



17.3.2020

## Sähköenergialiitto Energiamarkkinoiden lahjoitusprofessori – toimintakatsaus 17.3.2020

Tässä raportissa on kuvattu Senerin Energiamarkkinat ja energiajärjestelmät -lahjoitusprofessorin toimintaa. Kuvattuja asioita käsiteltiin Skype kokouksessa 17.3.2020.

Tiivistelmä:

*Professuurin tavoitteena on tutkimuksella, koulutuksella ja yhteiskunnallisella vaikuttamisella edistää energiamarkkinan ja -järjestelmän uudistamista siten, että se edistää siirtymistä päästöneutraaliin yhteiskuntaan. Professuurin toiminta on ollut tavoitteiden mukaista; professori on hankkinut merkittävästi täydentävää ulkopuolista rahoitusta tutkimusprojekteihin, kehittänyt opetuksen sisältöä ja opetusmenetelmiä, ohjannut diplomitöitä ja väitöskirjoja, sekä osallistunut aktiivisesti yhteiskunnalliseen vaikuttamiseen, jonka tavoitteena on jalkauttaa tutkimustuloksia laajasti käyttöön.*

### 1. Sähkömarkkinoiden tutkimusryhmä LUT:ssa

Energiamarkkinat ja energiajärjestelmät professori (Tkt Samuli Honkapuro) sijoittuu organisatorisesti LUT School of Energy Systems -tiedekunnan sähkötekniikan osaamisalueeseen ja Sähkömarkkinoiden laboratorioon. Laboratorion tutkimusryhmään kuuluu kaksi professoria (Jarmo Partanen ja Samuli Honkapuro), joista Honkapuron suorassa alaisuudessa työskentelee 3 tutkijatohtoria, 3 nuorempaa tutkijaa (väitöskirjatyöntekijää) sekä tällä hetkellä 3 diplomityöntekijää. Honkapuron energiamarkkinoihin keskittyvä tutkimusryhmä tekee hyvin tiivistä yhteistyötä Partasen johtaman sähköverkkoihin suuntautuvan tutkimusryhmän kanssa. Esimerkiksi tutkimusprojekteihin otetaan molemmista ryhmistä (sekä muista yliopiston tutkimusryhmistä) sopivimman kompetenssin omaavat tekijät siten, että eri tutkimusryhmiin kuulumisen ei rajoita millään tavoin yhteistyötä.

### 2. Keskeiset tutkimuksen painopisteet ja laadulliset tulokset

Professuurin tavoitteena on tutkimuksella, koulutuksella ja yhteiskunnallisella vaikuttamisella edistää energiamarkkinan ja -järjestelmän uudistamista siten, että se edistää siirtymistä päästöneutraaliin yhteiskuntaan. Käytännössä pyritään em. toimenpiteillä edistämään kustannustehokkaita ratkaisuja hajautettujen resurssien markkinoille pääsyyn, pyrkien edistämään erityisesti ratkaisuja, jotka kotimarkkinan ohella synnyttävät vientitoimintaa.

Tutkimustoimintaa tehdään tutkimusprojekteissa, joita kuvataan seuraavassa tiivistetysti. Yhtenä tutkimusalueena projekteissa kehitetään hajautettujen resurssien markkinalle osallistumisen mahdollistavia menetelmiä, kuten hajautettujen resurssien yhtenäinen tiedonvaihtoalusta joustomarkki-



nan käyttötapauksissa (demonstroitu HEILA projektissa). Lisäksi parhaillaan kehitetään dataalustaa, joka edistää kiinteistödatan integrointia energiamarkkinadatan ja siten kiinteistöjen osallistumista joustomarkkinoille.

Liiketoimintamallien ja liiketoimintavaikutusten osalta tarkastellaan parhaillaan menossa olevassa projektissa hajautettujen energiaresurssien (DER) vaikutuksia jakeluverkkoliiketoimintaan. Aiemmissä tutkimuksissa on myös tarkasteltu jakeluverkkotariffien kehittämistä ja erityisesti tehopohjaisen hinnoittelun mahdollisuuksia ja vaikutuksia. Laajemmin jakeluverkkoyhtiöiden tulevaisuuden haasteita ja ratkaisuja tutkitaan prof. Partasen johtamissa tutkimusprojekteissa.

Markkinamallitutkimus keskittyy erityisesti siihen, miten rakennetaan markkinapohjainen ratkaisu joustavien resurssien (kysyntäjousto, varastot) hyödyntämiseen paikallisesti, esim. jakeluverkon pullonkaulojen näkökulmasta siten, että samat resurssit pääsevät kuitenkin tarvittaessa osallistumaan myös laajemman alueen joustomarkkinalle. Toisin sanoen, miten optimoidaan joustoresurssien hyödyntäminen ja arvo. Tätä demonstroidaan mm. eurooppalaisessa DOMINOES-projektissa.

Energiayhteisöt ja mikroverkot ovat nouseva teknologia ja järjestäytymisen muoto energiamarkkinoilla, ja tutkimuksen mielenkiinnon kohde. Energiayhteisöiden osalta on tarkastelu vuonna 2019 Valtioneuvoston kanslian rahoittamassa tutkimuksessa energiayhteisöiden potentiaalia, esteitä sekä esteiden purkamiseen tähtääviä toimenpiteitä ja kannusteita. Tulokset on raportoitu Valtioneuvostolle ja niiden toimeenpano jalkautuu ministeriöille. Energiayhteisöiden osalta tarkastellaan myös niissä sovellettavia markkina- ja liiketoimintamalleja eurooppalaisessa FlexUnity projektissa.

Mikroverkkojen osalta LUT:illa on ollut merkittävästi aktiviteetteja mikroverkkotekniikan (erityisesti LVDC) kehittämisessä. Energiamarkkinaryhmän mielenkiinto on puolestaan mikroverkoissa sovellettavissa liiketoiminta- ja markkinamalleissa. Ryhmä on mukana Fusion Grid projektissa, jossa on rakennettu Namibian maaseudulle mikroverkko, jolla tuodaan sähkö, tietoliikenneyhteydet ja digitaaliset palvelut asukkaille (pilotissa 4 taloa). Energiamarkkinaryhmän osuus on tarkastella sitä, minkälaisilla liiketoimintamalleilla saadaan tästä kestävä ratkaisu, jossa hinnoittelu asiakkaille on ymmärrettävää ja kilpailukykyistä ja toisaalta liiketoiminta on kestävä siten, että teknologia voidaan hankkia ja ylläpitää. Tässä aihepiirissä on merkittävästi haasteita, mutta erittäin suuri potentiaali, jos se osoittautuu toimintamalliksi, jota voidaan monistaa esim. Afrikan maiden sähköistämisessä.

### 3. Keskeiset tutkimusprojektit ja tutkimusrahoitus

Seuraavassa on kuvattu keskeiset käynnissä olevat tutkimusprojektit, joiden toteutukseen prof. Honkapuro tutkimusryhmineen aktiivisesti osallistuu. Täydentävää ulkopuolista tutkimusrahoitusta



projekteissa, joissa Honkapuro on LUT:n tutkimusryhmän vastuullinen johtaja, on hankittu professorikaudella yhteensä 1,4 M€.

### DOMINOES - Smart Distribution Grid (2017 – 2021)

“DOMINOES - Smart Distribution Grid: a Market Driven Approach for the Next Generation of Advanced Operation Models and Services” on EU-rahoitteinen tutkimus- ja innovaatioprojekti, jonka tavoitteina on kehittää IT- ja kommunikaatioarkkitehtuurit sekä markkina- ja liiketoimintamallit paikallisen (esim. energiayhteisön sisäisen) sähkömarkkinan toimintaan osana laajempaa sähkömarkkinaa. Käytännössä tässä kehitettävät mallit voivat tarjota esimerkiksi jakeluverkkoyhtiöille toimintatavan hyödyntää joustoja osana verkon hallintaa.

Projekti alkoi lokakuussa 2017, ja se päättyy maaliskuussa 2021. Projektissa on kahdeksan osapuolta neljästä maasta; Empower (Suomi), ISEP (Portugali), University of Seville (Espanja), University of Leicester (UK), EDP Centre for New Energy Technologies – CNET (Portugali), EDP Distribuição (Portugali), LUT (Suomi), VPS – Virtual Power Solutions (Portugali). Ensin mainittu (Empower) on projektin koordinaattori. Ks. lisätietoja <http://dominoesproject.eu>

### Flexunity - Scaling-up Power Flexible Communities empowered by Blockchain and Artificial Intelligence (2019 – 2021)

Flexunity projektissa kehitetään palveluita, jotka mahdollistavat energiayhteisöiden resurssien aggregoinnin virtuaalivoimalaitokseksi. Tähän kuuluvat mm. tekoälyalgoritmit, joiden avulla optimoidaan energiayhteisön kustannuksia, lohkoketjuteknologiaan (blockchain) perustuva transaktioiden validointi sekä energiayhteisöiden markkina-, liiketoiminta, ja hinnoittelumallien kehittäminen. Lisäksi tarkastellaan regulaation esteitä valituissa Euroopan maissa.

Projekti on kaksivuotinen EU-rahoitteinen (Horizon 2020 Fast Track Innovation) projekti, jota koordinoi portugalilainen Virtual Power Solution (VPS) -yritys. Muita osallistujia ovat LUT, Electric Corby (UK), Simples Energia (Espanja), ja R&D Nester (Portugali). Projekti käynnistyi joulukuussa 2019 ja päättyy marraskuussa 2021.

### Kiinteistöautomaatioon integroidun data-alustan palveluiden käynnistäminen (2019 – 2021)

Hankkeen tavoitteena on käynnistää kiinteistöautomaation ja älykkään energiajärjestelmän kehitysalustatoiminta. Kehitysalustatoiminnan käynnistykseen liittyy kehitysalustaan liittyvien toimijoiden yhteistyön käynnistäminen, energiatehokkuustoimien ja -kokeilujen käytännön toteutus, sekä erilaisten data-aineistojen (kuten kiinteistödata, energiadata, säädata) yhdistäminen. Toteutessaan tämä edistää rakennus- ja energiamarkkinadatan integrointia ja siten kiinteistöjen energiankäytön osallistumista joustomarkkinoille.



Hanke toteutetaan Lappeenrannan kaupungin ja LUT yliopiston yhteistyönä EAKR (Euroopan aluekehitysrahasto) rahoituksella. Hanke on kaksivuotinen ja se käynnistyi syyskuussa 2019.

### Fusion Grid (2018 – 2020)

Fusion Grid projektin tavoitteena on kehittää ja pilotoida erityisesti kehittyviin maihin suunniteltu mikroverkkoratkaisu sekä siihen liittyvät liiketoiminta- ja palvelumallit. Kehitettävä konsepti tarjoaa käyttäjilleen sekä sähköistyksen että tietoverkon palvelut. Projekti toteutetaan vuosina 2018 – 2020 Business Finlandin rahoituksella LUT:n, Nokian, Green Energy Finlandin, Aalto-yliopiston sekä Suomen yliopistokiinteistöjen yhteistyönä. Ks. lisätietoja <https://fusiongrid.cs.aalto.fi>

### Smart Energy Transition (2015 – 2020)

Smart Energy Transition (SET) on Strategisen tutkimusneuvoston (STN) rahoittama hanke, jossa tavoitteena on selvittää, miten Suomi voi hyötyä globaalista energiamurroksesta. Hankekonsortiossa on 10 osapuolta, vetäjänä on Aalto-yliopisto. STN-hankkeiden tavoitteena on erityisesti tuottaa tieteellistä tietoa poliittisen päätöksenteon tueksi. Siten hankkeessa on merkittävästi vuorovaikutusta poliittisten päättäjien kanssa (politiikkasuositukset, asiantuntijalausunnot). Ks. lisätietoja <http://smartenergytransition.fi>

### Sähköjärjestelmän joustot 2030 (2019 – 2020)

Hankkeen tavoitteena on kuvata energijärjestelmän joustotarpeet ja toteutusmahdollisuuksia muutamassa erilaisessa vuoteen 2030 ajoittuvassa energijärjestelmäskenaariossa. Tarkastelu-kohteena on pohjoismainen energijärjestelmä, pääpainon ollessa Suomeen liittyvissä kysymyksissä. Tarkastelun yhteydessä otetaan kantaa erilaisten joustoon liittyvien toimintamallien vaikutuksista energijärjestelmien kokonaiskustannuksiin, toimintavarmuuteen, energia- ja kapasiteetti-tehokkuuteen, työ- ja asumisolosuhteisiin sekä mahdollisiin muutoksista seuraaviin sähköturvallisuuskysymyksiin.

Hanke toteutetaan LUT yliopiston, Tampereen yliopiston sekä Aalto yliopiston yhteistyönä STEK ry:n rahoituksella vuosien 2019 – 2020 aikana.

### Digi-User tutkimusalusta

Edellä kuvattujen projektien lisäksi ryhmä on mukana LUT:n sisäisessä tutkimusalustassa ”DIGI-USER – Smart Services for Digitalization”, joka yhdistää neljän LUT:n tutkimusryhmän osaamista. Prof. Honkapuron energiamarkkinoiden tutkimusryhmän lisäksi tutkimusalustan toimintaan osallistuvat älykkäiden palveluiden (prof. Helinä Melkas), data-analytiikan (prof. Lasse Lensu) sekä käyttäjälähtöisen datan ja ohjelmistokehityksen (Dr. Annika Wolff) tutkimusryhmät. Tutkimusalustan rahoitus on kilpailtua LUT:n sisäistä rahoitusta.



## *Päättyneitä hankkeita*

### HEILA – Hajautettujen energiaressurssien integroitu liiketoiminta-alusta (2017 – 2019)

Projektissa demonstroitiiin hajautetun energiajärjestelmän toimintaa ja liiketoimintamalleja tukeva kehitysalusta. Käytännössä alusta perustui osallistuvien yliopistojen ja tutkimuslaitosten (LUT, TTY, VTT) laboratorioden ja simulointiympäristöjen integroimiseen yhtenäisellä tiedonvaihtoalustalla. Projekti oli kaksivuotinen ja sen rahoittajina ovat Business Finland sekä toimialan yrityksiä. Loppuraportti on ladattavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-420-3>

### Finsolar – aurinkosähköä taloyhtiöille kokeiluhanke (2017-2020)

Aalto-yliopiston ja LUT:n projektin tavoitteena oli edistää aurinkosähkön hyödyntämistä taloyhtiöissä ja kehittää asukkaiden yhteistuotantoon sopivia malleja käytännön kokeilujen avulla. Hanke toteutettiin 1/2017-12/2019 välisenä aikana ja sen päärahoittaja oli STEK ry. Loppuraportti on ladattavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-8988-1>

### Selvitys sähkön omatuotantoon, energiayhteisöihin ja energiahankkeiden lupamenettelyihin liittyvistä kysymyksistä (2019)

Tässä projektissa tarkasteltiin sitä, millaisia esteitä liittyy sähkön omatuotannon sekä energiayhteisöiden yleistymiseen Suomessa, millaisin keinoin näitä esteitä voitaisiin purkaa ja millaista tietoa eri osapuolet tarvitsevat. Työssä selvitettiin myös minkälainen potentiaali energiayhteisöihin liittyy Suomessa. Tutkimusprojekti toteutettiin Valtioneuvoston kanslian tilauksesta (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoimintaa) aikavälillä 2/2019 – 12/2019 yhteistyössä Gaia Consultingin kanssa. Loppuraportti on ladattavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-819-9>

## 4. Julkaisutoiminta

Vuosina 2017 – 2020 (tilanne 3/2020) prof. Honkapuro on osallistunut yhteensä 40 tieteelliseen julkaisuun, joista 7 tiedelehtijulkaisua (journal) ja 33 konferenssijulkaisua. Kaikki julkaisut ovat julkaisufoorumien julkaisutasoluokan tasoilla 1-3. Professuurin aikana julkaisujen määrää ja vaikuttavuutta mittaava h-indeksi on Honkapurolla noussut arvosta 5 arvoon 8. Ks. lisätietoja <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506158722>

Näiden lisäksi tutkimustuloksia on raportoitu tutkimusraporteissa ja esitelty seminaareissa, haastatteluissa ja blogiteksteissä. Listaus julkaisuista on liitteessä 1.



## 5. Opetustoiminta

### Kurssit

Prof. Honkapuro on vastuopettaja kolmella kurssilla; ”Smart Grids”, ”Electricity Markets” ja ”Energy Systems”. Kaksi ensin mainittua ovat maisterivaiheen kursseja, viimeinen puolestaan kandidaattikurssi. Opiskelijapalaute kursseista on ollut positiivista.

Electricity markets -kurssi on muutettu täysin digitaaliseksi, eli kurssille on mahdollisuus osallistua periaatteessa milloin vain mistä vain. Tällä hetkellä kurssi toteutetaan syksyllä tiettyyn aikaan, mutta aikataulun joustavuutta voidaan lisätä tarpeen mukaan. Lähtökohtaisesti kurssi sopii myös täydennyskoulutukseksi yrityksille.

Opetuksessa digitaaliset etäoppimisvälineet ja siirtyminen tenteistä jatkuvaan arviontiin ovat toimenpiteitä, joihin panostetaan. Lisäksi energiatekniikassa on alkanut kansainvälinen kandiohjelma, johon odotetaan tulevina vuosina merkittäviä määriä opiskelijoita etenkin Kiinasta. Tämä luonnollisesti työllistää opetuksen kehittämisessä ja opetustyössä.

### Ohjatut diplomityöt

Alla on listattu diplomityöt, jotka prof. Honkapuro on ohjannut vuosina 2018 ja 2019. Diplomityöt löytyvät LUTPub –kokoelmasta <https://lutpub.lut.fi/>

Vuosi	Tekijä	Aihe
2018	Tuomas Talja	Mobiililaitteiden sijaintitietojen hyödyntäminen sähköverkon ja -markkinan näkökulmasta
2018	Jere Nylund	Local energy markets: opportunities and challenges
2018	Katariina Rossi	Kustannusvastaavan sähkön siirtohinnoittelun kehittäminen
2018	Ivan Osipov	Forecasting of energy balance in green campus
2018	Kalifa Manjang	Identification of customer profiles from electricity consumption data
2018	Elias Markkanen	Toimistorakennuksen ilmanvaihto kysyntäjoustomarkkinoilla : tekninen toteutus
2018	Nelli Nigmatulina	Control system of battery energy storage technology : case Green Campus
2018	Mimmi Niemistö	Kysyntäjoustop tutkiminen HOLISDER-pilottikohteissa
2019	Matias Hansson	Virtual Inertia for UPS systems
2019	Mikko Kolehmainen	Energiayhteisöjen toimintamallit ja lainsäädäntö Suomessa
2019	Tuomas Mäkipää	Nanogrid system implementation possibilities in Russia
2019	Jaakko Manninen	Energiayhteisöiden potentiaali ja esteet Suomessa
2019	Denis Vorotynev	Energy Management Optimization with Battery and Solar Panels in Finnish Electricity Market
2019	Lassi Lehtonen	Suomi osana Itämeren alueen sähkömarkkinaa: muutosajureita ja tulevaisuuden näkymiä
2019	Emad Ahmed	Flexibility incentives in the electricity markets of Australia and Bangladesh
2019	Henock Dibaba	Business Model for Microgrids in Sub-Saharan Africa Rural Areas - A Case Study in Revon C, Namibia
2019	Sami Koponen	Tekniset indikaattorit pohjoiseurooppalaisella sähkömarkkinalla johdannaiskaupankäynnin ajoittamisessa



## Väitöskirjaohjaus

Ensimmäinen tohtori professuurin ohjauksesta valmistui joulukuussa 2019:

- Ilari Alaperä. Grid Support by Battery Energy Storage System Secondary Applications. Väitöskirja ladattavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-449-4>

Tällä hetkellä prof. Honkapuro toimii neljän jatko-opiskelijan väitöskirjan ohjaajana. Alla on tekijät, väitöskirjojen työnimet sekä arvioidut valmistumisajat.

- Aleksei Mashlakov. Adaptive aggregation platform of distributed energy resources for provision of flexibility services. Tavoite 2021
- Pekka Manner. Aggregated residential loads in explicit demand response markets. Tavoite 2023
- Henock Dibaba. Business models for microgrids in rural area electrification. Tavoite 2023
- Nelli Nigmatulina. Aggreagator business models. Tavoite 2023

## 6. Yhteiskunnallinen vaikuttaminen

Professuurin yhteiskunnallinen vaikuttaminen on käsittänyt mm. tutkimusviestintää; esityksiä erilaisissa toimialan ja yleisissä seminaareissa (mm. Adaton tilaisuudet), haastatteluja eri medioissa (Yle, MTV3, Tekniikka & Talous, Energiauutiset, Fingrid asiakaslehti) sekä esim. blogitekstejä, joilla on kansantajuisesti kommunikoitu tutkimustuloksia.

Viestinnän lisäksi yhteiskunnallisella vaikuttamisella pyritään tutkimustulosten jalkauttamiseen yhteiskunnassa. Tämän saavuttamiseksi on järjestetty tapaamisia päättäjien kanssa, esimerkiksi asiantutijaesitys kysyntäjousta Eduskunnan parlamentaariselle energiaremonttiryhmälle. Tätä tavoitetta on edistetty myös osallistumisella energiainnovaatioiden kokeilualueiden ja energijärjestelmän uudistamisen toimenpiteiden suunnitteluun yhdessä julkisten toimijoiden kanssa. Yhteistyötä on ollut erityisesti Lappeenrannan kaupungin kanssa pohdittaessa energiayhteisön perustamista alueelle ja keinoja saavuttaa päästöneutraalisuus kaupungissa ja Etelä-Karjalan maakunnassa. Lisäksi ahvenanmaalaisten toimijoiden kanssa on pyritty edistämään uusiutuvan energian demonstroitalueen syntymistä Ahvenanmaalle.

## 7. Etenemissuunnitelma

Tavoitteena on varmistaa tutkimus- ja opetustoiminnan rahoitus, tuloksellisuus sekä laatu jatkosakin. Toiminnan volyymi säilynee nykytasolla tai on hieman kasvava. Sisältö päivittyy tarpeen mukaan.



Tällä hetkellä valmistelussa on yhteensä 7 uutta tutkimusprojektia; Näistä 3 on jätetty arviointiin tammikuussa 2020 (kaksi Horizon 2020 -rahoitteista ja yksi ERANet -rahoitteinen projekti), 3 Business Finlandin co-innovation rahoitteista projektia (hakemukset toimitetaan maaliskuussa) sekä yksi Horizon 2020 projekti, jonka hakemus toimitetaan huhtikuussa 2020.

Opetuksen osalta opetuksen sisältöä kehitetään jatkuvasti vastaamaan alan osaamistarpeita sekä uusinta tutkimustietoa. Opetusmenetelmien osalta käytössä on jo etäopiskelun mahdollistava digitaalinen opetusympäristö. Tämän käyttöä on tavoitteena monipuolistaa siten, että opetuksessa voidaan käyttää entistä enemmän jatkuvaa arviointia tenttien sijasta tai rinnalla. Opiskelijoiden palaute otetaan luonnollisesti huomioon opetuksen kehityksessä.

Jatko-opiskelijoiksi pyritään rekrytoimaan lahjakkaita maisteriopiskelijoita projektirahoituksen salissa.

Yhteiskunnallista vaikuttamista jatketaan. Tavoitteena jalkauttaa tutkimustuloksia mahdollisimman laajasti käyttöön.





## LIITE I tieteelliset julkaisut 2017 - 2019

### Journal-julkaisut

- Mashlakov, A., Lensu, L., Kaarna, A., Tikka, V., Honkapuro, S. Probabilistic Forecasting of Battery Energy Storage State-of-Charge under Primary Frequency Control. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, January 2020, Vol. 38, issue 1, pp. 96-109. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2019.2952195>
- Sadovskaia, K., Bogdanov, D., Honkapuro, S., Breyer, C. Power transmission and distribution losses – A model based on available empirical data and future trends for all countries globally. International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2019. Vol. 107, pp. 98-109. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.11.012>
- Alaperä, I., Honkapuro, S., Paananen, J. Data centers as a source of dynamic flexibility in smart grids. Applied Energy, 2018, Vol. 229, pp. 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.07.056>
- Annala, S., Lukkarinen, J., Primmer, E., Honkapuro, S., Ollikka, K., Sunila, K., Ahonen, T. Regulation as an enabler of demand response in electricity markets and power systems. Journal of Cleaner Production, 2018, Vol. 195. pp. 1139-1148 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.276>
- Pätäri, E., Leivo, T., Hulkkonen, J., Honkapuro, S. Enhancement of value investing strategies based on financial statement variables: the German evidence. Review of Quantitative Finance and Accounting. (2017). pp. 1-33, <https://doi.org/10.1007/s11156-017-0689-y>
- Almpantopoulou, A., Bergman, J-P., Ahonen, T., Blomqvist, K., Ritala, P., Honkapuro, S., Ahola, J. Emergence of Energy Services Ecosystems: Scenario Method as a Policy Enabler. Journal of Innovation Management. JIM 5, 1 (2017) 58-77
- Weiss, O., Bogdanov, D., Salovaara, K., Honkapuro, S. Market designs for a 100% renewable energy system: Case Isolated power system of Israel Energy. Energy, Volume 119, January 2017, pp. 266-277.

### Konferenssi-julkaisut

- Alaperä, I., Paananen, J., Dalen, K., Hornes, K., Honkapuro, S. Fast frequency response from a UPS system of a data center, background, and pilot results. Proceedings of 16th European Energy Market Conference (EEM 2019), September 2019, Ljubljana, Slovenia
- Mashlakov, A., Honkapuro, S., Tikka, V., Kaarna, A., Lensu, L. Multi-Timescale Forecasting of Battery Energy Storage State-of-Charge under Frequency Containment Reserve for Normal Operation. Proceedings of 16th European Energy Market Conference (EEM 2019), September 2019, Ljubljana, Slovenia
- Kulmala, A., Keski-Koukari, A., Mäki, K., Tikka, V., Romanenko, A., Mashlakov, A., Honkapuro, S., Partanen, J., Repo, S., Jafary, P., Järventausta, P. Information Exchange Platform for Enabling Ancillary Services from Distributed Energy Resources. Proceedings of 16th European Energy Market Conference (EEM 2019), September 2019, Ljubljana, Slovenia
- Nigmatulina, N., Tikka, V., Belonogova, N., Romanenko, A., Honkapuro, S. Scheduling of an Energy Storage System Operation with Regard to the Market Price Behavior. Proceedings of 16th European Energy Market Conference (EEM 2019), September 2019, Ljubljana, Slovenia
- Vanadzina, E., Mendes, G., Honkapuro, S., Pinomaa, A., Melkas, H. Business models for community microgrids. Proceedings of 16th European Energy Market Conference (EEM 2019), September 2019, Ljubljana, Slovenia
- Mashlakov, A., Tikka, V., Lensu, L., Romanenko, A., Honkapuro, S. Hyper-Parameter Optimization of Multi-Attention Recurrent Neural Network for Battery State of Charge Forecasting. Proceedings of 19th EPIA 2019 Conference on Artificial Intelligence, Vila Real, Portugal, September 2019
- Koski, A., Järvenpää, J., Salo, J., Järvinen, M., Pylvänäinen, J., Honkapuro, S. Power-Based Tariff as an Incentive for Distribution System Operator's Customers to Reduce their Peak Powers. Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2019), 3-6 June 2019, Madrid Spain



- Alaperä, I., Hakala, T., Honkapuro, S., Pylvänäinen, J., Kaipia, T., Manner, P., Kulla, T. Battery system as a service for a distribution system operator. Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2019), 3-6 June 2019, Madrid Spain
- Keski-Koukkari, A., Mashlakov, A., Tikka, V., Kulmala, A., Repo, S., Honkapuro, S., Aro, M., Järventausta, P. Architecture of integrated business platform of distributed energy resources and integration of MultiPower laboratory. Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2019), 3-6 June 2019, Madrid Spain
- Annala, S., Honkapuro, S., Tikka, N., Mendes, G. New Demand Response Business Models – Opportunities and Risks. Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2019), 3-6 June 2019, Madrid Spain
- Mashlakov, A., Keski-Koukkari, A., Tikka, V., Kulmala, A., Repo, S., Honkapuro, S., Aro, M., Jafary, P. Uniform Web of Things Based Access to Distributed Energy Resources via Metadata Registry. Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2019), 3-6 June 2019, Madrid Spain
- Tikka, V., Romanenko, A., Mashlakov, A., Annala, S., Honkapuro, S., Partanen, J. Novel Technical Solutions as a Small-Scale Demand Response Enabler. Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2019), 3-6 June 2019, Madrid Spain
- Vanadzina, E., Pinomaa, A., Honkapuro, S., Mendes, G. An innovative business model for rural sub-Saharan Africa electrification. Energy Procedia. Vol. 253. 2019. pp 364-369
- Mendes, G., Honkapuro, S., Marnay, C., Ioakimidis, C., Ferrão, P. *Community microgrid systems: Economic resilience and challenges ahead*. Proceedings of 15<sup>th</sup> International Conference on European Energy Market (EEM 2018). Łódź, Poland, June 2018
- Belonogova, N., Tikka, V., Haapaniemi, J., Haakana, J., Honkapuro, S., Partanen, J., Heine, P., Pihkala, A., Hellman, H-P., Hyvärinen, M. *Methodology to define a BESS operating strategy for the end-customer in the changing business environment*. Proceedings of 15<sup>th</sup> International Conference on European Energy Market (EEM 2018). Łódź, Poland, June 2018
- Tikka, V., Belonogova, N., Lana, A., Honkapuro, S., Lassila, J., Partanen, J. *Control architecture requirements for multitasking battery resource operation*. Proceedings of 15<sup>th</sup> International Conference on European Energy Market (EEM 2018). Łódź, Poland, June 2018
- Mashlakov, A., Honkapuro, S., Tikka, V., Partanen, J., Repo, S., Järventausta, P., Kulmala, A., Abdurafikov, R., Keski-Koukkari, A., Aro, M. *Use case description of real-time control of microgrid flexibility*. Proceedings of 15<sup>th</sup> International Conference on European Energy Market (EEM 2018). Łódź, Poland, June 2018
- Annala, S., Mendes, G., Honkapuro, S., Matos, L., Klein, P. *Comparison of Opportunities and Challenges in Demand Response Pilots in Finland and Portugal*. Proceedings of 15<sup>th</sup> International Conference on European Energy Market (EEM 2018). Łódź, Poland, June 2018
- Tikka, V., Lana, A., Belonogova, N., Honkapuro, S., Lassila, J., Partanen, J. *Technical Implementation of the Battery Resource Control in a Multitask Operating Environment*. 10th International Conference on Applied Energy (ICAE2018), 22-25 August 2018, Hong Kong, China
- Tikka, V., Mashlakov, A., Kulmala, A., Repo, S., Aro, M., Keski-Koukkari, A., Honkapuro, S., Järventausta, P., Partanen, J. *Integrated business platform of distributed energy resources – Case Finland*. 10th International Conference on Applied Energy (ICAE2018), 22-25 August 2018, Hong Kong, China
- Alaperä, I., Honkapuro, S., Tikka, V., Paananen, J. *Dual-purposing UPS batteries for energy storage functions: A business case analysis*. 10th International Conference on Applied Energy (ICAE2018), 22-25 August 2018, Hong Kong, China
- Mendes, G., Nylund, J., Annala, S., Honkapuro, S., Kilkki, O., Segerstam, J. *Local Energy Markets: Opportunities, Benefits, and Barriers*. Proceedings of CIRED Workshop, Ljubljana Slovenia, 7-8 June 2018



- Belonogova, N., Tikka, V., Honkapuro, S., Lassila, J., Partanen, J., Heine, P., Pihkala, A., Hellman, H-P., Karpinen, J., Siilin, K., Matilainen, J., Laasonen, M. *Multi-objective role of BESS in an Energy System*. Proceedings of CIRED Workshop, Ljubljana Slovenia, 7-8 June 2018
- Mashlakov, A., Tikka, V., Honkapuro, S., Lehtimäki, P., Repo, S., Keski-Koukari, A., Aro, M., Abdurafikov, R., Kulmala, A. *SGAM Use Case Definition of an Information Exchange Architecture*. Proceedings of CIRED Workshop, Ljubljana Slovenia, 7-8 June 2018
- Carreira, P., Mendes, G., Barocca, B., Amaral, V., Honkapuro, S., Prada, R. *Energy behaviour engagement in smart urban environments*. Energy Procedia 142 (2017) 2080–2088
- Honkapuro, S., Haapaniemi, J., Haakana, J., Lassila, J., Belonogova, N., Partanen, J., Lummi, K., Rautiainen, A., Supponen, A., Repo, S., Järventausta, P. 2017. *Development options for distribution tariff structures in Finland*, 14<sup>th</sup> International Conference on European Energy Market (EEM 2017). Dresden, Germany. 6–9 June 2017
- Gao, X. Z. Kaarna, A., Lensu, L., Honkapuro, S. *A Hybrid Method for Short-Term Electricity Consumption Prediction*. The proceedings of IECON 2017 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IES)
- Valtonen, P., Mendes, P., Honkapuro, S. *Demand Response for Increased Grid Flexibility: The case of Finland*. The proceedings of ISGT Asia conference December 4 – 7, 2017, Auckland, New Zealand
- Naukkarinen, J., Niemelä, H., Makkonen, M., Valtonen, P., Tikka, V., Tarkkala, T., Honkapuro, S., Belonogova, N. *Development of a Second-Generation Power Exchange Game by Applying Design Science*. Proceedings of EPE'17 ECCE conference, September 11-14, 2017, Warsaw, Poland
- Abdulganiyu, I., O., Honkapuro, S., Annala, S. 2017. *Prospects, Barriers and Possible Mitigation Measures of Integrating Renewable Energy into Kenyan Power System and Market*. Proceedings of 14<sup>th</sup> International Conference on European Energy Market (EEM 2017). Dresden, Germany. 6–9 June 2017
- Haapaniemi J., Narayanan A., Tikka V., Haakana J., Honkapuro S., Lassila J., Kaipia T., Partanen J. (2017) *Effects of major tariff changes by distribution system operators on profitability of photovoltaic systems* Proceedings of 14<sup>th</sup> International Conference on the European Energy Market, EEM. Dresden, Germany. 6–9 June 2017
- Rautiainen, A., Lummi, K., Supponen, A., Koskela, J., Repo, S., Järventausta, P., Honkapuro, S., Partanen, J., Haapaniemi, J., Lassila, J., Haakana, J., Belonogova, N. 2017. *Reforming Distribution Tariffs of Small Customers – Targets, Challenges and Impacts of Implementing Novel Tariff Structures*. 24<sup>th</sup> Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2017). Glasgow, Scotland. 12-15 June 2017.
- Haapaniemi, J., Haakana, J., Lassila, J., Honkapuro, S., Partanen, J., *Impacts of different power-based distribution tariffs for customers*. 24<sup>th</sup> Proceedings of International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2017). Glasgow, Scotland. 12-15 June 2017.