietoturvallista.
- Laitteiden ohjelmistoalgoritmeissa olevat virheet estävät ohjaukset tai johtavat sähköjärjestelmän kannalta ennakkoimattomiin ohjauksiin, mikäli laitteiden ohjaukset perustuvat samaan algoritmiin ja hintasignaaliin.

3.2 Seuraukset

Joustoresurssien käytön estymisen tai luvattoman ohjailun vaikutukset voivat näkyä kantaverkon tasolla, jakeluverkon tasolla tai yksittäisen asiakkaan tasolla. Voimajärjestelmän normaalissa käyttötilanteessa joustoresurssien käytön estymisen tai luvattoman ohjailun vaikutukset kantaverkon tasolla ovat vähäiset, ellei ohjattavan kuorman määrä ole erityisen suuri. Fingridin arvion mukaan ohjattavien kuormien määrä pitäisi olla merkittävästi yli 1 000 MW, koska Olkiluodon 3. yksikön käyttöönoton myötä Suomen sähköjärjestelmän reservit on mitoitettu kestämaan 1 300 MW häiriö. Tämä edellyttäisi useiden huomattavien tai todella suuren määrän pienempien joustokohteiden ohjailua. Sen sijaan tilanteessa, jossa sähköjärjestelmän käyttötilanne on heikentynyt esimerkiksi tehopulan johdosta, vähäisemmälläkin ohjausmäärällä voidaan vaikeuttaa voimajärjestelmän palauttamista normaaliin tilaan.

Jakeluverkon tasolla seurauksena voi olla verkon nopeita kuormituksen heilahteluja, jotka voivat laukaista herkimpiä suojalaitteita ja tätä kautta irrottaa yksittäisiä tuotanto- ja kulutuskohteita verkosta. Seurauksena voisi olla sähkökatkoja tai herkimpien sähkölaitteiden rikkoutumisia. Jotta vaikutukset olisivat jakeluverkon tasolla merkittäviä, ohjattavien resurssien tulisi olla määrältään huomattava ja sijaita samassa muuntopiirissä tai saman sähköaseman takana.

Todennäköisimmät vahingot joustoresurssien käytön estymisestä tai luvattomasta ohjailuista aiheutuisivat asiakkaalle. Lievimmillään tämä estäisi sähkön käytön optimoinnin tai sähköautojen latautumisen mutta vakavimmillaan lämmitysjärjestelmän kytkeytyminen päältä pois voi aiheuttaa omaisuusvahinkoja esimerkiksi vesijohtoputkien jäätyessä talvella.

Joustopalvelujen markkinoilla toimiville yrityksille joustoresurssien käytön estyminen tai luvaton ohjailu voi aiheuttaa merkittävän mainehaitan, ja välillisesti pienasiakkaiden kielteisemmän suhtautumisen kysyntäjoukseen. Yksittäisen palveluntarjoajan tai laitevalmistajan kohdalla seurauksena voi olla merkittävä taloudellinen haitta, joka voi johtaa yrityksen taloudellisten toimintaedellytysten vaarantumiseen.

3.3 Riskienhallinta

Taulukkoon 1 on koottu työpajojen 3 ja 4 perusteella tunnistettujen kyberriskien hallintakeinoja, joita olisi mahdollista soveltaa riippumatta ohjausten toteutustavasta. Vastaavasti taulukoihin 2–4 on koottu riskienhallintakeinoja, jotka ovat sovellettavissa tiettyyn ohjauksen toteutustapaan. Hallintakeinoja on arvioitu vaikuttavuuden V (1 = vähäinen vaikutus ... 3 = merkittävä vaikutus) ja toteutettavuuden T (1 = kallis tai vaikea toteuttaa ... 3 = halpa ja helppo toteuttaa) osalta.

Taulukko 1. Riskienhallintakeinot – joustoresurssin käytön estyminen tai luvaton ohjailu

Hallintakeino	V	T	Vastuutaho	Kommentit
Joustopalveluntarjoajille ja ohjauksia toteuttavilla toimijoille asetettavat kyberturva-vaatimukset ja toimijoiden sertifiointi	3	2–3	Fingrid ja muut joustomarkkina-paikkojen operaattorit	- Vaatimukset voisivat vaihdella markkinapaikan ja tarjotun jouston määrän mukaan. - Sovellettavissa vain sähkömarkkinaosapuolille - Haasteena varmistaa kyberturvallisuus päästä päähän koko toimitusketjun läpi. - Vaatimukset nostavat markkinoille tulon kynnystä. - Sertifiointiprosessin määrittelyyn ja ylläpitoon liittyy hallinnollinen taakka.
Kuormanohjauksiin käytettäville laitteille ja ohjausjärjestelmille asetettavat tietoturva-vaatimukset	3	1	Viranomaiset	- Vaatimuksista tulisi keskustella ja päättää EU-tasolla, kansallisesti voidaan päättää älymittareille asetettavista vaatimuksista. - On myös huomiotava, että laitteiden ja järjestelmien tietoturva ei ole koskaan täydellinen, mikä on otettava varautumisessa huomioon.
Yksittäisille tai aggregoiduille kuormanohjauksille asetettavat tehon maksimirajat	2	3	Fingrid	- Esimerkiksi taajuusohjatuilla reservimarkkinoilla tarjousten enimmäiskapasiteetti on 5 MW (käyttöreservi) ja 10 MW (häiriöreservi)* - Näin saadaan rajoitettua yksittäisen häiriön vaikutusta järjestelmän tasapainoon.

Hallintakeino	V	T	Vastuutaho	Kommentit
Satunnaisen tai minuuttirajaan perustuvan ohjausviiveen käyttöönotto sähkömarkkinoiden vuorokausihintaan perustuvissa ohjauksissa, jolloin hetkelliset tehonmuutokset eivät ole liian suuria.	2	1	Ohjauslaitteiden valmistaja tai maahantuoja sekä markkinaosapuoli, joka hyväksyy joustokohteen	Laitekohtaisista vaatimuksista tulisi keskustella ja päättää EU-tasolla, kansallisesti voidaan päättää älymittareille asetettavista vaatimuksista.
Ohjauslaitteisiin ohjelmoitu toimintamalli, joka palauttaa laitteen poikkeus- tai häiriötilanteissa turvallisiin ohjausparametreihin	2	1	Joustopalvelun tarjoaja	Sama kuin edellä.
Jakeluverkonhaltijan valtuudet kytkeä sähköturvallisuuden vaarantavia asiakkaita irti	2	2	Verkonhaltija	Jakeluverkkoyhtiöt voivat poikkeustilanteissa katkaista sähkönsyötön asiakkailta, jotka vaarantavat muiden verkon asiakkaiden sähköturvallisuuden.

V = Hallintakeinon vaikuttavuus (1 = vähäinen vaikutus ... 3 = merkittävä vaikutus)

T = Hallintakeinon toteutettavuus (1 = kallis tai vaikea toteuttaa ... 3 = halpa ja helppo toteuttaa)

*Lähde: Fingrid. Taajuusohjattujen reservien tuntimarkkinoiden säännöt ja maksut.

Lähde: Työpaja 3 ja 4.

Taulukko 2. Riskienhallintakeinot – älymittareilla tehtävät ohjaukset

Hallintakeino	V	T	Vastuutaho	Kommentit
Mittauslaitteen paikallisen tiedonsiirto-rajapinnan käyttöön liittyvät tietoturvaratkaisut ja -käytännöt	3	2	Verkonhaltija	Tullaan määrittelemään myöhemmin lainsäädäntöön toisen sukupolven älymittareiden toiminnallisuuksista.
Kuormanohjaukset mahdollistavien tietojärjestelmien asianmukainen tietoturva	3	2	Verkonhaltija	Sama kuin edellä.
Hälytykset epätavallisista tai muutoin epäilyttävistä tai poikkeavista mittauslaitteen kautta tehtävistä kuormanohjauksista	2	2	Verkonhaltija sekä mahdollisen ohjauksiin käytettävän teknisen palvelualueen tarjoaja	Etenkin ylätasojen järjestelmien tulisi kyetä tunnistamaan poikkeava käytös ja estämään tämä tai hälyttää järjestelmien käyttäjiä, jotta nämä voivat tehdä tarvittavat toimenpiteet.

V = Hallintakeinon vaikuttavuus (1 = vähäinen vaikutus ... 3 = merkittävä vaikutus)

T = Hallintakeinon toteutettavuus (1 = kallis tai vaikea toteuttaa ... 3 = halpa ja helppo toteuttaa)

Lähde: Työpaja 3 ja 4.

Taulukko 3. Riskienhallintakeinot – palveluntarjoajan tarjoama ohjauspalvelu

Hallintakeino	V	T	Vastuutaho	Kommentit
Jakeluverkonhaltijoiden asettamat vaatimukset palveluntarjoajien ohjausratkaisujen ja -palvelujen verkkoon liittämiseksi.	2	3	Jakeluverkonhaltijat	- Standardien mukaisilla laitteilla ja verkkoon liittämisen prosesseilla varmistetaan, että verkon jännitteen laatu pysyy riittävän hyvänä. - Yhdenmukaisuuden vuoksi kokorajoina voitaisiin käyttää samoja kuin pientuotannolle (alle 2 MVA) ja mikrotuotannolle (alle 100 kVA). - Vaihtoehtoisesti toimialajärjestön suositukset tai ohjeet, mikäli mittarin takana olevia ratkaisuja ei nähdä mahdollisiksi säädellä.
Kysyntäjoustopalvelujen tarjoajien järjestelmätason tietoturvan ylläpito perustuen suosituksiin ja ohjeisiin	1	3	Joustopalvelun tarjoaja ja viranomainen	Taulukossa 1 mainittujen hallintakeinojen lisäksi esimerkiksi alan etujärjestöillä tai viranomaisilla voisi olla suosituksia ja -ohjeita parhaista käytännöistä.

V = Hallintakeinon vaikuttavuus (1 = vähäinen vaikutus ... 3 = merkittävä vaikutus)

T = Hallintakeinon toteutettavuus (1 = kallis tai vaikea toteuttaa ... 3 = halpa ja helppo toteuttaa)

Lähde: Työpaja 3 ja 4.

Taulukko 4. Riskienhallintakeinot – laitteisiin integroituneet ohjausratkaisut

Hallintakeino	V	T	Vastuutaho	Kommentit
Ohjeistukset ohjauslaitteiden tiedonsiirtoyhteyksien suojaamiseksi ja tehdasasennettujen määritysten (esim. salasanat) muuttamiseksi	1–2	1	Laitevalmistajat	- Laitekohtaisista vaatimuksista tulisi keskustella ja päättää EU-tasolla. - Esimerkiksi: ENISA* julkaisi marraskuussa 2017 'Baseline Security Recommendations for IoT' -selvityksen
Data-analyysin ja koneoppimisen soveltaminen joustoasiakkaiden käyttäytymisen analysoinnissa	2	2	Vapaaehtoinen toimintatapa markkinaosapuolille	Auttaa tunnistamaan poikkeavaa käyttäytymistä ja ennakoimaan riskitilanteita.
Valmistajien velvoitteet turvallisuuden varmistamiseksi laitteen koko elinkaaren ajan	2	1	Laitevalmistajat	Vaatimukset tulevat EU-tasolta.

*) European Union Agency for Network and Information Security

V = Hallintakeinon vaikuttavuus (1 = vähäinen vaikutus ... 3 = merkittävä vaikutus)

T = Hallintakeinon toteutettavuus (1 = kallis tai vaikea toteuttaa ... 3 = halpa ja helppo toteuttaa)

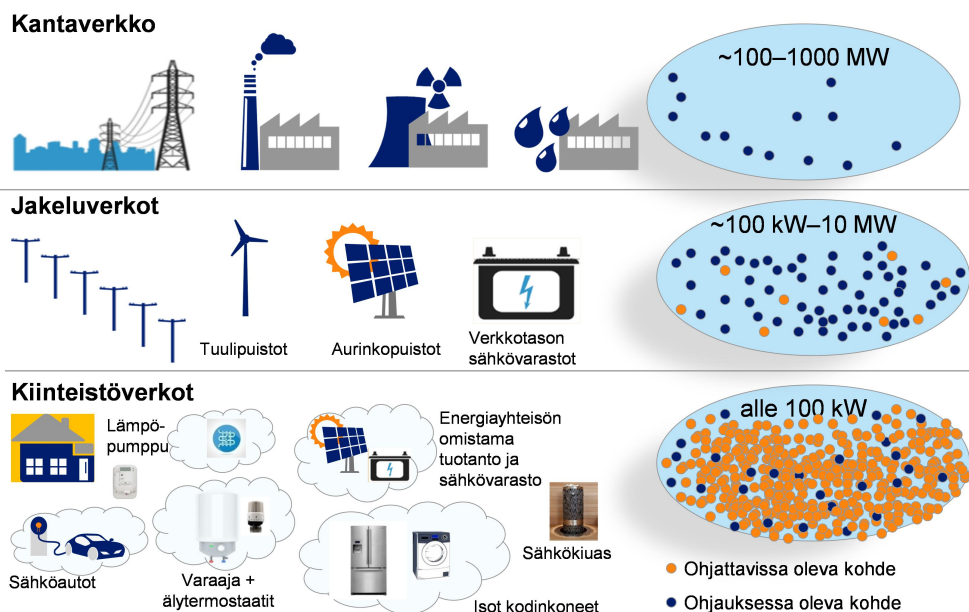
Lähde: Työpaja 3 ja 4.

4. REAALIAIKAISEN TIEDON PUUTTUMINEN JAKELUVERKKOON LIITETYISTÄ HAJAUTETUISTA RESURSSISTA

4.1 Taustatekijät

Sähköverkkoihin liitettyjen, tietoverkon kautta ohjattavissa tai valvottavissa olevien tuotanto- ja kulutuskohteiden määrä kasvaa nopeasti erityisesti kiinteistöverkoissa. Tuulivoimapuistot voivat olla liitetty kantaverkkoon tai jakeluverkkoon mutta esimerkiksi nopeasti yleistyvät pienasiakkaiden aurinkopaneelit on tyypillisesti liitetty kiinteistön sähköverkkoon liittymän päämittauksen taakse. Etäluettavissa sähkömittareissa tuntimittaustieto verkkoon syötetystä tuotannosta tallennetaan omaan rekisteriin ja välitetään tietojärjestelmiin tyypillisesti kerran vuorokaudessa. Koska mittari mittaa vain verkkoon syötetyn sähkön, aurinkosähkön kokonaistuotannosta ei ole saatavilla mitattua, saati reaaliaikaista tietoa.

Kuva 4. Sähköverkkoihin liitetty hajautetut energiareсурssit



Jakeluverkkoon liitettyjen sähkövarastojen määrä voidaan olettaa lisääntyvän varastointitarkaisujen investointikustannusten alenemisen myötä. Sen sijaan kotitalouksien sähkövarastojen yleistyminen on vielä hidasta, mutta niiden määrä voi lisääntyä ensi vuosikymmenellä aurinkosähköjärjestelmien yhteydessä. Tulevaisuudessa sähköautojen akut muodostavat yhden merkittävän hajautetun resurssin sähköjärjestelmän tasapainottamisessa. Kaksisuuntainen lataus (V2G) mahdollistaa sähköautojen hyödyntämisen myös hajautettuina sähkövarastoina. Valtioneuvoston energia- ja ilmastostrategiassa on asetettu tavoitteeksi vähintään 250 000 sähköautoa vuoteen 20230 mennessä.

Sähköjärjestelmän monimuotoisuutta lisäävät tulevaisuudessa energiayhteisöt ja mikroverkot, joiden rakenteet ja toimintamallit eivät ole vielä kaikilta osin muotoutuneet.

Hajautettu sähköjärjestelmä aiheuttaa verkonhallinnan haasteen, sillä sähköjärjestelmän tilannekuvan muodostamiseksi niin kantaverkon kuin jakeluverkon tasolla enemmän ja reaaliaikaisempaa tietoa jakeluverkkoon kytketyistä hajautetuista energiareсурsseista. Fingridin nykyiset tiedonvaihtoon ja ohjattavuuteen liittyvät vaatimukset koskevat tuotantokohteita, joiden suuruus on vähintään 1 MVA. Energiategollisuus on vastaavasti antanut suosituksia tuotantokohteille, jotka ovat vähintään 100 kVA mutta alle 1MVA.

Pitkälle verkottuneet järjestelmät ja niihin liittyvä tiedonvaihto lisäävät älykkään sähköjärjestelmän kyberriskejä.

- Sähköjärjestelmän hajautumisesta johtuen sähköverkkoon on liitetty entistä enemmän hajautettuja energiaressursseja, joihin ei ole näkyvyyttä.
- Tiedonvaihtoon liittyvistä ongelmista johtuen näkyvyys hajautettuihin energiaressursseihin voidaan myös menettää. Taustalla voi olla esimerkiksi laiterikko tai tietoliikenneyhteyden katkeaminen muusta syystä, tietojärjestelmävirhe, inhimillinen virhe tai tiedonvaihto estetään tahallisesti. Hajautettuja energiaressursseja voidaan myös ohjata luvattomasti.
- Kantaverkkohaltijan ja jakeluverkonhaltijan välisestä tiedonvaihtomalli (TSO-DSO-koordinaatio) jakeluverkkoon kytketyistä hajautetuista resursseista ei ole vielä verkkotason sääntöjä. Tieto hajautetusta resurssista tulisi saada tietoa tarvitsevan ja siihen oikeutetun osapuolen saataville riippumatta tiedonvaihtomallista. Mikäli tietoa keräävä osapuoli ei ole sama kuin tietoa tarvitseva osapuoli, myös osapuolten väliseen tiedonvaihtoon liittyy kyberriski.

4.2 Seuraukset

Tieto yksittäisestä tai yksittäisistä hajautetuista resursseista ei ole välttämätön verkonhallinnan näkökulmasta. Mahdollinen sääriippuvan aurinkosähkön tuotannon merkittävä kasvu ensi vuosikymmenen aikana voisi kuitenkin heijastua jopa taajuuden hallintaan kantaverkossa tai vähintään jännitteen laadun hallintaan jakeluverkoissa paikallisesti. Myös sähköautojen lataus voi aiheuttaa ongelmia jakeluverkkoihin paikallisesti. Mitään merkittävää uhkaa voimajärjestelmän näkökulmasta ei työpajoissa tunnistettu, mutta hajautetun tuotannon lisääntyminen yleisesti voi näkyä alassäädön tarpeen lisääntymisenä (sähkön ylituotantotilanne). Aurinkosähköön erityisesti liittyy epävarmuutta tulevasta kehityksestä, mutta tuotannon kokonaismäärien ollessa silti vielä varsin pieniä reaaliaikaisen mittaustiedon puuttuminen ei aiheuta vakavia ongelmia.

Hajautettuihin resursseihin voi kuitenkin liittyä paikallisia sähköturvallisuusriskejä, mikäli pientuotantolaitteet eivät toimi oikein tai jatkavat verkkoon syöttöä tilanteessa, jossa sähköntoimitus on katkaistu esimerkiksi verkkovian tai suunnitellun verkonkorjaustoimenpiteen vuoksi.

4.3 Riskienhallinta

Taulukkoon 5 on listattu työkokouksessa 4 tunnistettuja riskienhallintakeinoja, joilla voidaan hallita reaaliaikatiedon puuttumiseen liittyviä riskejä.

Taulukko 5. Riskienhallintakeinot – reaaliaikaisen tiedon puuttuminen

Hallintakeino	V	T	Vastuutaho	Kommentit
Datahubissa olevan aggregoidun tuntimittauksetiedon hyödyntäminen aurinkosähkön ennustemallien kehittämisessä	1	3	Fingrid Datahub Oy sekä vapaaehtoinen kaikille tiedon tarvisijoille	Verkonhaltijat näkevät tuntidatan perusteella, miten paljon heidän verkossaan on aurinkosähkötuloa.
Pientuotannon verkkoon liittämisen ilmoitusvelvollisuuden tiukentaminen	2	3	Asiakas tai urakoitsija, jonka velvollisuus on ilmoittaa verkkonhaltijalle jakeluverkkoon liittamisesta	- Nähtiin, että yleisten liittytäsääntöjen toimeenpano (esim. Demand Connection Code, DCC) ja Energiatieteollisuuden suositukset ovat riittäviä - Rajojen tiukentaminen voi muodostaa esteen, tai vähintään lisäkustannuksen, pientuotannolle.
Jakeluverkonhaltijan ja kantaverkonhaltijan välisen tiedonsiirron määrittely sekä riittävien tiedonsiirron varayhteyksien toteuttaminen	2	3	Fingrid Jakeluverkonhaltijat	Määritellään osana sähköjärjestelmän käyttötoiminnan suuntaviivojen toimeenpanoa, missä määritellään osapuolille asetettavat vaatimukset, roolit ja vastuut.¹
Määräysten ja raja-arvojen tarkentaminen niistä kohteista, joista tieto on saatava tai joissa tulee olla kaukokäyttö-/valvontatoiminnallisuus	3	2	Fingrid, jakeluverkonhaltijat, Energiatieteollisuus (suositus)	Sama kuin edellä.

1 V = Hallintakeinon vaikuttavuus (1 = vähäinen vaikutus ... 3 = merkittävä vaikutus)

T = Hallintakeinon toteutettavuus (1 = kallis tai vaikea toteuttaa ... 3 = halpa ja helppo toteuttaa)

1)) KORRR. Key Organisational. Requirements, Roles and Responsibilities (KORRR) relating to Data Exchange. Lisätietoa saatavilla: <https://tinyurl.com/ydxj2cv6>

Lähde: Työpaja 3 ja 4.

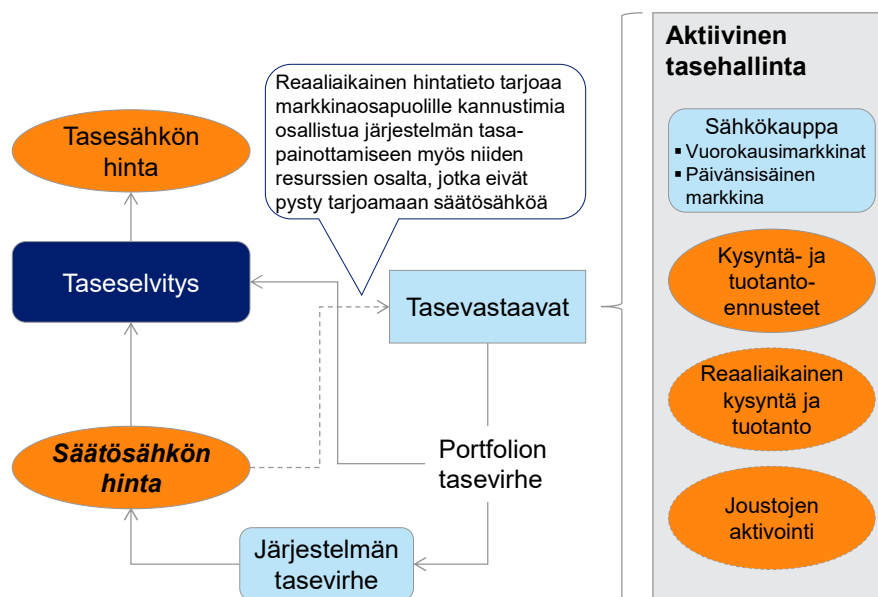
5. JOUSTOILLE TARKOITETUN MARKKINAPAIKAN TOIMINNAN ESTYMINEN

5.1 Taustatekijät

Sähkökauppaa käydään tulevaisuudessa kasvavissa määrin lähempänä toimitushetkeä. Sähkökaupan kohteena ovat niin sähkön tuotanto kuin kysyntäjousto. Kaupankäynti ja siihen liittyvä päätöksenteko nopeutuu, mikä lisää automaattisen, algoritmeihin perustuvan kaupankäynnin määrää.

Tasevastaavien kannustimet taseessa pysymiselle tulevat kasvamaan tasehallintamallin muutosten myötä. Tunnin taseselvitysjakson muuttuessa viidentoista minuutin taseselvitysjaksoon tasevastaavien tasehallinta muuttuu entistä reaaliaikaisemmaksi. Tasevastaavan aktiivinen tasehallinta edellyttää uusia työkaluja sekä uutta ja reaaliaikaisempaa tiedonvaihtoa (ks. kuva 5).

Kuva 5. Aktiivinen tasehallinta

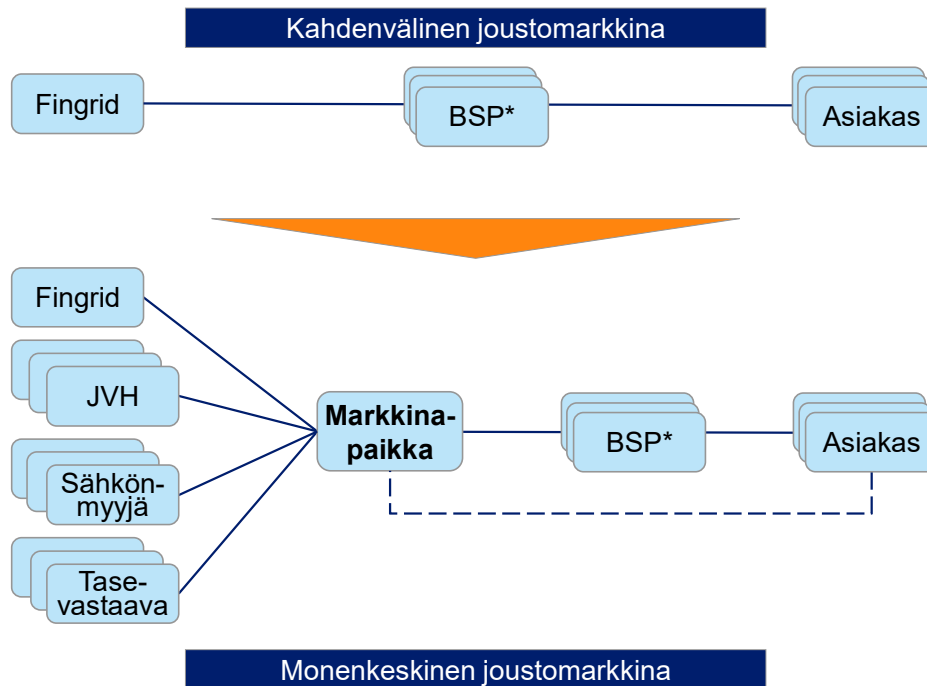


Lähde: Työkokous 3 ja 4.

Yksi uusi tiedonvaihdon visiossa tunnistettu tiedonvaihtotarve on reaaliaikaisempi säätösähkön hintatieto. Säätösähkön hinta on yksi parhaiten sähköjärjestelmän reaaliaikaista tilaa kuvaava referenssihintaa. Säätösähkön hinnat toimivat myös tasesähkön hinnoittelun perusteena. Nykyisin säätösähkön hinnat julkaistaan ensisijaisesti Nord Poolin kotisivuilla viimeistään kaksi tuntia käyttötunnin jälkeen. Suomessa Fingrid julkaisee säätösähkön reaaliaikaisen hintatiedon tilanteissa, joissa Suomi on omana hinta-alueenaan ja säätötarjouksista on niukkuutta.

Tasevastaaville yksi entistä tärkeämpi työkalu taseessa pysymiselle on joustojen aktivointi. Joustoille voi tulevaisuudessa muodostua oma markkinapaikka, josta kaikki joustoa tarvitsevat markkinaosapuolet voivat sitä hankkia (ks. kuva 6). Tällainen markkinapaikka vaatii omat sääntönsä mutta myös reaaliaikaista kaupankäyntiin liittyvää ja sen mahdollistavaa tietoa. Nykyisin joustoilla käydään kauppaa lähinnä Fingridin ja joustopalvelujen tarjoajien välillä kahdenvälisesti.

Kuva 6. Siirtyminen kahdenvälisestä monenkeskiseen joustomarkkinaan



*BSP = Balance Service Provider = joustopalvelujen tarjoaja

Aktiivisessa tasehallinnassa säätösähkön reaaliaikaisten hintatietojen merkitys kasvaa ja keskitetty markkinapaikka joustoille voi olla todellisuutta ensi vuosikymmenen puolella. Molemmat ovat alttiita erilaisille tietojärjestelmä- ja tietoliikennehäiriöille, jotka voivat olla tahattomia tai tahallisia esimerkiksi palvelunestohyökkäyksen aiheuttamia. Joustomarkkinapaikkaan liittyviä kyberriskejä ovat lisäksi kaupankäyntialgoritmien virheet sekä mahdollinen hintojen manipulointi.

5.2 Seuraukset

Markkinapaikan toimintaan liittyvien kyberriskien seuraukset ovat ennen kaikkea taloudellisia. Mikäli markkinaosapuolet eivät saa riittävästi päätöksenteossa tarvitsemaansa informaatiota tai markkinapaikan toiminta estyy, tämä voi johtaa väärin kaupankäyntipäätöksiin, tasesähköriskiin tai joustojen hankkimiseen muista lähteistä korkeammalla kustannuksella. Mikäli joustomarkkinoiden toiminta estyy kokonaan tai kaupankäynnin algoritmeihin liittyy markkinoiden heilahtelua voimakkaasti voimistavia piirteitä, voi seurauksena myös sähköjärjestelmän vakaus vaarantua. Fingridillä on käytössä erilaisia reservejä voimajärjestelmän tilan tasapainottamiseen, mutta muilla markkinaosapuolilla, kuten jakeluverkonhaltijoilla, vastaavia varajärjestelmiä ei ole käytössä. Mikäli markkinapaikan toiminta häiriytyy tai kaupankäynnissä käytettävät hintasignaalit vääristyvät, markkinatoimijoiden luottamus myös koko markkinan tai markkinapaikan toimivuuteen voi heiketä.

5.3 Riskienhallinta

Taulukkoon 6 on listattu työkokouksessa 4 tunnistettuja riskienhallintakeinoja, joilla voidaan hallita markkinapaikan toimintaan liittyviä riskejä.

Taulukko 6. Riskienhallintakeinot – markkinapaikan toiminnan estyminen

Hallintakeino	V	T	Vastuutaho	Kommentit
Varautumissuunnitelma poikkeustilanteita varten (fallback-proseduurit)	3	3	Markkinaoperaattori	- Esimerkiksi vuorokausimarkkinoilla on tällä hetkellä käytäntönä käyttää edellisten vuorokausien hintoja, jos hintoja ei saada muodostettua järjestelmähäiriöistä johtuen. - Sähköjärjestelmässä osa varautumissuunnitelmaa on Fingridin ylläpitämät järjestelmäreservit.
Kaupankäyntitietojärjestelmän ja sen rajapintojen tietoturvan varmistaminen	3	2	Markkinaoperaattori	Tulisi harkita, pitäisikö markkinapaikoille asettaa erillisiä tietoturva vaatimuksia lainsäädännössä, esimerkiksi tietyin kaupankäyntivolyymien ylittyessä.
Kaupankäyntijärjestelmän mitoitus palvelunestohyökkäysten vaikutusten vähentämiseksi	2	2	Markkinaoperaattori	Tämä on markkinaoperaattorin vastuulla, mikäli erillisiä vaatimuksia ei määritetä lainsäädännössä.
Markkinapaikan häiriöiden reaaliaikainen valvonta ja niistä tiedottaminen	2	3	Markkinaoperaattori	Esimerkiksi vuorokausimarkkinoilla käytetään nk. Urgent Market Messages -alustaa ilmoittamaan poikkeavista tapahtumista ja niiden arvioidusta kestosta.
Markkinapaikan regulaatio – esim. häiriökäytöksen sanktiointi, poikkeamien raportointi	2	2	Markkinaoperaattori / Viranomainen	- Markkinaoperaattori voi sisällyttää ehtoja omiin sopimuksiinsa markkinaosapuolten kanssa. - Viranomaisvalvonta vaatisi lisäresursseja nykyiseen markkinavalvontaan.
Markkinaosapuolten ja markkinapaikan välisiin sopimuksiin sisällytetään tietoturva vaatimukset tai tietoturvan sertifiointi	1	3	Markkinaoperaattori	Sama kuin edellä.

1 V = Hallintakeinon vaikuttavuus (1 = vähäinen vaikutus ... 3 = merkittävä vaikutus)

T = Hallintakeinon toteutettavuus (1 = kallis tai vaikea toteuttaa ... 3 = halpa ja helppo toteuttaa)

Lähde: Työpaja 3 ja 4.

6. SUOSITUKSET KYBERTURVALLISUUTTA KOSKEVIKSI LINJAUKSIKSI

Selvityksen tavoitteena on ollut tunnistaa ja analysoida tiedonvaihdon visio -selvityksessä tunnistettuihin sähkömarkkinoiden uusiin ja kehittyviin tiedonvaihtotarpeisiin liittyviä kyberriskejä ja niiden hallintakeinoja. Keskeisenä tutkimusmenetelmänä on selvityksessä käytetty asiantuntijatyöpajoja. Selvityksen perusteella työ- ja elinkeinoministeriön älyverkkotyöryhmälle esitetään seuraavat suositukset linjausehdotuksiksi kyberriskien hallitsemiseksi.

Joustoresurssin käytön estyminen tai luvaton ohjailu

Joustoresurssien käytön estymisen tai luvattoman ohjailun vaikutukset voivat näkyä kantaverkon, jakeluverkon tai yksittäisen asiakkaan tasolla. Fingridin arvion mukaan kantaverkkotason vaikutukset edellyttäisivät merkittävää ohjattavien kuormien määrää, sillä Olkiluodon kolmannen yksikön käyttöönoton myötä Suomen sähköjärjestelmän reservit on mitoitettu kestävänsä tämän yksikön häiriötilanteet. Sen sijaan poikkeuksellisissa käyttötilanteissa vähäisemminkin ohjattavien kuormien määrällä voidaan vaikeuttaa voimajärjestelmän palauttamista normaaliin tilaan.

Jakeluverkon tasolla luvattomista ohjauksista voi aiheutua nopeita kuormituksen heilahteluja, jotka voisivat laukaista herkimpiä suojalaitteita ja tätä kautta irrottaa yksittäisiä tuotanto- ja kulutuskohteita verkosta.

Todennäköisimmät haitat ja vahingot joustoresurssien käytön estymisestä tai luvattomasta ohjailuista aiheutuisivat asiakkaalle, esimerkiksi sähköautojen latauksen tai lämmitysjärjestelmän kytkeytyessä pois päältä. Joustopalvelujen markkinoilla toimiville yrityksille tästä aiheutuisi merkittävä mainehaitta ja välillisesti asiakkaiden kielteisempi suhtautuminen kysyntäjoustoön. Yksittäisen palveluntarjoajan tai laitevalmistajan kohdalla taloudelliset vahingot voivat olla merkittäviä.

Joustoresurssien käytön estymiseen tai luvattomaan ohjailuun liittyvien kyberriskien hallitsemiseksi esitetään seuraavat suositukset:

- ***Turvataan asiakkaiden asema määrittelemällä yleiset sopimusehdot kysyntäjoustopalveluille sekä kuormanohjaukselle selkeät roolit ja vastuut.***
 - Yleiset sopimusehdot kysyntäjoustoille – esimerkiksi vastaavalla tavalla kuin sähkönmyynti- ja verkkopalvelusopimuksissa
 - Kannustin joustopalvelujen tarjoajille kehittää kyberturvallisia ratkaisuja
- ***Sisällytetään kyberturvallisuus olennaiseksi osaksi Fingridin markkinapaikkoja koskeviksi vaatimuksiksi.***
 - Palveluntarjoajien tietoturva-auditoinnit tai sertifiointit, millä varmistetaan tietoturvan asianmukainen taso ja jatkuva kehittäminen.
 - Markkinaosapuolten järjestelmille asettavat tietoturvavaatimukset. Vaatimukset voivat vaihdella markkinapaikan ja tarjotun jouston määrän mukaan.
 - Kyberuhkien reaaliaikainen havainnointi ja niistä tiedottaminen kaikille markkinaosapuolille
 - Reservimarkkinoille tarjottaville joustoille asetettavat maksimiarvot
- ***Kirjataan lainsäädäntöön tai viranomaismääräyksiin nykyistä yksityiskohtaisemmat tietoturvavaatimukset seuraavan sukupolven älymittareille ja kuormanohjauksissa käytettäville tietojärjestelmille ja ohjausrajapinnoille.***
 - Mittauslaitteen kuormanohjaukseen käytettävien keskitettyjen palvelualustojen ja standardoitujen liityntärajapintojen tietoturva (jakeluverkonhaltijan ohjauspalvelu, control-hub ja/tai datahub)
 - Mittauslaitteeseen määritellään luvattoman tunkeutumisen havainnointi- ja hälytystoiminnallisuudet
 - Tietoliikenneyhteyksien asianmukainen suojaaminen

Joustoille tarkoitetun markkinapaikan toiminnan estyminen

Sähkökauppaa käydään tulevaisuudessa entistä enemmän lähempänä toimitushetkeä. Kaupankäynti ja siihen liittyvä päätöksenteko nopeutuu, mikä lisää automaattisen, algoritmeihin perustuvan kaupankäynnin määrää. Joustoille voi tulevaisuudessa muodostua oma markkinapaikka, josta kaikki joustoa tarvitsevat markkinaosapuolet voivat sitä hankkia. Markkinapaikka vaatii omat sääntönsä mutta myös reaaliaikaista kaupankäyntiin liittyvää ja sen mahdollistavaa tietoa.

Markkinapaikan toimintaan liittyvien kyberriskien seuraukset ovat ennen kaikkea taloudellisia. Sähköjärjestelmän vakauteen tämä voi vaikuttaa, mikäli joustomarkkinoiden toiminta estyy kokonaan tai kaupankäynnin algoritmeihin liittyy markkinoiden heilahtelua voimakkaasti voimistavia piirteitä. Mikäli markkinapaikan toiminta häiriytty tai hintasignaalit vääristyvät, markkinatoimijoiden luottamus markkinapaikan toimivuuteen heikentyy.

Joustoille tarkoitetun markkinapaikan toiminnan estymiseen liittyvien kyberriskien hallitsemiseksi esitetään seuraava suositus:

- **Asetetaan markkinapaikan operaattorille järjestelmäteknisiä ja kyberturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia.**
 - Lainsäädäntöön tai määräyksiin tulisi kirjata markkinapaikoille asetettavia kyberturvallisuusvaatimuksia, jotka voisivat olla sidottu tiettyyn kaupankäyntivolyymiin
 - Pakolliset kyberturvallisuusauditoinnit ja sertifiointit
 - Kaupankäyntijärjestelmän ja tiedonsiirtoyhteyksien mitoitus palvelunestohyökkäysten vaikutusten vähentämiseksi
 - Kyberuhkien reaaliaikainen havainnointi ja niistä tiedottaminen kaikille markkinaosapuolille
 - Markkinapaikan regulaatio, esim. häiriökäytöksen sanktiointi ja poikkeamien raportointi (vrt. rahoitusmarkkinat)

Reaaliaikaisen tiedon puuttuminen jakeluverkkoon liitetystä hajautetuista resursseista

Sähköjärjestelmän hajautumisesta seuraa, että sähköverkkoon liitetään entistä enemmän energiaresursseja, joihin verkonhaltijalla ei ole lainkaan näkyvyyttä. Näkyvyys myös niihin resursseihin, joille on asetettu vaatimuksia kaukokäyttö- tai valvontatoiminnallisuudesta voidaan menettää esimerkiksi tiedonvaihtoon liittyvien ongelmien seurauksena.

Kantaverkkohaltijan ja jakeluverkonhaltijan välisestä tiedonvaihtomallista (ns. "TSO-DSO-koordinaatio") jakeluverkkoon kytketyistä hajautetuista resursseista ei ole vielä verkkosääntöjä. Tieto hajautetusta resurssista tulisi kuitenkin olla tietoa tarvitsevan ja siihen oikeutetun osapuolen saataville riippumatta tiedonvaihtomallista.

Tieto yksittäisestä tai yksittäisistä hajautetuista resursseista ei ole välttämätön verkonhallinnan näkökulmasta. Erityisesti aurinkosähkön määrään liittyy epävarmuutta tulevasta kehityksestä, mutta tuotantomäärän ollessa vielä varsin pieni, reaaliaikaisen mittaustiedon puuttuminen ei aiheuta laajamittaisia ongelmia. Samalla tavoin myös sähköautojen lataukseen liittyvät ongelmat ovat vielä lähivuosina paikallisia.

Reaaliaikaisen tiedon puuttumiseen liittyvien kyberturvariskien hallitsemiseksi esitetään seuraava suositus:

- **Lasketaan tarvittaessa nimellistehovaatimuksia hajautetuista energiaresursseista, joista tulee toimittaa verkonhaltijalle reaaliaikaista tietoa tai joissa tulee olla kaukokäyttö- tai valvontatoiminnallisuus.**
 - Nykyisten raja-arvojen muuttaminen, mikäli hajautettujen resurssien yleistymisen uhkaa heikentää tilannekuvaa kantaverkon tai jakeluverkon tasolla niin merkittävästi, että siitä aiheutuu verkonhallinnan ongelmia.
 - Kantaverkkohaltijan ja jakeluverkonhaltijan välisen tiedonvaihtomallin määrittely

Yleiset suositukset

Älykkään sähköjärjestelmän kyberturvallisuuden edistäminen eurooppalaisella tasolla on meneillään. Suomi on sähköalan digitalisaatiossa yksi edelläkävijämaista, minkä vuoksi Suomessa kyberturvallisuuteen liittyviä uhkia ja riskejä ollaan ratkaisemassa ensimmäisten maiden joukossa maailmassa. Koska yleiseurooppalainen harmonisaatio ja menettelytapojen laatiminen voi kestää vielä vuosia, monia kyberturvallisuuteen liittyviä uhkia voidaan joutua ratkaisemaan Suomessa ensin kansallisesti tai mahdollisesti yhteistyössä lähialueiden maiden kanssa.

Selvityksen perusteella esitetään seuraavat kyberturvallisuuteen liittyvät yleiset suositukset, jotka liittyvät kaikkiin edellä mainittuihin osa-alueisiin:

- Yhteistyö kansallisesti toimialalla ja viranomaisten välillä sekä toimialan ja viranomaisten välillä
 - Ohjeet markkinaosapuolille kyberriskien seurantaan
 - Kanavat jakaa tietoa kohdatuista ongelmista ja hyvistä käytännöistä
- Riskiarvioiden jatkuva päivittäminen ja hallintakeinojen päivitystarpeiden tunnistaminen
 - Kokonaiskuvan muodostaminen kyberturvallisuushkista koko sähkömarkkinoiden tai laajemmin energiamarkkinoiden osalta
 - Viranomaisten ja toimialan välinen tiedonjako ajantasaisen tilannekuvan ylläpitämiseksi
 - Huomioidaan, että kyberriskien todennäköisyys ja vaikuttavuus muuttuvat sitä mukaa, kun uusia ratkaisuja ja toimintatapoja otetaan käyttöön
- Aktiivinen osallistuminen yleiseurooppalaisten määräyksien ja suositusten aikaansaamiseksi
 - Osallistuminen Euroopan unionin työryhmien¹ ja virastojen² toimintaan
 - Osallistuminen EU:n järjestelmävastaavien kantaverkkoyhtiöiden yhdistyksen (ENTSO-E) toimintaan kyberturvallisuuden edistämiseksi ja mahdollisen kyberturvallisuutta koskevan verkkosäännön³ aikaansaamiseksi
- Tarkoituksenmukaisuuden huomiointi kyberriskien hallinnassa ja niihin varautumisessa
 - Kyberturvallisuuteen liittyvien vaatimusten mitoittaminen niin, että ei tarpeettomasti haitata esimerkiksi pienasiakkaiden kysyntäjoustop tai pientuotannon lisääntymistä taikka muita kehittyviä palveluliiketoimintoja
 - Hallintakeinojen mitoittaminen niin, että ne eivät ole merkittävä alalle tulon este tai että ne eivät muutoin aiheuta kohtuutonta hallinnollista taakkaa suojattavaan etuun nähden

¹ Euroopan komission työryhmä Smart Grids Task Force / Expert Group 2 – Regulatory recommendations for privacy, data protection and cyber-security in the smart grid environment.

² Euroopan unionin verkko- ja tietoturvavirasto (ENISA)

³ Euroopan komission työryhmä Smart Grids Task Force / Expert Group 2. Recommendations for the European Commission on Implementation of a Network Code on Cybersecurity. Interim report. Joulukuu 2017.

LIITE 1. ASiantuntijatyöpajojen osallistujat

Asiantuntijatyöpaja III, 21.3.2018

Henkilö	Rooli	Organisaatio
Risto Airaksinen	Mittalaitevalmistaja	Landis&Gyr
Tuukka Heikkilä	Etujärjestö – verkko ja myyjä	Energiateollisuus
Ari Joonas	Tasevastaava	Helen
Pasi Kuokkanen	Etujärjestö - sähkön käyttäjä	Elfi
Antti Niemi	Markkinapaikan operaattori	NordPool Spot
Jukka Rinta-Luoma	Tiedonvaihto	Fingrid Datahub
Jari Siltala	Kantaverkonhallinta	Fingrid
Jouni Pylvänäinen	Jakeluverkonhaltija	Elenia
Heidi Uimonen	Työryhmän sihteeristö	Fingrid
Ville Väre	Työryhmän sihteeristö	Energiavirasto
Marko Buuri	Työpajan fasilitointi	F-Secure
Jimmy Forsman	Työpajan fasilitointi	Pöyry
Juha Leinonen	Työpajan fasilitointi	Pöyry

Asiantuntijatyöpaja IV, 8.5.2018

Henkilö	Rooli	Organisaatio
Tuukka Heikkilä	Etujärjestö – verkko ja myyjä	Energiateollisuus
Risto Lindroos	Kantaverkonhaltija	Fingrid
Kalle Luukkainen	Viranomainen - huoltovarmuus	Huoltovarmuuskeskus
Tarvo Siukola	Viranomainen - sähköverkot	Energiavirasto
Erika Suortti-Myyry	Viranomainen - kyberturva	Viestintävirasto
Tuomo Valkeapää	Viranomainen - mittalaitteet	TUKES
Tatu Pahkala	Työryhmän sihteeristö	TEM
Heidi Uimonen	Työryhmän sihteeristö	Fingrid
Ville Väre	Työryhmän sihteeristö	Energiavirasto
Marko Buuri	Työpajan fasilitointi	F-Secure
Jimmy Forsman	Työpajan fasilitointi	Pöyry

Pöyry on kansainvälinen konsultointi- ja suunnitteluyhtiö. Tarjoamme asiakkaille lämpö- ja sähkövoiman tuotantoon, siirtoon ja jakeluun, metsäteollisuuteen, biojalostukseen ja kemianteollisuuteen, kaivos- ja metalliteollisuuteen sekä infraan, vesihuoltoon ja ympäristöön liittyviä palveluja. Kehitämme yhdessä älykkäitä ratkaisuja ja hyödynnämme viimeisimpiä digitaalisia innovaatioita. Pöyryn liikevaihto vuonna 2017 oli 522 miljoonaa euroa, ja yhtiön osakkeet on listattu Nasdaq Helsingin pörssissä. Noin 5 500 asiantuntijaa. 40 maata. 115 toimistoa.

Vuonna 2018 Pöyry juhlistaa ylpeänä 60-vuotista taivaltaan yhdessä henkilöstönsä, asiakkaidensa ja kumppaneidensa kanssa.

Pöyry Management Consulting on metsä- ja energiateollisuuden sekä valittujen biotuotealueiden johtava neuvonantaja maailmanlaajuisesti.



Pöyry Management Consulting Oy

Jaakonkatu 3
01621 Vantaa
Finland

www.poyry.com

