

Akkujen merkitys kasvaa: milloin, miten ja millä edellytyksillä? – suomalaisten toimijoiden näkemyksiä vuoden 2018 alussa

Raimo Lovio
Tapio Tuomi



Akkujen merkitys kasvaa: milloin,
miten ja millä edellytyksillä? –
suomalaisten toimijoiden näkemyksiä
vuoden 2018 alussa

Raimo Lovio
Tapio Tuomi

Smart Energy Transition

smartenergytransition.fi

Aalto-yliopiston julkaisusarja

CROSSOVER 5/2018

© 2018 Raimo Lovio, Tapio Tuomi

ISBN 978-952-60-8194-6 (pdf)

ISSN 1799-4969 (pdf)

smartenergytransition.fi

Unigrafia Oy

Helsinki 2018

Smart Energy Transition -hanke (314325) kiittää Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvostoa hankkeen mahdollistamisesta ja tuesta.

Tekijä

Raimo Lovio, Tapio Tuomi

Julkaisun nimi

Akkujen merkitys kasvaa: milloin, miten ja millä edellytyksillä? – suomalaisten toimijoiden näkemyksiä vuoden 2018 alussa

Julkaisija Kauppakorkeakoulu**Yksikkö** Johtamisen laitos**Sarja** Aalto-yliopiston julkaisusarja CROSSOVER 5/2018**Tutkimusala** Energia**Kieli** Suomi**Tiivistelmä**

Akkuteknologioiden ja –liiketoiminnan seuraaminen on tärkeää, koska vuotta 2017 voidaan pitää alueen liikkeelleläähtövuotena Suomessa ja koska akkualan kehitykseen pannaan paljon toiveita. Kansainvälisesti ala on valtavan mielenkiinnon kohteena ja siksi on tärkeää identifioida SET-hankkeen perusteeman mukaisesti "miten Suomi voi hyötyä" tästä energiamurroksen osa-alueesta.

Tämän vuoksi SET-hankkeessa toteutettiin pienimuotoinen taustaselvitys, johon resurssit saatiin osana Aalto-yliopiston rahoittamaa poikkitieteellistä HEBSTO-hanketta (High-energy batteries for grid-scale storage). Esiselvitys tehtiin haastattelemalla alan toimijoita (tutkijoita, yrityksiä ja viranomaisia) loka-marraskuussa 2017 ja täydentämällä kerättyä tietoa tammi-huhtikuussa 2018. Hankkeen loppuvaiheessa alan toimijoiden toivomuksesta paneuduttiin erityisesti akkuihin liittyvän verotuskysymyksen ratkaisuun.

Esiselvitys osoittaa, että Suomella on paljon mahdollisuuksia akkuteknologian alueella. Hyötyminen edellyttää, että

- sähkömarkkinaregulaatiota ja verotuskäytäntöjä kehitetään niin, että akut nähdään yleistyvänä sähköjärjestelmän komponenttina, jonka verotus ratkaistaan alkuvaiheessa verottoman varaston käytännön avulla;
- yritykset yhdessä viranomaisten kanssa laajentavat käynnistynyttä kokeilutoimintaa ja niiden oppien perusteella kasvattavat sopivia liiketoimintamalleja;
- hyödynnetään akkujen koko arvoketjuun liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia kaivostoiminnasta akkujen käyttöön liittyviin ohjelmistoihin saakka;
- ja alan koulutusta ja tutkimusta laajennetaan.

Avainsanat energia, älykäs energia, energiamurros, akku, akkuteknologia, hebsto**ISBN (painettu)****ISBN (pdf)** 978-952-60-8194-6**ISSN (painettu)****ISSN (pdf)** 1799-4969**Julkaisupaikka** Helsinki**Painopaikka** Helsinki**Vuosi** 2018**Sivumäärä** 33

Sisällys

1. Johdanto	1
2. Yleisiä näkemyksiä akkuteknologioiden kehityksestä	2
2.1 Akkuteknologiat	2
2.2 Keinoja lisätä akkujen käytön taloudellisuutta	3
2.3 Akkujen rooli energian käytössä ja varastoinnissa	4
3. Esimerkkejä ja kokemuksia akkujen käytöstä	4
3.1 Suuret akut	5
3.2 Pienet akut kiinteistöissä	8
3.3 Sähköautojen akut ja latausjärjestelmät	10
4. Näkemyksiä akkujen käytöstä Suomessa lähivuosina	11
5. Akkuliiketoiminnan mahdollisuudet Suomessa laajemmin	12
6. Fingridin markkinat akkujen käytössä	15
7. Regulaatiohaasteita: akkujen määrittely ja verkkoyhtiöiden rooli	17
8. Akut ja verotus	20
8.1 Miksi verotuksen tarkastelu ylipäättään on tarpeen?	20
8.2 Verotusongelman hahmotus älyverkkotyöryhmän raportissa	21
8.3 Akut sähkön verottomana välivarastona	22
8.4 Verotusongelman ratkaisu myöhemmin netotuksen kautta?	23
8.5 Verotusongelman pohtiminen erilaisten tapausten kautta	23
8.6 Verotusongelman jatkotutkimus	25
Lähteet	26

1 Johdanto

Smart Energy Transition –tutkimushankkeessa seurataan uusien energiateknologioiden kehitystä ja niiden tarjoamia mahdollisuuksia parantaa Suomen energiasysteemin toimintaa sekä tarjota uusia liiketoimintamahdollisuuksia suomalaisille yrityksille. Vuoden 2017 aikana kävi ilmeiseksi, että akkujen ja laajemmin kaikkien energiavarastomuotojen tutkimusta tulisi hankkeessa mahdollisuuksien mukaan laajentaa hankkeen toisessa vaiheessa 2018 – 20 yhteistyössä muiden tutkimushankkeiden kanssa.

Tämän vuoksi SET-hankkeessa toteutettiin pienimuotoinen taustaselvitys, johon resurssit saatiin osana Aalto-yliopiston rahoittamaa poikkitieteellistä HEBSTO-hanketta (High-energy batteries for grid-scale storage). Tässä hankkeessa SET-hankkeen toivottiin keskittyvän akkujen tarjoamiin uusiin liiketoimintamahdollisuuksiin ja -malleihin sekä sähkömarkkinaregulaation ja –verotuksen mahdollisiin ongelmiin. Esiselvitys tehtiin haastattelemalla alan toimijoita (tutkijoita, yrityksiä ja viranomaisia; ks. lähdeluettelo) loka-marraskuussa 2017 ja täydentämällä kerättyä tietoa tammi-huhtikuussa 2018 muutakin ajankohtaista aineistoa hyödyntämällä. Hankkeen loppuvaiheessa paneuduttiin erityisesti akkuihin liittyvän verotuskysymyksen pohdintaan (luku 8).

Esiselvitys osoittaa, että akkuteknologioiden ja –liiketoiminnan seuraaminen on tärkeää, koska vuotta 2017 voidaan pitää tämän alueen liikkeellelähtövuotena Suomessa ja koska akkualan kehitykseen pannaan paljon toiveita. Erilaisia kokeiluja ja liikkeellelähtöjä on paljon. Kansainvälisesti ala on valtavan mielenkiinnon kohteena ja siksin on tärkeää identifioida SET-hankkeen perusteeman mukaisesti ”miten Suomi voi hyötyä” tästä energiamurroksen osa-alueesta.

Hyötyminen edellyttää mm., että

- sähkömarkkinaregulaatiota ja verotuskäytäntöjä kehitetään niin, että akut nähdään yhtenä, uutena, omanlaisena ja yleistyvänä sähköjärjestelmän komponenttina;
- yritykset yhdessä viranomaisten kanssa jatkavat ja laajentavat käynnistynyttä kokeilutoimintaa ja niiden oppien perusteella lähtevät kasvattamaan sopivia liiketoimintamalleja;
- hyödynnetään akkujen koko arvoketjuun liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia kaivostuotannasta akkujen käyttöön liittyviin ohjelmistoihin saakka;
- ja alan koulutusta ja tutkimusta laajennetaan.

Ala tulee kehittymään hyvin nopeasti, joten tämä esiselvitys vanhenee nopeasti. SET-hankkeessa asiaa tullaan pitämään esillä ja niiden pohjalta laatimaan syvällisempiä analyyseja eri osa-alueilta yhdessä muiden hankkeiden kanssa. Esimerkiksi tässä esiselvityksessä ei haastateltu akkuraaka-aineiden hankinnan ja jalostuksen parissa toimivia yrityksiä eikä teknologia-teollisuuden yrityksiä. Tämä tullaan toteuttamaan seuraavassa vaiheessa osana SET-hankkeen yritystietokannan kehittämistä (www.energiaturro.fi).

Akut liittyvät laajempaan kysymykseen energian varastoinnista erilaisilla aikajänteillä ja erilaisissa tarkoituksissa. Akkujen rooli ja käyttö tulevat riippumaan niiden kilpailukyvystä suhteessa muihin vaihtoehtoihin. Tässä raportissa pitäydytään kuitenkin tarkastelemaan akkuja ja muita vaihtoehtoja käsitellään vain siltä osin kuin niiden olemassaolo tai kehitys tulee merkittävästi vaikuttamaan akkujen käyttöön. Akkujen osalta ei käsitellä Suomessa vanhastaan käytössä olevia aurinkosähköjärjestelmien off grid –akkuja.

2 Yleisiä näkemyksiä akkuteknologioiden kehityksestä

Tätä selvitystä varten haastatellut henkilöt eivät ole akkuteknologioiden kehittäjiä ja erityisasiantuntijoita, vaan akkujen käyttäjiä. Monet organisaatiot olivat teettäneet yliopistoilla diplomitöitä saadakseen yleiskuvan nykyisestä tilanteesta (esim. Kivipelto 2017, Majuri 2017, Saulny 2017 ja Varonen 2017). Joissakin tapauksissa akkuasiantuntemusta oli yrityksen muissa osissa (esimerkiksi Siemens). Lisäksi tietämystä luonnollisesti täydennetään seuraamalla tiiviisti alan julkaisuja.

2.1 Akkuteknologiat

Haastateltavat korostivat etsivänsä ja seuraavansa riittävän halpoja ja kypsiä teknologioita. Akkujen kehityksen ja hintojen alenemisen suhteen haastateltavat olivat yleisesti optimistisia, mutta varoivat kuitenkin liiallista ”hypetystä”. Akut ovat halpenemisestaan huolimatta edelleen kalliita ja niihin perustuva liiketoiminta ottaa vasta ensi askeleita Suomessa. Mediassa jatkuvasti esiintyviin ”mullistava akkukeksintö” –tyyppisiin uutisiin suhtauduttiin kriittisesti. Kuitenkin akkujen hintojen nykyisen laskutrendin (5 - 10 %/vuosi) odotettiin pysyvän ennallaan. Akkujen raaka-aineiden pullonkaulat tunnettiin, mutta niihin ei suhtauduttu aivan niin vakavasti kuin niihin suhtautuvat monet akkukemikaalien tutkijat (vrt. Kauranen & Lundström 2018). Akkujen materiaalien kierrätyksen kehittämistä korostettiin.

Erilaisista akkuteknologioista ja –kemioista haastateltavat olivat kohtuullisesti selvillä. Muun muassa virtausakut ja sulasuola-akut tulivat haastatteluissa esiin. Kuitenkin kaikki haastatellut olivat sillä kannalla, että tällä hetkellä valtavirta on litiumioniakkujen kehityksessä ja siksi niiden ohella käytännössä selvitetään vain jo olemassa olevien lyijyakkujen hyödyntämistä.

Litiumioniakkujen hyvinä puolina tuotiin esiin mm. seuraavia asioita:

- Investoinnit tähän teknologiaan ovat suurimmat ja siksi niiden massatuotanto kehitty nopeimmin, mikä puolestaan edistää hintojen alentumista edelleen;
- Turvallisuus on parantunut;

- Pieni itsepurkautuminen eli hyvä noin 90 %:n palautussuhde varastoidusta energiasta;
- Energiatiheys ja sen myötä pieni koko;
- Nopea vasteaika;
- Lyijyakkuihin verrattuna pienempi ilmastointitarve;
- Lyijyakkuja tulee käytännössä pitää 100 %:n latausasteessa, jolloin niillä voidaan tehdä ainoastaan ylössäätöä (= vähentää kuormaa käyttämällä akkua), kun taas litiumioniakkuissa voidaan joustavammin liikkua 20 – 70 %:n latausasteessa;
- Latausten ja purkausten kesto: tyypillisesti litiumioniakun voi ladata ja purkaa (lataus + purku = sykli) noin 5000 kertaa, kun lyijyakku kestää vain muutamia satoja lataussyklejä. Kuitenkin myös litiumioniakkujen käyttöikä on suhteellisen lyhyt verrattuna moniin muihin sähköntuotannon ja –verkon komponentteihin.

Akkuja valmistetaan moniin kohteisiin ja moniin kokoluokkiin – tyypillisesti kotitalouskokoisen akkuihin, sähköautoihin ja suuria akkuja (yli 1MW/1MWh) kiinteistöihin ja sähköverkon tarpeisiin. Isojen akkujen kennojen kemia räätälöidään usein käyttökohteen erityistarpeiden mukaan.

2.2 Keinoja lisätä akkujen käytön taloudellisuutta

Akut kuitenkin yleistyvät mm. kasvavan sähköisen liikenteen ja sähköisten työkalujen yleistyessä (esimerkiksi kaivoskoneet). Sähkön välivarastokäytössä akut ovat kuitenkin edelleen kalliita ja tulevat sitä olemaan lähivuodet. 2020-luvun aikana hinnat tulevat luonnollisesti laskeumaan, mutta tämän hetken tilanteessa keskeinen pyrkimys on löytää akuille sellaisia käyttökohteita ja –tapoja, jotka alentavat niiden käytön kustannuksia.

Fortumin Tatu Kulla (2018) esittää seuraavan esimerkin suurten akkujen taloudellisuudesta nykytilanteesta, jos ajatellaan, että akun käyttötarkoitus olisi ansaita pelkästään sähkön tuntihintaerojen avulla. Yksinkertaistaen suuri akku (1MW/1MWh) maksaa tällä hetkellä 0,5 miljoonaa euroa ja jos se kestää 5000 sykliä, niin akun on saatava 100 euroa tuottoa jokaisesta lataus-purku –syklistä, jotta akku edes maksaisi itsensä takaisin (ilman energiahäviöitä, pääoma- ja huoltokustannuksia ja investoinnin tuottovaatimuksia). Tähän tuottotasoon on kuitenkin hankala päästä: esimerkiksi vuoden 2017 aikana Suomessa oli vain yksi vuorokausi (11.10.2017), jolloin vuorokauden halvimman ja kalleimman sähkön tuntihinnan ero Suomessa ylitti 100 euroa.

Haastatteluissa tuli esiin mm. seuraavia keinoja lisätä akkujen käytön taloudellisuutta:

- Pyritään ottamaan lisäkäyttöön jo olemassa olevia vanhoja lyijyakkuja: esimerkiksi kone-salien UPS-lyijyakit voidaan yrittää ottaa mukaan Fingridin taajuudensäätömarkkinoille;
- Pyritään ottamaan lisäkäyttöön muista syistä investoituja uusia litiumioniakkuja (esimerkiksi sähköautojen akut, konesalien uudet litiumioniakit);

- Pyritään aina akkujen rinnakkaiskäyttöön moneen tarkoitukseen. Tällaisia tarkoituksia voivat olla mm. taajuudensäätömarkkina, loistehon hallinta, prosessien hallittu alasajo, blackstart-tilanteet, pienimuotoinen paikallisen sähköntuotannon varastointi;
- Pyritään etsimään aluksi sellaiset kohteet, joissa akun ominaispiirteet tulevat parhaiten näkyviin (esimerkiksi taajuudensäätömarkkina);
- Valmistaudutaan akkujen kierrättämiseen toiseen tarkoitukseen (esimerkiksi sähköauton akun jatkokäyttö kotitalousakkuna).

Usein nämäkään keinot eivät tällä hetkellä riitä ja siksi akkuinvestointeihin on tarvittu myös julkisia t&k- ja investointitukia. Akkujen käytön kärkimaissa (Saksa, UK, Australia, Ruotsi) akkujen kehittämistä ja käyttöönottoa tuetaan merkittävästi. Suomessa tukea on voinut saada suurten akkujen investointeihin.

2.3 Akkujen rooli energian käytössä ja varastoinnissa

Energian kysynnän ja tuotannon vaihdellessa tulevaisuudessa yhä enemmän energian varastoinnin merkitys jatkuvasti kasvaa oli sitten kysymys sähköstä tai lämmöstä. Akkujen yleistyessä myös niiden rooli varastoinnissa kasvaa, mutta lähtökohtaisesti tulee kuitenkin muistaa, että akut eivät ole nykyisin suurimittaisen energiavarastoinnin muoto eivätkä ne pysty taloudellisesti kilpailemaan esimerkiksi vesi- ja pumppuvoimaloiden kanssa.

Tuulivoima-alan edustaja totesikin haastattelussa: ”Jos meillä on jokin 100 MW tuulipuisto ja tuulee hyvin, niin tunnissa syntyy 80 MWh sähköä. Mihin tuon määrän saa varastoon? Isojen akkujen kapasiteetti on nykyään muutamia MWh:ta. Muutaman MWh:n akut, joita muutamat yritykset ovat hankkineet, sopivat parhaiten sähköjärjestelmän taajuussäätöön. Mitä me tarvitaan, on pidemmän aikavälin ja teollisen kokoluokan varastointia.”

3 Esimerkkejä ja kokemuksia akkujen käytöstä

Selvityksessä pyrittiin haastattelujen ja osin muunkin materiaalin avulla kuvaamaan akkujen käyttöä ja niistä saatuja kokemuksia Suomessa syksyllä 2017. Osalla haastatelluista yrityksistä oli jo kokemuksia ja konkreettisia hankkeita akkujen käytöstä. Osa oli tehnyt vasta alustavia kartoituksia. Kaikkiaan vuoden 2017 syksyllä akkujen käyttö ja myynti olivat vielä vähäisiä ja ennusteet markkinan kasvusta olivat vuoden 2018 osalta hyvin maltilliset.

3.1 Suuret akut

Suurien akkujen käytöstä on Suomessa kokemuksia mm. Helenillä, Fortumilla ja lisäksi Siemensillä on käynnissä investointihankkeita.

Helenin akkuhankkeet eivät kuuluneet haastattelujen piiriin ja siksi niitä kuvataan seuraavassa vain yrityksen www.sivuilla löytyvien julkisten lähteiden perusteella. Näistä ilmenee, että kokeiluhankkeet (Viikin ympäristötalo, Suvilahti ja kaksisuuntainen sähköautojen latauspiste) ovat sujuneet hyvin ja akkuja ja niihin liittyviä palveluja tarjotaan nykyisin asiakkaille myös jo kaupalliselta pohjalta.

Haastattelussa Fingridin edustajat, jotka ovat osapuolena Suvilahden kokeiluprojektissa, vahvistivat yleisellä tasolla tämän akkuhankkeen käyttökokemusten olevan hyviä (nopea reagointi, hyvä käytettävyyys, luotettavuus, kapasiteetin jakaminen useaan käyttötarkoitukseen). Siemensin, jonka akkua käytetään Viikin ympäristötalossa, edustaja totesi myös hankkeen sujuneen hyvin, vaikka totesikin, että monikäytön ohjauslogiikka on hyvin haastavaa toteuttaa, koska optimoinnissa on ymmärrettävä kaikkien markkinapaikkojen logiikka.

Helenin vuosikertomuksessa 2017 yrityksen hankkeita kuvataan seuraavasti:

- "Helenin Suvilahden sähkövarasto liitettiin viime kesänä osaksi yhteispohjoismaista sähköjärjestelmää. Tuolloin alkoi myös kolmivuotinen sähkövarastojen hyödyntämistä edistävä tutkimushanke Helen Sähköverkko Oy:n ja Fingrid Oyj:n kanssa. Sähkövaraston toimintoja on nyt testattu lähes vuoden ajan ja Helen haluaa siirtää Suvilahdesta saatuja oppeja kaupalliseen käyttöön.
- Suomen ensimmäinen kaksisuuntainen latauspiste avattiin Helsingin Suvilahdessa, Helenin aurinkovoimalan ja sähkövaraston yhteyteen. V2G (vehicle-to-grid) -latauspiste mahdollistaa paitsi sähköauton lataamisen, myös sen toimimisen sähkövarastona ja osallistumisen sähköjärjestelmän säätöön.
- Helenin ensimmäinen asiakkaan kanssa toteutettava sähkövarasto-yhteistyöhanke käynnistyi Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen kanssa. Ympäristötalon sähkövarasto pystyy varastoimaan 45 kilowattituntia sähköä, mikä vastaa 18 tunnin energiankulutusta yhdessä omakotitalossa tai tunnin kulutusta ympäristötalo-toimistorakennuksessa (teho 90 kW, kapasiteetti 45 kWh, teknologiatoimittaja Siemens Oy). Sähkövarasto varastoi sähköä ympäristötalon aurinkopaneeleista ja tukee sähköautojen latauspisteen toimintaa. Helen auttaa ympäristötaloa sähkövaraston ohjauksessa sellaisina hetkinä, jolloin tämä ei itse pysty sitä hyödyntämään. Helen ostaa sähkövaraston ylijäävän käyttöajan ja lisäksi ohjaa asiakkaan sähkökuormia parhaimman hyödyn saavuttamiseksi (loistehon kompensointi, jännitetaso ylläpito). Helenin avulla ympäristötalon sähkövarasto ja kiinteistön kuormat osallistuvat Fingridin kantaverkon tukemiseen.
- Helen toi ensimmäisenä yhtiönä markkinoille yrityksille tarkoitetun palvelun sähkövarastointiin ja teki ensimmäiset kaupalliset sopimukset palvelun toteutuksesta. Kun asiakas ei itse tarvitse sähkövarastonsa koko kapasiteettia, Helen voi ostaa ylijäävän käyttöajan ja

viedä sen sähkömarkkinoille. Palvelun voi hankkia erikseen tai osana laajempaa asiakkaalle sopivaa ratkaisua, johon voivat kuulua muun muassa aurinkosähkön tuotanto ja sähkön käytön ohjaukseen liittyvä kysyntäjoustopalvelu.”

Helen mainostaa palvelutuotettaan verkkosivuillaan seuraavilla argumenteilla

- ”Jos kiinteistöllä on omaa sähköntuotantoa, kuten aurinkopaneeleja, sähkövarasto auttaa hyödyntämään kaiken tuotetun sähkön.
- Sähkövarasto auttaa tasaamaan sähkönkulutusta sekä poistamaan haitallista loistehoa, jolloin sähkönsiirtomaksut pienenevät.
- Sähkövarasto tasaa jatkuvasti sähkönsyöttöä, jolloin sähkön laatu pysyy parhaana mahdollisena. Sähkövarasto pystyy ohittamaan lyhyet sähkökatkot omatoimisesti ja pidempikestoisten katkojen tapauksessa antaa aikaa varavoiman käynnistämiseen.
- Helen auttaa yrityksiä saamaan parhaan mahdollisen hyödyn sähkön varastoinnista. Helen voi myös osallistua sähkövarastoinvestointeihin.”

Fortum aloitti sähköakkuhankkeet pian Helenin jälkeen. Fortumin akkuhankkeista tunnetuin on Pohjoismaiden suurin akku Batcave. Batcave on pilottiprojekti akkujen käytöstä sähköjärjestelmän osana ja sen mahdollisti TEM:n energiatuen saaminen. Batcave-akku tuli ranskalaiselta valmistajalta (SAFT) tarjouskilpailun kautta. Batcave on Fortumin omassa käytössä osana vesivoimakapasiteettia. Virkamiesten kanssa käyty keskustelu projektin alkuvaiheessa johti siihen, että järkevä paikka verotussyistä Batcavelle oli sijoittaa se osaksi olemassa olevaa Fortumin voimalaitosta, sen mittarin sisäpuolelle, Järvenpään voimalaitosalueelle.

Batcave osallistuu osana Fortumin vesivoimakapasiteettia Fingridin FCR-N-markkina (taajuusohjattu käyttöreservi), koska se on haastateltujen mukaan teknisesti vaativin markkina ja pilottiprojektin kannalta hyödyllisin tulo- ja tutkimuskohde. Akkuteknologian lyhyen reagointiajan ansiosta Batcave on nopeimmin ja tarkimmin säätävä osa Fortumin vesivoimakapasiteetista. Kun FCR-N markkinalla toteutetaan sekä ylös- että alassäätöä, niin näin ollen akun käyttö vapauttaa vesivoimaa muuhun käyttöön ja muille markkinoille. Sähkön tuotantokapasiteettina vesivoima akulla täydennettynä on hyvin monipuolinen ja -käyttöinen: vesivoima tarjoaa mahdollisuuden varastoida energiaa pitkäksi ajaksi ja nopeasti reagoivalla akulla täydennettynä koko portfolio kykenee säätämään isossa aikaskaalassa – sekunnista jopa vuodenaikaan saakka. Akku itsessään on parhaimmillaan nopeassa säädössä: sekunneissa ja minuuteissa, mutta ei välttämättä tunneissa laskettuna.

Fortumin sovellus operoida akkua vesivoimaportfolion kanssa on globaalisti ainutlaatuinen ratkaisu. Mikäli akku on tyhjä tai täynnä ja sen pitäisi edelleen kyetä säätämään, niin vesivoimakapasiteetti avustaa näissä tilanteissa. Tämä mahdollistaa sen, että Batcavella saavutetaan aina 100 prosentin kokonaiskäyttöaste myydyille tunneille.

Nicolas Saulny (2017) teki diplomityön Batcaven käyttötavoista ja on sen jälkeen kehittänyt akun käytön ohjausta (tuotanto käynnistyi maaliskuun alusta 2017). Ohjausjärjestelmään ja sen logiikkaan tehtiin vuoden 2017 aikana jo viisi päivitystä. Tänä aikana on opittu paljon siitä,

miten akkuja käytetään kannattavammin ja tehokkaammin. Samalla on osoitettu, että Batcaven business case toteutuu ja tavoitteet ovat jopa ylittyneet. Kokemusten perusteella Fortumilla on monia mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja jatkaa tältä pohjalta: lisätä akkuja omaan käyttöön Suomessa tai ulkomailla ja tarjota akkuja asiakkaiden käyttöön. Vuoden 2017 lopulla strategian suunnittelutyö aiheesta oli kuitenkin vielä kesken.

Fortumin toinen akkujen käytön kehittämislinja on ottaa käyttöön jo olemassa olevaa akkukantaa. Olemassa olevien akkujen hyödyntämisessä on suuri kustannusetu ja tällaisia akustoja on käytössä maailmalla tuhansia gigawattitunteja. Lähimpänä kaupallista sovellusta on hyödyntää tietokonesaleissa olevia sähkönvarmennusjärjestelmiä (UPS), joissa on tyypillisesti ylikapasiteettia ja käyttämättä jääviä lataus-purkaus-syklejä. Fortum on tässä liikkeellä läheisessä yhteistyössä laitevalmistaja Eatonin kanssa, jonka taustalla on mm. Fiskarsin UPS liiketoiminta.

Yksittäisten UPS-akkujen osallistuminen taajuussäätöön on haastavaa lyijyakkujen teknisten ominaisuuksien vuoksi. Käytännössä niitä voidaan käyttää vain taajuuden alassäätöön, mutta aggregoimalla useita UPS-akkuja ja tukemalla tätä aggregaattia esimerkiksi vesivoimalla, päästään jo hyvinkin kiinnostavaan tilanteeseen, jossa yksittäisten akkujen kulumista voidaan säädellä. Periaatteessa helpoin tapa datakeskukselle osallistua kysyntäjoustoon on asentaa taajuusohjattu kytkin ja vetää koko datakeskus off-grid, jos tulee jokin taajuushäiriö. Tätä onkin maailmalla tehty, mutta nyt pyrkimyksenä on olla ensimmäisten joukossa maailmassa siinä, että UPS-järjestelmä tukee verkkoa älykkäästi. Jatkossa datakeskuksiin voidaan hankkia mahdollisesti myös litiumioniakkuja, joita voidaan käyttää sekä ylös- että alassäätöön.

Fortum on toistaiseksi julkistanut ainakin kaksi hanketta, joissa UPS-akkujen käyttöä tullaan kehittämään:

- FORTUM VERKKOUUTINEN 18.12.2017: "Svenska kraftnät on valinnut Spring by Fortumin pilottiprojektiinsa, jossa tutkitaan energiavarastojen hyödyntämistä kulutusjoustossa. Vuoden 2018 ensimmäisellä vuosineljänneksellä käynnistyvässä pilottiprojektissa Fortum tarjoaa 0,1MW UPS-kapasiteettia Svenska kraftnätin taajuusohjattuun häiriöreserviin. Tämä reservi aktivoituu automaattisesti ja nopeasti, mikäli sähköverkon taajuus putoaa."
- FORTUM OYJ LEHDISTÖTIEDOTE 17.1.2018: "Fortum ja Ericsson ovat allekirjoittaneet sopimuksen Ericssonin Kirkkonummen datakeskuksen sähkönvarmennusjärjestelmien tuomisesta kysyntäjoustomarkkinoille osana Fortumin kasvavaa virtuaaliakkuja. Fortumin Spring-hankkeen kehittämään virtuaaliakkuun on ennen Ericssonia liittynyt jo yli tuhat kotitalousasiakasta. Suomen Ericsson on Springin ensimmäinen yritysasiakas. Yhteistyön myötä esitellään myös käytännössä Ericssonin 5G-teknologiaa, joka mahdollistaa entistä nopeamman, luotettavamman ja reaaliaikaisemman tiedonsiirron."

Helenin ja Fortumin ohella Siemens on aktiivinen akkumarkkinoilla sekä kansainvälisesti että Suomessa. Yksi osoitus Siemensin panostuksesta on, että Siemens on ollut rakentamassa sähkölautoja Paraisten ja Nauvon välille (1 MWh akku). Siemens toteuttaa kauppakeskus Sellossa Espoossa 2018 hankkeen, johon liittyy Pohjoismaiden suurin kiinteistöön sijoitettava akku (Siemens tiedote 7.9.2017). Siemens on myös toimittamassa Lempäälän kärkihankkeeseen suurta akkua (Siemens tiedote 7.2.2018). Lisäksi TEM on myöntänyt kärkihanketukea Siemensille yhdessä kiinteistöyhtiöiden kanssa toteuttaa lähivuosina suuri virtuaalivoimala, johon sisältyy useita sähköakkuja. Näitä hankkeita on kuvattu seuraavasti Siemensin ja TEM:n nettisivuilla:

- "Sello osallistuu ensimmäisenä merkittävänä kiinteistökokonaisuutena Fingridin tarjoamille Suomen reservimarkkinoille. Kauppakeskuksen olemassa olevasta talotekniikasta kehitetään mikroverkko ja samalla toteutetaan Pohjois-Euroopan suurin kiinteistöön su-lautettu sähkövarasto teholtaan 1,68 MW ja kapasiteetiltaan 2 MWh. Sähkövaraston avulla voidaan ostaa edullista sähköä 20 sähkölämmitteisen omakotitalon talvikäytön verran ja käyttää sähkö kiinteistössä, kun sähkön hinta on korkealla. Kauppakeskukseen asennet-tava 500 kWp aurinkoenergiajärjestelmällä tuotettava energia käytetään täysimääräisesti kauppakeskuksessa. Kauppakeskuksen vuosittain saavuttamat euromääräiset hyödyt ovat suuremmat kuin hankkeeseen liittyvät palvelumaksut ja toteutettavat investoinnit yh-teensä. Älykäs energiaratkaisu puolittaa uusiutuvan energiantuotannon investointien ta-kaisinmaksuajan." (Siemens tiedote 16.2.2018)
- "Siemens saa 8,38 miljoonaa euroa digitaalisen virtuaalivoimalaitoksen käynnistämiseen. Virtuaalivoimala on digitaalinen ohjelmistoalusta, johon liitetään kysynnän joustomarkki-noille tarkoitettuja hajautetusti sijoitettuja sähkökuormia. Niitä syntyy pääosin erilaisista kiinteistöistä sekä muista erilliskuormista, jotka eivät itsenäisesti pysty osallistumaan häi-riöreservimarkkinoille. Voimalaitoksen kokonaiskapasiteetti on 32 megawattia. Tästä 10 megawattia tulee hajasijoitetuista sähkövarastoista ja 22 megawattia kysyntäjouston so-veltuvasta taloteknisestä kapasiteetista." (TEM tiedote 16.2.2018)

Kiinnostusta suuriin akkuihin on myös yrityksissä, joilla on suuria tuuli- tai aurinkopuistoja. Näissä tapauksissa akkujen ensisijainen käyttö on varmistaa tuotantokohteen optimaalinen toiminta.

3.2 Pienet akut kiinteistöissä

Pienemmän kokoluokan akkujen käyttöä kehitetään tällä hetkellä erityisesti liittyen asuintalo- jen, maatilojen tai yritysten aurinkosähköjärjestelmiin ja sähköautojen latausjärjestelmiin pyr- kimyksenä mm. maksimoida aurinkosähkön käyttö kiinteistössä. Akut ovat edelleen kalliita, mutta jotkut yritykset toteuttavat hankkeita pilotointimielessä tai asiakkaan niin erityisesti toi- voessa. Akkujen aktiivista kaupallista markkinointia ei tehty vielä vuonna 2017, koska ne eivät ole taloudellisesti kannattavia, mutta vähintään passiivista myyntiä on jo usealla yrityksellä vuonna 2018.

Esimerkiksi GEF oli käynnistänyt vuoden 2017 aikana pilottitoteutuksia asiakkailta ja lisäksi yritys on ollut mukana toteuttamassa yhtä Helenin kohdetta. GEF hakee kokemuksia erilaisista kohteista ja kokoonpanoista. Pientalot ja pk-yritysten kiinteistöt kiinnostavat. Järjestelmät koostuvat usein akuista, aurinkosähköjärjestelmistä ja ohjattavasta lämminvesivaraajasta, jota voidaan käyttää sekä varastona että kysyntäjoustokomponenttina, ja sähköauton latauspisteestä. Vuoden 2018 aikana suunnitelmissa on lisätä tuote- ja palvelutarjontaa.

Naps Solar Systems edustaa saksalaista sonnen-tuotetta tuotemerkillä Napsin KotiAkku (<https://www.sonnenbatterie.de/en/start>). sonnen on johtava toimija Saksassa (80 000 asennettua systeemiä). Sonnen perustuu Sonyn litium-rautafosfaatti-akkuun (LiFePO4). 3-vaiheisen järjestelmän täysi takuu on 10 vuotta ja laskennallinen käyttöikä 20 vuotta. Se voi ottaa aurinkoenergian päivän ylituotannon talteen ja antaa sen käyttöön hämärän aikana (ja periaatteessa voi myös ladata yöllä halvemmalla ja käyttää päivällä). Se on kaunis tuote, jopa olohuoneeseen asti. Nykyisin akku hankitaan usein myöhemmin kuin aurinkosähköjärjestelmä, jolloin PV-inverteri ja akkuinverteri ovat erikseen, mutta jatkossa yleistyvät hybridi-mahdollisuudet. Naps ei vuoden 2017 aikana vielä aktiivisesti myynyt järjestelmiä niiden kalteuden vuoksi.

Yle julkaisi 21.3.2018 uutisen "Sähkön varastointi tulee pientaloihin – 'Kahden vuoden sisällä aurinkojärjestelmistä taloudellisesti kannattavia', jossa mm. Helenin ja Naps Solar Systemsin edustajat arvioivat kotiakkumarkkinoiden kehitystä. Jutussa esitellään esimerkki talosta, jossa akku on otettu käyttöön ja arvioidaan tilannetta sanomalla, että 'pientalojen sähkövarastot yleistyvät toistaiseksi hitaasti, mutta alan kasvuodotukset ovat suuret':

- "Esimerkki kiinteistöön asennettiin sähkövarasto, johon paneeleilla tuotettu aurinkoenergia voidaan säilöä 3-4 tunnin ajaksi. Varastolla on tarkoitus saada omasta sähköntuotannosta kaikki mahdollinen irti. Sähkövaraston asentanut energiyhtiö Helen on myynyt akkuja pientaloille vasta viime vuoden lopusta lähtien. Helenin mukaan sähkövarasto nostaa aurinkopaneelien käyttöasteen yli 90 prosenttiin.
- Markkinoilla on jo useita vaihtoehtoja pientalon sähkövarastoksi. Esimerkiksi Naps Solar Systems Oy myy aurinkopaneeliin akkuja, jotka ovat kooltaan 4-16 kilowattituntia. Eaton Oy:n kehitysjohtaja Pasi Pesonen kertoo, että he tuovat markkinoille tänä vuonna sähkövarastot, joihin voi varastoida sähköä 4,2-9,5 kilowattituntia. Akut ovat samoja, joita käytetään Nissanin autoissa.
- Taloudellisessa mielessä aurinkopaneelien ja sähkövaraston hankkiminen ei ole tällä hetkellä järkevää. Paneelien ja sähkövaraston hankkiminen oli esimerkkitalon asukkaille puhtaasti ratkaisu ympäristöystävällisemmän energian tuotannon puolesta. Lisäksi Juutilaiset haluavat näyttää esimerkkiä muille.
- Toinen alan yritys Naps Solar Systems Oy kertoo myyneensä ja asentaneensa Uudellamaalla kymmenkunta sähkövarastoa pientaloihin. – Sähkövaraston hankkivat tällä hetkellä teknologiasta kiinnostuneet ja ihmiset, joilla on halu tuottaa itse energiaa, kertoo myyntijohtaja Markus Andersen Naps Solar Systems Oy:stä. Kasvuodotukset ovat kuitenkin myös Naps Solar Systemsissä korkealla: 'Kahden vuoden sisällä aurinkopaneelien ja

sähkövaraston hankkimisesta tulee taloudellisesti kannattavaa ja kysyntä kasvaa merkittävästi”, arvioi myyntijohtaja Markus Andersen. Ennusteensa Andersen perustaa aurinkosähköjärjestelmien lähivuosien hintakehitykseen ja akkujen teknologiseen kehitykseen. Myös Aurinkoteknillisen yhdistyksen puheenjohtajana toimiva Andersen arvioi, että asia riippuu paljon sähköautoteollisuudesta.”

Helen on ryhtynyt keväällä 2018 myymään tuotepakettia, joka koostuu aurinkosähköjärjestelmästä, invertteristä ja akusta. Akun avulla suurempi osa paikallisesta tuotannosta kulutetaan paikallisesti, mutta pakettiin sisältyy myös ajatus akun liittamisestä osaksi sähköjärjestelmää: ”Mikäli ylituotantoa syntyy, varastoimme sen virtuaaliakkuun myöhempää käyttöä varten. Sähkövarastosi toimii lisäksi osana älykästä sähköverkkoa tarjoten joustoa.”

3.3 Sähköautojen akut ja latausjärjestelmät

Lähivuosina pienet akut tulevat olemaan haastateltavien mukaan pääosin sähköautojen tai hybridiautojen akkuja. Sähköautot ovat vielä toistaiseksi yleistyneet hitaasti, mutta vauhdin oletetaan kiihtyvän viimeistään 2020-luvun alusta alkaen. Suomessa sähkökäyttöisiä autoja on muutamia tuhansia ja määrän oletetaan kasvavan vähintään 250 000 vuoteen 2030 mennessä. Sen lisäksi akkuja tulee kasvavassa määrin työkoneisiin.

Suomessa alan merkittävänä edistäjinä toimivat akkujen latausjärjestelmien ja -laitteiden valmistajat, joista merkittävimmät ovat Ensto, Liikennevirta ja Fortum Charge & Drive. Tätä selvitystä varten alan näkemyksistä haastateltiin Liikennevirran edustajaa.

Liikennevirta Oy on suomalaisten energiayhtiöiden vuonna 2103 perustama ja omistama yritys, jolla on noin 40 työntekijää neljässä maassa. Asiakkaita sillä on 11 maassa ja 110 kaupungissa ympäri maailman. Liikennevirta pitää yllä sähköautojen latausverkostoa ja ennen kaikkea kehittää helppokäyttöisiä ja älykkäitä latauspalveluja. Omia latauspisteitä sillä on yli 1500 ja lisäksi sen palvelut ovat käytössä yli 50 000 muiden omistamissa latauspisteissä.

Maaliskuussa 2018 Virta Koti –latauspalvelu palkittiin Vaasan EnergyWeek-tapahtumassa Energy & Innovation Awards –kilpailun voittajaksi. Palvelun merkitystä ja sisältöä Liikennevirta kuvaa näin:

- ”Kun ailahtelevien energianlähteiden osuus energiatuotannosta kasvaa, tarve joustavalle kysynnälle kasvaa. Skenaarioiden mukaan vuonna 2025 maailmassa on noin 50 miljoonaa sähköautoa: nämä miljoonat sähköautot ovat yksi kustannustehokkaimmista energiaravaroista, joilla uusiutuviin nojaavaa sähköverkkoa voidaan tasapainottaa. Tulevaisuudessa sähköautojen latausaika tulee optimoida niille hetkille, kun muu kysyntä on alhaista.
- Virta Koti ohjaa sähköauton latauksen kotona tapahtumaan vuorokauden halvimmillä tunneilla Nord Pool Spot -hintojen mukaisesti. Latauspalvelu hoitaa kaiken autoilijan puolesta ja kysyntäjoustoon osallistuminen on helppoa. Lisäksi latauspisteen voi halutessaan jakaa

joko valituille käyttäjille tai kaikille sähköautoilijoille. Virta Koti soveltuu erityisen hyvin työsuhteautoilijoille, sillä lataus voidaan automaattisesti laskuttaa työnantajalta.”

Liikennevirran edustajan mukaan IEA arvioi, että valtaosa sähkön varastointikapasiteetista tulee olemaan neljällä pyörällä, ja esittää seuraavan esimerkkilaskelman:

- ”40 miljoonaa sähköautoa (niissä on 25 - 50 kWh akut) tuo 1 - 2 TWh akkukapasiteettia markkinoille. Kun näitä akkuja ladataan keskimäärin 10 kW latausteholla, se tuo 400 GW:n huipputehotarpeen. Se on 20 kertaa Suomen arvioitu huipputehotarve vuonna 2030. Tämä määrä voidaan kysyntäjoustomielessä edelleen tuplata, jos käytetään kaksisuuntaista latausta. Tämä kertoo mittakaavasta ja miksi me uskomme tähän varastointiasiaan.”

Sähkön varastoinnin kehittämisen näkökulmasta sähköauton akut ovat halvin tapa tuoda akkuja markkinoille ja auto tulee tavallaan kaupan päälle. Syy on se, että akkujen halpenemisen kannalta vain sähköautojen volyymit ovat riittävää kokoluokkaa. Haastattelun mukaan tulevaisuudessa autojen käyttöaste tulee kohoamaan: nykyisin autot ovat liikkeellä n. 4 % ajasta, tulevaisuudessa ehkä jopa 40 %. Silti autot eivät ole käytössä 60 %:a ajasta, jolloin ne voivat palvella energia-alaa.

Latausliiketoiminnassa on mukana monta toimijaa: akkuvalmistajia, autonvalmistajia, latauspisteiden valmistajia, energiayhtiöitä, operaattoreita ja verkkoyhtiöitä. Kaikilla on omat intressinsä. Haastattelun mukaan ”Liikennevirta Oy:n kaltaiset yritykset pyrkivät rakentamaan sidoksia toimijoiden välille ja rakentamaan palveluja, joiden avulla latausjärjestelmien omistajat ja niiden käyttäjät saavat mahdollisimman hyvin sähköautoilun edut käyttöönsä. Latausajkojen optimointi hyödyttää myös sähköjärjestelmää, mikä edelleen lisääntyy, kun kaksisuuntaiset latausjärjestelmät vähitellen tulevaisuudessa yleistyvät”.

4 Näkemyksiä akkujen käytöstä Suomessa lähivuosina

Tämän selvityksen haastatteluissa ei pyritty systemaattiseen skenaarioon akkujen tulevasta käytöstä Suomessa. Seuraavaan on kuitenkin kirjattu haastatteluissa esiin tulleita yksittäisiä ajatuksia ja näkökohtia.

Fingridin säätömarkkinoiden tutkiminen on monen toimijan mielenkiinnon kohteena. Toisaalta nähtiin markkinoiden lisääntyvän. Yhden haastattelun mukaan on esimerkiksi ennustettavissa, että reagointiaikavaatimukset tulevat joustomarkkinoilla kiristymään, koska sähköjärjestelmään tulee lisää vaihtelevaa tuotantoa ja perinteinen tuotanto vähenee. UK:ssa on jo käytössä alle sekunnissa reagoivia reservejä. Tällainen kehitys vahvistaa akkujen asemaa jouston lähteenä. Toisaalta säätömarkkinoihin kohdistuu monien kiinnostusta ja akut ovat vain yksi väline säätömarkkinassa.

Sähkön siirtomaksujen osalta keskustellaan paljon tehokomponentin tulosta vahvemmin osaksi siirtomaksua. Tämän arveltiin lisäävän yleisesti kiinnostusta akkuihin. Luonnollisesti myös sähkön hinnan nousu ja tuntihintojen vaihtelun mahdollinen lisääntyminen voivat luoda lisää kiinnostusta. Kerrostaloissa akut voisivat auttaa aurinkosähkön käytön siirtämisessä ilta- ja yökäyttöön, jos sähkön käytössä asukkaiden omaan kulutukseen ei päästä eteenpäin. Tulevaisuudessa energiayhteisöt tulevat myös uutena asiana Suomenkin markkinoille.

Konesalien lisäksi akkuja on jo nyt esimerkiksi mobiiliverkon tukiasemissa. Niiden hyödyntämisestä joustomarkkinoilla tutkitaan mm. Fortumissa. Toinen potentiaalinen kasvualue on dieselikäyttöisten varavoimakoneiden korvaaminen akuilla ja sitten niiden hyödyntäminen laajemmin osana sähköjärjestelmää.

Sähköautot ja niiden latausjärjestelmät ovat varma joka tapauksessa akkujen potentiaalia lisäävä kehitystendenssi. Kaksisuuntaisen latauksen yleistyminen tapahtuu muutaman vuoden kuluttua. Autoakkujen kierrätys esimerkiksi kotitalouskäyttöön käynnistyy myös muutaman vuoden kuluttua.

Tarve käyttää akkuja yhtä aikaa moneen käyttötarkoitukseen lisää tendenssiä siihen, että akut pyritään sijoittamaan tämän mukaisesti, etupäässä lähemmäksi kulutusta. Toisaalta joissakin tapauksissa – esimerkiksi suurissa tuulipuistoissa – on tarvetta ainakin kokeilla akkujen roolia osana tuotannon optimointia ja poikkeustilanteiden hallintaa.

Kaiken kaikkiaan akkujen hintojen lasku jatkuessaan lisää luonnollisesti akkujen käyttömahdollisuuksia.

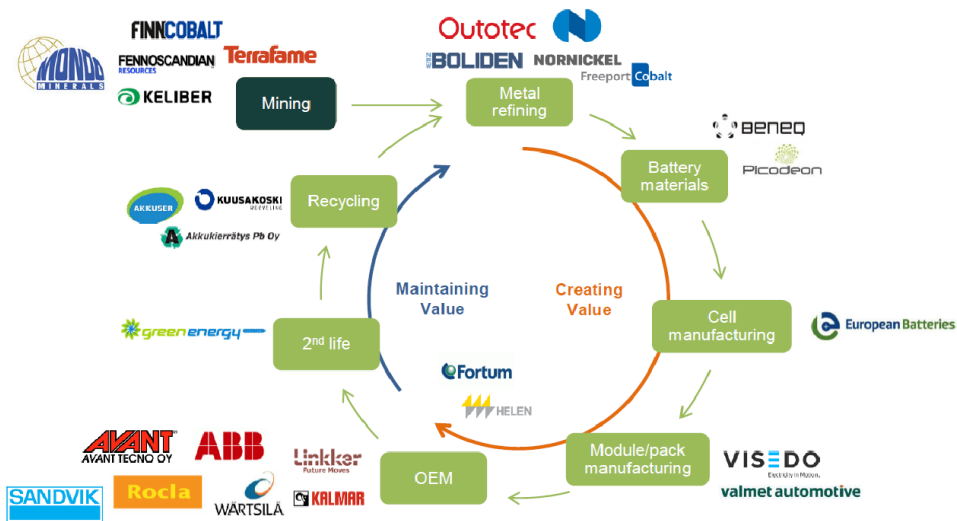
Akkujen käytön nopea yleistyminen edellyttää, että systeemien yhteensopivuus ja tietojärjestelmät kehittyvät vastaavasti. Lisäksi kehitystä nopeuttaa, jos alalle syntyy yhteistyökykyinen yritysekosysteemi, jossa erilaiset toimijat täydentävät toisiaan ja kullekin yritykselle löytyy sopiva rooli ja markkina. Laitetoimittajien lisäksi tarvitaan erityisesti ohjelmistoja, palveluntarjoajia ja aggregaattoreita.

5 Akkuliiketoiminnan mahdollisuudet Suomessa laajemmin

Tässä raportissa tarkastellaan lähinnä akkujen käyttöä ja aivan erityisesti niiden käyttöä sähköjärjestelmän kannalta. Suomen kansantalouden kannalta akuilla voi tietenkin olla huomattavasti tätä suurempi merkitys, kun otetaan huomioon koko akkuihin liittyvä arvoketju lähtien liikkeelle akkukemikaaleista ja päättyen erilaisiin tietoteknisiin osaamisalueisiin.

Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamassa CloseLoop-hankkeessa on pyritty arvioimaan Suomen mahdollisuuksia laajemmin (Kauranen ym. 2018 ja Kauranen 2018). Tiivistäen akkuihin liittyvää suomalaista liiketoimintaa voi kuvata seuraavasti (ks. myös Kuva 1):

- Akkukemikaalien tuotanto ja jalostus: Suomi tuottaa jo nyt merkittäviä määriä kuparia, nikkeliä ja kobolttia. Lisäksi maaperässä olevan litiumin ja luonnongrafiitin hyödyntämistä selvitetään. Freeport Cobalt ja Nornickel tuottavat akkukemikaaleja ja Keliber ja Terrafame suunnittelevat akkukemikaalituotannon käynnistämistä. Itse asiassa Suomi on jo nyt Euroopan suurin litiumakkumetallien tuottaja. Nornickel Harjavalta tuottaa vuodessa 50-60.000 tonnia nikkeliä ja Freeport Cobalt 11.000 tonnia kobolttia. Keliber Oy:n suunniteltu vuosituotanto on 1.700 tonnia litiumia.
- Akkujen tuotanto: European Batteries –akkutehdas Varkaudessa ei onnistunut kaupallisesti, mutta se loi kuitenkin alan osaamista. Tällä hetkellä Valmet Automotive on käynnistämässä akkumoduulien piensarjatuotantoa työkonetarpeisiin käyttäen kiinalaisen omistajansa CATL:n kennoja. Suomeen myös havitellaan ulkomaisia investointeja akkutehtaisiin.
- Akkujen käyttö sähköautojen ja työkoneiden sähköisissä ja hybridivoimalinjoissa: sähköön käytön yleistyessä varsin monet suomalaiset yritykset ovat tekemisissä teknologian soveltamisessa (mm. Valmet Automotive, ABB, Wärtsilä, Visedo/Danfoss, Linkker, Kalmar, Avant, Sandvik ja Rocla).
- Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät: Liikennevirta, Fortum Charge and Drive sekä Ensto ovat alan merkittävimmät suomalaiset toimijat, mutta muita pienempiäkin toimijoita on.
- Akkujen käyttö energiavarastoina hybridivoimaloissa: Fortum ja Wärtsilä tähtäävät energiavarastoja hyödyntävillä hybridivoimaloilla etenkin Intian ja Yhdysvaltain uusiutuvan energian markkinoille.
- Akkujen hyödyntäminen osana sähköjärjestelmää: energiayhtiöt, kotiakkujen toimittajat sekä niihin liittyvät hallintajärjestelmät.
- Akkujen uusiokäyttö ja kierrätys..



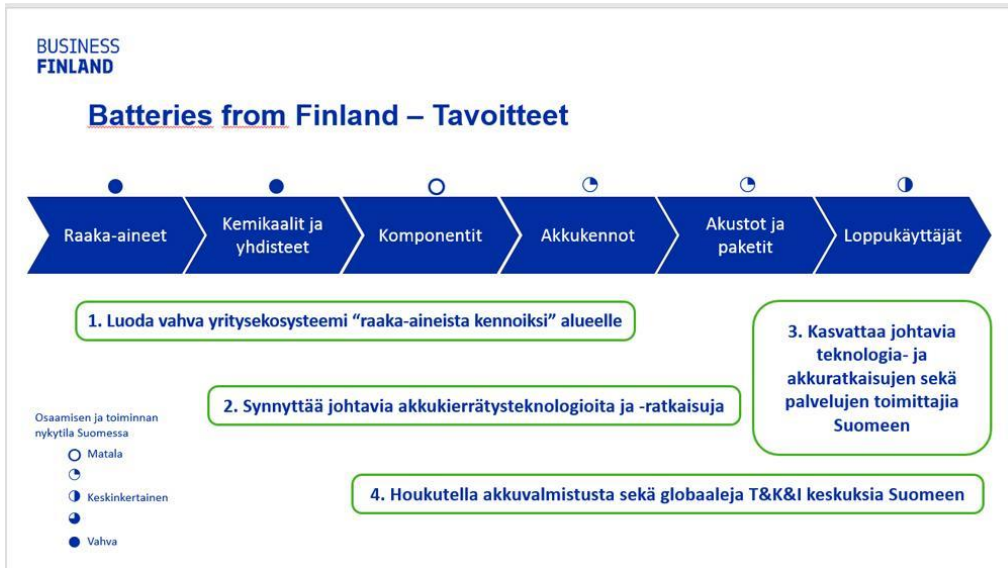
Kuva 1. Akkujen arvoketju Suomessa (Kauranen 2018).

Huhtikuussa 2018 Business Finland käynnisti kaksivuotisen suomalaisen akkutoimialan aktiivointikokonaisuuden, jonka tavoitteena on

- "luoda Suomeen kansainvälisesti kilpailukykyinen akkualan liiketoimintaekosysteemi;
- nostaa Suomi akkujen kierrätysosaamisen johtavaksi maaksi;
- kasvattaa alan yritysten tarjoamaa, kytkeä suomalaiset toimijat osaksi kansainvälisiä verkostoja ja kasvavia markkinoita;
- ja houkutella kansainvälisiä akkukenttien, -komponenttien ja -kemikaalien valmistajia sekä näiden t&k&i -keskuksia Suomeen."

Hankkeen osa-alueita on esitetty Kuvassa 2. Näyttäisi siltä, että tässä hankkeessa ainakin tässä vaiheessa painottuu voimakkaasti akkuarvoketjun alkupää ja akkujen käyttöön kiinnittään vähän huomiota. Voi olla kuitenkin, että voimia kannattaisi koota laajemmin niin, että käyttöpää olisi vahvasti mukana.

Kaikessa tulee myös muistaa, että akkuihin kiinnitetään kaikkialla nyt paljon huomiota. Suomi ei ole eturintamassa läheskään kaikissa asioissa ja siksi on tärkeää edistää nopeasti ymmärrystä alasta ja Suomelle potentiaalisimmista alueista. Akkujen käytössäkin Suomella on paljon opittavaa kärkeästä.



Kuva 2. Batteries from Finland hankkeen osa-alueet ja tavoitteet.

6 Fingridin markkinat akkujen käytössä

Edellä on jo puhuttu Fingridin markkinoista. Tässä jaksossa kuvaamme tarkemmin noita markkinoita ja Fingridin edustajien esiintuomia näkökohtia ja trendejä.

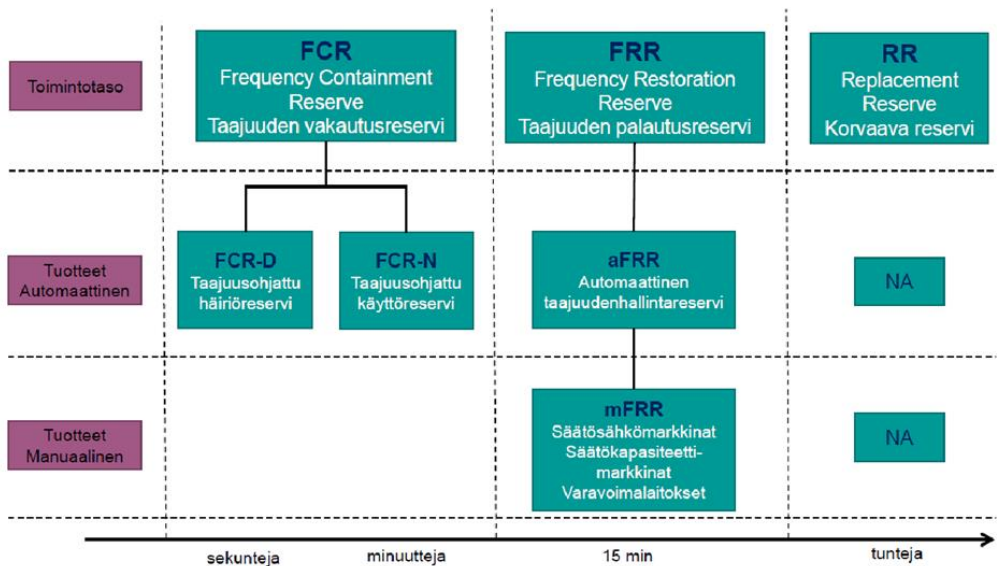
Suomen kantaverkkoyhtiö Fingrid on haastattelun mukaan selvittänyt akkujen käyttöä jo vuonna 2009 ja sen tavoitteeksi ilmaistiin "poistaa kaikki esteet akulta. piste". Säätomarkkinoiden ja markkinatoimijoiden toiminnan kehittyminen sähköjärjestelmän tasapainottamisessa helpottaa Fingridin työtä. Myös Fingrid on kiinnostunut enemmän akkujen mahdollistamista palveluista kuin akkuteknologioista.

Markkina hoitaa tasejakson tarkkuudella tasapainoa, mutta Fingridin tehtävä on hoitaa tasapaino tasejakson sisällä - joka hetki. Nykyään tuontisähköllä on erittäin suuri rooli tasapainotuksessa ja tuonnissa Norjan ja Ruotsin vesivoimalla on suuri rooli. Kaupankäyntijakson lyhentäminen tulevaisuudessa 15 minuuttiin viimeistään vuonna 2025 helpottaa tasapainotusta ja tasapainotukseen tarvittava energian määrä myös pienenee.

Tasapainotilanteessa taajuus on 50,0 Hz. Jos taajuus on yli 50 Hz, tuotantoa on enemmän kuin kulutusta, ja jos alle 50 Hz, tuotantoa on vähemmän kuin kulutusta. Normaali vaihteluväli taajuudella on +/- 0,1 Hz. Erittäin suuret taajuuden vaihtelut saattavat aiheuttaa vaurioita tuotanto- ja kulutuslaitteille. Voimalaitokset voivat irrota verkosta suurten taajuuspoikkeamien seurauksena: alle 47,5 Hz tai yli 53 Hz tämän hetkisten voimalaitosten järjestelmäteknisten

vaatimusten mukaan, tulevaisuudessa yläraja on 51,5 Hz. Tällä suojellaan voimalaitoksia mm. mekaanisilta vaurioilta. Normaalisti halutaan pitää taajuuden poikkeama 50 Hz:stä maksimissaan +/- 1 Hz rajoissa myös häiriötilanteissa.

Taajuusohjattu käyttöreservi (FCR-N) toimii +/- 0,1 Hz alueella ihan normaalissa tilanteessa. Jos suuri tuotantolaitos vikaantuu ja irtoaa verkosta, niin silloin ensimmäiseksi aktivoituu taajuusohjattu häiriöreservi (FCR-D). 30 sekunnissa se aktivoituu 100%:iin nykyvaatimusten mukaisesti. Sitten käytetään säätösähkötarjouksia (mFRR), joilla lisätään tuotantoa. Pohjoismaissa on lisäksi ollut koekäytössä automaattinen taajuudenhallintareservi (aFRR), joka on rinnakkainen tuote käyttöreserville, koska sen aktivointimekanismi on erilainen. FCR-N mittaa ja seuraa paikallisesti taajuutta, kun taas aFRR:n aktivointi perustuu pohjoismaisen synkronialueen taajuuspoikkeamaan ja tapahtuu kantaverkkoyhtiön lähettämän tehonmuutossignaalin perusteella. Eri reservilajit aktivoituvat erilaisilla vasteajoilla: sekunneista minuutteihin. Säätösähkössä vasteajat ovat luokkaa 15 minuuttia. Kaikkiaan Pohjoismaissa käytössä olevat reservit on esitetty Kuvassa 3. Siinä on myös esitetty, millaisia korvauksia eri markkinoilla maksetaan.



- Taajuusohjatussa häiriöreservissä (FCR-D) on vain kapasiteettikorvaus. Kapasiteettikorvaus maksetaan reservinmyyjälle.
- Taajuusohjatussa käyttöreservissä (FCR-N) on kapasiteettikorvauksen lisäksi myös energiakorvaus säädetystä nettoenergiasta (tunnin aikaiset ylös- ja alassäädöt netottuvat). Energiakorvaus tehdään säätö hinnalla ja maksetaan nykysääntöjen mukaisesti tasevastaavalle.
- Automaattisessa taajuudenhallintareservissä (aFRR) on kapasiteetti- ja energiakorvaus. Energiakorvauksessa ei netoteta alas- ja ylös säätöjä. Korvaus maksetaan tasevastaavalle.
- Säätösähkötarkkinoilla (mFRR) on normaalisti käytössä vain energiakorvaus, joka maksetaan reservinmyyjälle.

Kuva 3. Pohjoismaissa käytettävät reservit ja maksettavat korvaukset.

Tällä hetkellä edellä esitetty Helenin Suvilahden akku toimii t&k-hankkeena sekä FCR-N että FCR-D reservissä. Tutkimuksen kohteena on akun kapasiteetin jako eri käyttötarkoituksiin. Euroilla mitattuna FCR-N markkina on kannattavampi kuin FCR-D. Fortumin Batcave toimii vesivoiman mukana FCR-N:ssä ja akku voi toimia sekä ylös- että alassäädössä.

Kun pyörivän massan määrä sähköjärjestelmässä vähenee, nykyiset reservien reagoitinopeudet eivät enää riitä. Tämä siksi, että taajuusmuutokset tapahtuvat nykyistä nopeammin ja voimakkaammin. Voi olla, että tarvitaan erittäin nopea reservi korvaamaan inertian pienentymistä ja akku olisi juuri näissä parhaimmillaan, koska se reagoi heti. Englannissa on aika paljon akkuja tähän nopeaan reservikäyttöön. Jos tällainen markkina syntyy Suomeenkin, akuille tulee paljon kysyntää.

Taajuussäädön jälkeen akuilla voisi olla kohteena säätösähkömarkkina, kunhan akkujen (virtausakut tms.) energiamäärä on tarpeeksi iso. Säätösähköhinnat ovat julkisia jälkikäteen. Fingrid julkaisee hintoja myös reaaliaikaisesti, mikäli säätöresursseista on niukkuutta. Jos sähkömarkkinatoimijoiden oletetaan hoitavan enemmän tasapainoa nykyistä enemmän, heidän on tiedettävä hinta.

Fingrid on aktiivinen sähkömarkkinoiden kehittämisessä. Osin juuri sen aktiivisuuden seurauksena perustettiin älyverkkotyöryhmä. Fingrid tavoittelee markkinaehtoista toimintamallia ja on siksi myös alentanut tarjouksien kokovaatimuksia. Fingrid kannattaa lyhyempää 15 minuutin tasejaksoa ja haluaa edistää akkujen mahdollisuuksia osallistua eri markkinapaikoille.

7 Regulaatiohaasteita: akkujen määrittely ja verkkoyhtiöiden rooli

Tämän selvityksen keskeisenä tavoitteena oli tunnistaa akkujen käytön edistämistä hidastavia tekijöitä, jotka liittyvät niitä koskeviin säännöksiin ja maksuihin. Selvityksen aikana ongelmiksi löytyi akkujen (tai varastoinnin) määrittelyn puuttuminen sähkömarkkina-alaista, akkujen omistamiseen liittyvät kysymykset sekä akkuihin liittyvä verotus (sähkövero). Tämän lisäksi alan toimijat nostivat esiin myös kysymykset siirtomaksuista sekä tunninsisäisestä netotuksesta, koska ne myös vaikuttavat akkujen käytön kannattavuuteen. Kysymykset liittyvät osin toisiinsa.

Tässä jaksossa esitetään lyhyesti akkujen määrittelyyn ja omistamiseen liittyvät kysymykset ja seuraavassa jaksossa verotukseen ja muihin talousnäkökohtiin liittyvät kysymykset. Tällä hetkellä sähkön varastointiin liittyviä lainmuutoksia pohditaan älyverkkotyöryhmässä ja EU:n Puhtaan energian paketin kehittämistyössä. Direktiivillä tulee olemaan merkittävä ohjausvaikutus, kun se valmistuu.

Regulaatiossa perusongelma on se, ettei "sähkövarastoa" tunneta omana käsitteenä. Toisena keskeisenä kysymyksenä on pidetty verkkoyhtiöiden toiminnan rajojen määrittelyä tällä alueella.

Tietolaatikossa 1 on esitetty Älyverkkotyöryhmän raportin näkemys määrittelystä ja omistamisesta. Sen mukaisesti lähtökohtaisesti halutaan määritellä akut siten, että ne tulkitaan sähkön välivarastoksi, josta sähkö tulee myöhemmin varsinaiseen käyttöön. Näin akkuja ei pidettäisi tuotantolaitoksina eikä lopullisena kulutuksena.

Nyt tehdyn selvityksen haastatteluissa tuotiin esiin halu määritellä akut geneerisesti. Toivottiin määritelmiä, jotka koskisivat kaikkia akkuja ja että määrittelyt olisivat avoimia tulevalle kehitykselle: "Johtava ajatus on, että mitä vähemmän akkuja määritellään, sen parempi. Emme voi ennakoida, miten tekninen kehitys jatkuu tai minkälaisia käyttötapoja löydetään. Tavoitteena on saada selkeä, mutta avoin määritelmä akuista. Sääntelyn pitää välttää määrittelyjä mihin saa käyttää ja mihin ei. Eikä se myöskään ole Suomessa käytetty lähestymistapa. Me haluamme, että pystytään keksimään ja kehittämään hyviä juttuja ilman sääntelyn turhia rajoituksia."

Määrittelyn aikataulua pidettiin toisaalta kiireellisenä liittyen erityisesti verotusongelman ratkaisemiseen. Toisaalta TEM:n edustajat korostivat, että verotukseen liittyvät ongelmat tulisi ratkaista nopealla aikataululla erikseen, mutta akkujen lopullisen määrittelyn suhteen voitaisiin jäädä odottamaan EU:n kannanottoja:

"Järkevintä on määritellä akut Suomen lainsäädäntöön EU:n Puhtaan energian paketin yhteydessä, ettei tarvitse muuttaa määritystä koko ajan. Puhtaan energian paketti on kuitenkin Suomea velvoittava. Se milloin koko Puhtaan energian paketti on saatu huomioitua lainsäädännössämme, on sitten eri juttu, eikä sitä voi ennustaa. Asioiden käsittelyjärjestys ja implementointi lainsäädäntöön on tietenkin priorisointikysymys. Akkujen osalta prioriteettiin vaikuttaa se, kuinka akuuttina ja tarpeellisena asiana sitä pidetään. Esimerkiksi kuinka epäselvä asia akut ovat? Jos verotuskysymys saadaan muutoin ratkottua, niin onko tilanne silti niin epäselvä toimijoille, ettei ala pääse edistymään. Tästä mielellään kuullaan."

Tietolaatikko 1. Älyverkkotyöryhmän näkökohdat akkujen määrittelystä ja verkkoyhtiöiden roolista.

Nykytila: Määrittely: Sähkövarastot ovat uusi elementti sähkömarkkinoilla ja sähköjärjestelmässä. Sähkövarastoilla tarkoitetaan resursssia, joka yhtenä ajanhetkenä ottaa sähköä verkosta ja syöttää sen myöhemmin sähkönä takaisin verkkoon. Sähkövarastoja ei voida pitää sähköön kulutuksena tai tuotantona.

Omistaminen: Sähkövarastojen sähkömarkkinakäsittelyyn ei ole vakiintuneita periaatteita. Energia-alalla on keskustelua muun muassa siitä, voivatko monopolina toimivat verkkoyhtiöt omistaa ja käyttää varastoja, vai tulisiko varastojen olla kilpailluilla markkinoilla toimivien toimijoiden toimintaa. Pelisäännöt on luotava.

Jakeluverkkoyhtiöt ja akkujen omistus: tilanteen kuvaus

Sähkövarastoilla on markkinavaikutuksia, sillä niihin varastoidaan sähköä, jota voi käyttää tai myydä myöhemmin.

Jakeluverkkoyhtiöiden neutraalin markkinoiden mahdollistajan roolin ja yleisten eriyttämisvelvoitteiden mukaisesti jakeluverkkoyhtiöiden ei tule vaikuttaa markkinoihin tai osallistua markkinatoimintaan varastopalveluiden tarjoajan roolissa. Tämän takia jakeluverkkoyhtiöiden ei lähtökohtaisesti tulisi omistaa tai käyttää varastoja, vaan sähkövarastojen käyttö tulisi lukea markkinaehtoihin toimintoihin. Jakeluverkkoyhtiöiden omistajuus varastoissa pienentäisi markkinaehtoisesti syntyvien varastoinvestointien kannattavuutta.

Jakeluverkkoyhtiöt voivat kuitenkin hyödyntää sähkövarastoja sähkönlaadun varmistamiseen, esimerkiksi jännitteenhallintaan. Sähkövarastolla voidaan myös mahdollisesti korvata verkkoinvestointeja. Jakeluverkon tarpeet ovat paikallisia ja sähkövaraston sijainnilla on merkitystä jakeluverkkoyhtiölle. Lähtökohtaisesti jakeluverkkoyhtiöiden tulee hankkia sähkövarastojen palveluita markkinoilta avoimin ja syrjimättömin periaattein. Voi olla mahdollista, että markkinoilta ei ole saatavilla varastokapasiteettia jakeluverkkoyhtiön tarpeiden kannalta oikeaan paikkaan jakeluverkossa. Tällaisissa poikkeustapauksissa voi olla perusteltua, että jakeluverkko voisi omistaa ja käyttää sähkövarastoa verkon tarpeisiin. Jakeluverkkoyhtiö ei voi tarjota omistamistaan sähkövarastoja markkinoille.

Tällä hetkellä verkkoinvestointeihin verrattuna sähkövarastojen mahdollistamaa joustoa ja muita verkkoa tukevia palveluita ei ole jakeluverkkoyhtiöille houkuttelevaa ostaa palveluna. Tulee selvittää, miten sähköverkkotoiminnan sääntelyä voisi kehittää siten, että sähkövarastojen mahdollistamien palveluiden hyödyntäminen ja hankkiminen markkinoilta olisi jakeluverkonhaltijalle tasavertainen keino toimitusvarmuuden ja sähkönlaadun varmistamisessa asiakasta hyödyttäen.

Verkkoyhtiöiden mahdollisuus sähkövarastojen omistamiseen ja käyttämisen poikkeustilanteet on selkeytettävä lainsäädännössä. Euroopan komission Puhtaan energian paketti ottaa kantaa myös varastojen omistamiseen ja käyttämiseen liittyviin kysymyksiin.

Keskeiset ehdotukset

- Sähkövarastojen omistaminen ja käyttäminen on lähtökohtaisesti kilpailtua liiketoimintaa.
- Lähtökohtaisesti verkkoyhtiöt ostavat sähkövarastojen mahdollistaman palvelun markkinoilta avoimin ja syrjimättömin periaattein. Mikäli markkinoilta ei ole saatavissa verkonhaltijan verkkotoimintaan tarvitsemia sähkövarastointipalvelua, voivat jakeluverkkoyhtiöt poikkeuksellisesti omistaa ja käyttää sähkövarastoja erikseen määriteltäviin verkkotoiminnan tarpeisiin.

Kysymykset

- Miten jakeluverkkoyhtiöt voisivat parhaiten hyödyntää sähkövarastojen palvelua markkinoilta? Onko sille esteitä?
- Miten määritellään poikkeustilanteet, jossa jakeluverkkoyhtiö voisi omistaa ja käyttää itse sähkövarastoja? Millaisen prosessin tulisi edeltää poikkeusluvan myöntämistä?
- Tulisiko jakeluverkkoyhtiöiden kysyä asiakkaiden halukkuutta investoida sähkövarastoon ja tarjota sitä markkinoille jakeluverkkoyhtiön hyödynnettäväksi?

Näkemyks on siis se, että akun määritelmän synnyttäminen on tehokkainta tehdä akkujen käytön kokemusten perusteella ja EU:n direktiivien jälkeen. Kuitenkin halutaan, että akkujen verotukseen tehdään muutoksia nopeammalla aikataululla vuoden 2019 alusta alkaen, mikä edellyttää ainakin täsmennystä verolainsäädäntöön.

Akkujen omistuksen suhteen haastatteluissa toistettiin älyverkko työryhmän raportin näkemystä, että pääsääntöisesti olisi järkevää, etteivät verkkoyhtiöt itse omistaisi akkuja vaan ostaisivat muilta niihin perustuvia palveluja. Tämän kanssa on tosin osin ristiriidassa se, että nykyinen verkkoyhtiöitä ohjaava sääntely ohjaa pikemminkin omistamiseen kuin palveluiden ostamiseen. Sen mukaisesti verkkoyhtiön on aina edullisempaa omistaa itse akkuja kuin ostaa niiden palveluja muilta. Tältäkin osin jätetään odottamaan EU-direktiiviä ja sen implementointia.

8 Akut ja verotus

Kuten edellä esitetystä on jo käynyt ilmi, akuuttina ongelmana akkujen yleistymisen esteenä on pidetty verotusta. Samoin on käynyt ilmi, että vallitsee periaatteellinen yksimielisyys siitä, että verotukseen liittyviä ongelmia pyritään ratkaisemaan nopealla aikataululla. Siksi tätä selvitystä tehtäessä pyrittiin loppuvaiheessa lisähaastatteluin selvittämään toimijoiden käsitykset siitä, mikä verotusongelma tarkkaan ottaen on ja miten se olisi yksinkertaisesti ratkaistavissa. Näkemyksiä kysyttiin erityisesti suurten akkujen omistajilta sekä VM:n vero-osastolta ja Verohallinnosta.

8.1 Miksi verotuksen tarkastelu ylipäättään on tarpeen?

Energiamurroksen seurauksena joustavuusvaatimukset kasvavat sähköjärjestelmässä. Sähkön tuotantoa ja kulutusta tulisi pystyä säättämään yhä useammin erilaisilla aikajänneillä. Akut tarjoavat joustavuusongelmaan yhden ratkaisun ja ne toimivat erityisen hyvin lyhyen aikavälin säädössä. Fingrid on myös luonut toimivat markkinat akkujen käytölle tähän tarkoitukseen. Akut ovat parantuneet ja halventuneet ja tämä kehitys tulee jatkumaan. Kuitenkin niiden taloudellinen käyttö on edelleen riippuvainen siitä, millaisia kustannuksia niihin kohdistuu.

Koska akkujen käytön kehittäminen ja yleistyminen palvelevat sekä sähköjärjestelmän kehittämisen yleisiä tarpeita että potentiaalisesti uuden liiketoiminnan ja viennin syntymistä, on perusteltua varmistaa, ettei epäoikeudenmukaisella verotuksella hidasteta tarpeellista kehitystä. Akkujen kannattavuus riippuu tietysti monesta muustakin tekijästä kuin verotuksesta, mutta perusteetonta verotusta ei tule kuitenkaan tehdä.

8.2 Verotusongelman hahmotus älyverkkotyöryhmän raportissa

Älyverkkotyöryhmän raportissa verotusta on käsitelty Tietolaatikon 2 kertomalla tavalla. Tiivistetyksi siinä ongelmaksi hahmotellaan akkujen kaksinkertainen verotus (purku ja lataus) ja että ongelma voitaisiin ratkaista säätämällä akkujen lataaminen ja akkuihin liittyvät häviöt verova-paiksi. Näin veroja maksettaisiin vain akuista käyttöön lähtevästä sähköstä.

Tietolaatikko 2. Älyverkkotyöryhmän raportin kuvaus akkuihin liittyvästä verotus-ongelmasta.

Nykytila

Sähkövero on yksi energiaan kohdistuvista valmisteveroista. Energiaverot ovat EU:ssa harmonisoituja ve-roja, joita säädellään neuvoston direktiiveillä 2003/96/EY ja 2009/28/EY. Direktiiveillä säädetään vähim-mäisverotasoista ja biopolttoaineiden kestävyyskriteereistä. Direktiivissä asetettu energiapohjainen mini-mitaso sähköverolle on 0,5 €/MWh yrityskäytössä ja 1,0 €/MWh yksityiskäytössä. Suomessa käytetään huomattavasti tätä korkeampaa verokantaa: teollisuudelle, konesaleille ja kasvihuoneille sähkövero on 7,03 €/MWh ja muille 22,53 €/MWh. Nämä verot sisältävät myös huoltovarmuusmaksun 0,13 €/MWh. Sähkövero maksetaan sähköverkosta kulutukseen luovutetusta sähköstä eli veron suuruus määritetään kulutetun sähkön mukaan ja sen kantaa sähköverkkoyhtiö sähköverkkomaksun yhteydessä. Sähköverosta maksetaan myös arvonnäisävero 24 % yleisen verokannan mukaan. Kuluttaja-asiakkaiden sähkölaskussa sähköveron ja arvonnäisäveron osuus sähkön hankinnan kokonaiskustannuksista (sähkön siirto + sähkö-energia + verot) on noin kolmannes.

Ongelma: Sähköveroa kannetaan tällä hetkellä sähkövaraston lataamiseen käytetystä sähköstä. Tämä johtaa varastoidun sähkön verottamiseen kahdesti: sekä varastoitaessa että uudelleen kulutukseen luovu-tettaessa.

Sähkön varastointi ei ole sähkön kulutusta sen perinteisessä merkityksessä, vaan sähkövaraston avulla voidaan optimoida esimerkiksi sähkönmyyntiä, sähkön hankintaa tai verkon käyttöä siirtämällä sähkönku-lutusta ajanhetkeä toiseen. Tästä johtuen sähkön varastoinnin ei tulisi olla verollista. Verottomuus voi kuitenkin asettaa vaatimuksia sähkövaraston haltijalle ja varaston mittaamiselle, jotta sähkövarastoon va-rastoidun verottoman sähkön osuus voidaan todentaa riittävällä tasolla.

Valtiovarainministeriö on aikeissa tarkastella sähkön valmisteverotuksen lainsäädäntöä uudelleen sähkö-varastojen kaksinkertaisen verotuksen poistamiseksi lähiaikoina. Alustavasti ministeriöstä on tuotu esiin näkökanta, että sähkön varastointi tulisi olla verotonta muiden hyödykkeiden varastoinnin tavoin riippu-matta varaston koosta.

Keskeiset ehdotukset

Sähkövarastojen verotus tulee selkeyttää. Työryhmä kannattaa periaatetta, jossa sähkön varastoinnista tai varastoinnista aiheutuneista häviöistä ei tarvitse maksaa sähköveroa.

Tiedonvaihdon tarpeet

Sähkövaraston verottomuus voi asettaa mittausvaatimuksia sähkövarastoille. Sähkömarkkinoille osallistu-vat sähkövarastot tulee mitata ja toteuttaa tarvittava tiedonvaihto markkinavaatimusten mukaisesti.

Akkuja käsiteltäisiin siis sähkön verottomana välivarastona ja siihen voitaisiin soveltaa valmis-teverotuslain 182/2010 6 §:n kohdassa 5 mainittua verottoman varaston käsitettä:

Valmisteverotuslaissa tarkoitetaan "verottomalla varastolla paikkaa, jossa valtuutettu varastonpitäjä ansiotoiminnassaan valmistaa, jalostaa, pitää hallussaan tai vastaanottaa taikka josta se lähettää valmisteveron alaisia tuotteita väliaikaisen verottomuuden järjestelmässä verottoman varaston sijaintipaikan jäsenvaltion toimivaltaisten viranomaisten vahvistamin edellytyksin".

8.3 Akut sähkön verottomana välivarastona

VM:n ja Verohallinnon edustajien kanssa 27.4.2018 käydyssä keskustelussa virkamiesten hahmottelema ratkaisu konkretisoitui alustavasti seuraavasti:

1. Sähköakun omistaja rekisteröityy verottoman varastonpitäjäksi ja sitä kautta verovelvolliseksi. Verovelvollisuudesta seuraa mittaus- ja veroilmoitusvelvollisuuksia mutta samalla vapautuminen kaksinkertaisesta sähköverosta akussa kiertävän sähkön osalta. Käytännössä läheskään kaikki akun omistajat eivät näin tulisi toimimaan, koska saadut hyödyt ylittävät velvoitteiden kustannukset. Myöskään verohallinnon puolelta ei ole toivottavaa, että lukemattomat pienten akkujen omistajat ilmoittautuisivat verottoman varastonpitäjiksi. Käytännössä voitaisiin säätää akulle tai akkuyhdistelmälle minimikoko (esimerkiksi 100 kW/kWh), jota pienempiä akkuja ei ainakaan alkuvaiheessa voitaisi ilmoittaa verottomiksi varastoiksi. Akkuyhdistelmällä voitaisiin tarkoittaa myös useasta akusta eri kulutuspisteissä koostuvaa virtuaalivoimalaa, jota hallinnoisi yksi verovelvolliseksi ilmoittautuva taho ja joka olisi vastuussa tarvittavista mittauksista ja ilmoituksista kaikissa kohteissa.
2. Verottomaksi varastoksi rekisteröityneen akun tai akkuyhdistelmän osalta sähkön siirto (a) verkosta tai tuotantolaitokselta akkuun on veroton siirto, (b) sähkön siirto akusta verkkoon on veroton siirto ja (c) mutta akusta suoraan kulutukseen verollinen siirto. (d) Akussa tapahtuvat häviöt ovat verottomia "verkostohäviöitä" kuten siirto- ja jakeluverkoissa jo nyt.
3. Akkuun siirrettävä ja sieltä pois siirrettävä sähkö pitää pystyä mittamaan. Akkuun siirrettävä sähkö voi tulla joko (a) verkosta tai (b) kohteen omasta sähköntuotannosta (esimerkiksi aurinkovoimala), jos sellainen on. Akusta siirrettävä sähkö voi mennä joko (c) kohteen omaan kulutukseen tai (d) verkkoon. Mittauksia tarvitaan tapauksesta riippuen 2-4 kappaletta. Mittarit sijaitsevat akun yhteydessä ja akun omistaja tai sitä hallinnoiva taho omistaa ne, vastaa niiden kustannuksista ja lukee ne veroilmoituksia varten. Hyvityksen sähköverotuksen osalta voi saada vain akun kautta verkosta verkkoon kiertävästä sähköstä ja tähän liittyvistä häviöistä.
4. Nykyisin kulutuskohteessa esimerkiksi aurinkovoimalasta akkuun siirrettävä sähkö ja sieltä myöhemmin kulutukseen siirtyvä sähkö on verotonta tiettyyn kokorajaan saakka. Keskustelussa verohallinnon edustajan mukaan edellä hahmotettu ratkaisu muuttaisi tätä tilannetta eli kaikki akusta kulutukseen menevä sähkö tulisi verolliseksi. Parempi ja toimiva

vaihtoehto kuitenkin olisi, että mittausten avulla edelleen olisi mahdollista erottaa oma tuotanto akusta kulutukseen menevän sähkön osalta ja vero tulisi maksuun vain verkosta akun kautta kulutukseen menevän sähkön osalta.

Esitetystä ratkaisusta aiheutuu kustannuksia akun omistajille ja verohallinnolle. Jos hyödyt ovat riittävän suuret, kannattaa akun omistajan ilmoittautua verottoman varastonpitäjäksi. Jos taas hyödyt ovat pieniä suhteessa esimerkiksi mittausten aiheuttamiin kuluihin, kannattaa ilmoittautuminen jättää tekemättä.

8.4 Verotusongelman ratkaisu myöhemmin netotuksen kautta?

Akkujen yleistyessä hahmotettu ratkaisu saattaa ehkä osoittautua väliaikaisratkaisuksi. Verohallinto tuskin toivoo suurta määrää pieniä ja keskisuuria verottoman varastonpitäjiä. Vaihtoehtoinen tapa lähestyä kaksinkertaisen verotuksen ongelmaa on lähestyä asiaa netotuksen eikä verottoman varastonpitäjän käsitteen ja erillisten veroilmoitusten kautta.

Sähköveron perii siirtoyhtiö siirron yhteydessä. Siirtoyhtiö mittaa jo nyt kulutuskohteisiin menevää sähköä ja sieltä siirtyvää sähköä. Kaksinkertainen verotus voidaan välttää, jos siirtoyhtiö vähentää akun kautta kiertäneen sähkön kohteeseen siirretystä sähköstä ja laskuttaa sähköveron vain kohteessa kulutetun sähkön osalta. Tässä tapauksessa akun omistajia joutuu kuitenkin maksamaan sähköveron akun hävikistä (luokkaa 10-20 % siirretystä sähköstä). Lisäksi jos kohteessa on omaa tuotantoa, tulisi se jättää netotuksen ulkopuolelle erillisten mittausten avulla.

Seuraavassa netotukseen perustuvaa mallia ei kuitenkaan pohdita tarkemmin, vaan edetään verottoman varaston ajatuksen pohjalta ajatellen, että se olisi joka tapauksessa nopeasti toteutettava ratkaisu.

8.5 Verotusongelman ratkaisun pohtiminen erilaisten tapausten kautta

Verottoman varaston toimivuuden pohtimiseksi käydään seuraavassa vielä läpi nykyisiä akun soveltamiskohteita, akun sijaintipaikkoja ja akun käyttötapoja ja -ympäristöjä.

Tapaus 1. Akku/sähkövarasto suuressa sähkön tuotantokohteessa mittarin sisäpuolella (vrt. Fortumin Batcave): Tässä tapauksessa akkua ladataan tuotantokohteen verottomalla sähköllä eikä sähkövarasto käytännössä lataudu koskaan verollisella verkkosähköllä. Kun akku osallistuu Fingridin markkinoille verkon tuentaan, tulee sähkö verotetuksi kertaalleen. Kaksinkertaisen verotuksen ongelmaa ei siis esiinny ja siihen on juuri pyritty sijoittamalla akku mittarin

sisäpuolelle osaksi tuotantolaitosta. Akun sijoittaminen näin ei kuitenkaan ole useinkaan tarkoituksenmukaista taloudellisesti, sillä se estää akun monipuolisen käytön asiakkaan rajapinnalla muihin tarkoituksiin. Erityistilanteina voidaan pitää tapausta, jossa akulla tasataan uusiutuvan energian tuotantoa isossa kokoluokassa tai reagoidaan mahdollisiin häiriötilanteisiin (vrt. suuri tuulipuisto tai aurinkovoimala).

Tapaus 2. Akku/sähkövarasto erillisenä verkon resurssina (vrt. Helenin Suvilahden akku): Erillisenä verkkoon kytkettynä laitoksena sähkövarasto pystyy käytännössä toteuttamaan useita toimintoja (tukemaan verkon taajuutta Fingridin markkinoilla, tukemaan jakeluverkon tehonsiirtoa ja potentiaalisesti tekemään energiakauppaa sähkön SPOT-hintaerolla). Helenin mukaan käytännössä SPOT-kauppa on heikosti kannattavaa ja se voidaan erottaa tehopohjaisista toiminnoista mittauksella. Tällaisen akun verotusongelmaan edellä hahmoteltu ilmoittautuminen verottoman varastonpitäjäksi toisi selkeästi ratkaisun ja varaston koko on sitä luokkaa, että mittaamisen ja raportoinnin kustannukset eivät nouse liian suuriksi.

Tapaus 3a ja 3b. Akku/sähkövarasto kulutuskohteessa mittarin sisäpuolella (esim. kauppakeskus, suuri tietokonesali). Kulutuskohteen yhteyteen kytkettynä sähkövarasto pystyy käytännössä toteuttamaan seuraavia toimintoja: varavoima verkkohäiriöiden aikana, kulutuksen tehopiikkien tasaus, kulutuksen SPOT-optimointi ja verkon taajuuden tuenta Fingridin markkinoilla. Mikäli kulutuskohteen sähkönkulutus on suurempi kuin sähkövaraston antoteho, ei sähkövarasto käytännössä lähetä sähköä takaisin verkkoon, vaikka kulutuskohde osallistuisikin Fingridin markkinoille säätämällä kulutustaan ylös/alas (tapaus 3a, esimerkiksi tuleva Sellon ratkaisu). Mikäli sähkövarasto kykenee antamaan tehoa enemmän kuin kulutuskohde kykenee sitä hyödyntämään, syntyy verotuksellinen ongelma, jos sähkövarastoa hyödynnetään verkon tehotuentaan (tapaus 3b, esimerkiksi suuri tietokonesali). Tapauksen 3b ongelma voidaan ratkaista kuten tapauksessa 2 edellä hahmotellulla verottoman varastonpitäjän menettelyllä. Akut ovat suuria ja ammattimaisesti hallinnoituja, jolloin voidaan olettaa, etteivät mittaukset ja niiden raportointi muodostu ongelmiksi.

Tapaus 4. Sähköajoneuvojen ja työkoneiden akut. Sähköautojen ja työkoneiden akut voivat osallistua Fingridin markkinoille kahdella tavalla, mikäli niitä ladataan älykkäällä tavalla. Yksisuuntaisessa latauksessa latauksen tehoa ja määrää säädetään hinnan tai taajuuden funktiona eli tilanteesta riippuen ladataan enemmän tai vähemmän. Koska tässä tapauksessa verkkoon ei lähetetä takaisin sähköä ei verotuksellista ongelmaa synny. Ongelma voi syntyä vain, jos on käytössä kaksisuuntainen latausjärjestelmä, jossa akusta siirretään virtaa takaisin verkon tukemiseen. Tällä hetkellä Suomessa on käytössä vain yksi kaksisuuntainen latausjärjestelmä (Helen/Suvilahti) ja voidaan olettaa, että edellä kaavailtu verottoman varastonpitäjän toimintamalli olisi toimiva myös tässä ja muissa vastaavissa lähiaikojen tapauksissa.

Tapaus 5. Akku/sähkövarasto mittarin sisäpuolella sellaisessa kulutuskohteessa, jossa on omaa sähkön tuotantoa (esim. aurinkovoimala). Tällaisessa tapauksessa akun ensi sijaisena käyttötarkoituksena on siirtää oman voimalan tuotantoa päivästä iltaan ja yöhön. Koska akut kotitalouskohteissa ovat ainakin nykyisin hyvin pieniä, niitä tuskin käytetäänkään muuhun tar-

koitukseen ja niiden suhteen mitään verotuksellista ongelmaa ei esiinny. Suuremmissa yritys-kohteissa voimalan ja akkujen koko voi kuitenkin olla niin suuri, että akkuja voidaan käyttää oman tuotannon ja kulutuksen optimoinnin ohella rinnakkaisesti myös Fingrid-markkinalla (vrt. Helenin palvelutuotteen esittely jaksossa 3.1). Tällaisessa tapauksessa hahmoteltu verottoman varastonpitäjäksi ilmoittautuminen ratkaisisi ongelman – varsinkin jos se ei toisi mukanaan veroa omalle tuotannolle.

Mikäli edellä on nyt kuvattu oikein käytännössä esiintyvät tapaukset, voidaan ensinnäkin päätellä, että kaksinkertaisen verotuksen ongelma esiintyy vain joissakin tapauksissa. Verottoman varastonpitäjän mallin avulla nämä ongelmat voidaan ratkaista. Suurissa kohteissa ratkaisusta aiheutuvat kustannukset eivät muodostane estettä.

Pieniä kotitalousakkuja ja sähköautojen akkuja käytetään nykyisin siten, että niiden avulla oman päivätuotannon kulutusta siirretään myöhemmäksi tai niitä ladataan verkkosähköllä erityisesti silloin kun se on halpaa myöhempää omaa kulutusta varten. Sähkön hintavaihteluilla kaupankäynti on Suomessa aiemmin tässä raportissa todettu vähän kannattavaksi ja yksittäisellä akulla osallistuminen Fingrid-markkinoille ei ole edes mahdollista. Näin ollen yksittäisten pienten akkujen omistajilla ei ole nykyisellään taloudellista intressiä välttää sähköveroa muilta osin kuin jos ajatellaan, että akkua ladataan halvalla verkkosähköllä ja käytetään kulutukseen myöhemmin. Silloin sähköveroa joudutaan maksamaan myös akun häviöistä (10 – 20 % ladatusta sähköstä). Pienten akkujen tapauksessa tappio on kuitenkin minimaalinen eikä häviökin verottamisen korvaamisen edellyttämiä mittauksia ja raportointeja kannata tehdä ainakaan akkukehityksen nykyvaiheessa.

8.6 Verotusongelman jatkotutkimus

Verottoman varastonpitäjän ratkaisun mahdollistaminen sähköverotuksessa on edellä kuvulla tavalla siis mahdollinen. Lakimuutoksen ja mittausten yksityiskohtien pohtiminen ei kuu- lunut tämän selvityksen piiriin. Tutkijat ja Älyverkkotyöryhmä voivat edelleen seurata asian etenemistä ja selvittää tulevasta uudesta käytännöstä saatavia kokemuksia. Kokemukset voidaan sitten ottaa huomioon, kun Puhtaan energian pakettia implementoidaan koko laajuudessaan Suomen lainsäädäntöön. Myös sähkömittareiden uusimisessa ja datahubin kehittämisessä tulee muistaa lisääntyvä akkujen käyttö sähköjärjestelmän komponenttina siten, että mittaukset voidaan jatkossa hoitaa täsmällisellä ja edullisella tavalla.

Akkujen yleistyminen voi myös edellyttää, että myöhemmin siirrytään verotusongelman osalta vähemmän byrokraattiseen ratkaisuun. Yksi vaihtoehto on käyttää netotusta kierrätetyn sähkön mittaamiseen. Tätä ratkaisua edesauttaisi myös se, että yleisesti laskutusjakson aikainen netotus olisi käytössä kaikkien verkkoyhtiöiden alueella ja eri mittarityypeissä. Koska akkujen käytön kehittäminen ja yleistymisen palvelevat sekä sähköjärjestelmän kehittämisen yleisiä tarpeita että potentiaalisesti uuden liiketoiminnan ja viennin syntymistä, on perusteltua varmis-

taa, ettei epäoikeudenmukaisella verotuksella hidasteta tarpeellista kehitystä. Akkujen kannattavuus riippuu tietysti monesta muustakin tekijästä kuin verotuksesta, mutta perusteetonta verotusta ei tule kuitenkaan tehdä.

Lähteet

Haastattelut

1. Aalto Chem, 4.9.2017, haastateltavat: Pertti Kauranen ja Tanja Kallio. Haastattelija: Raimo Lovio.
2. Energiavirasto, 4.10.2017 9.30 - 11.00, haastateltavat: Ville Väre Energiavirasto ja TEM älyverkkotyöryhmän sihteeri, Valtteri Varonen Energiavirasto ja Joel Seppälä Energiavirasto. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.
3. Fingrid, 30.10.2017 9.15 - 11.00, haastateltavat: Risto Lindroos Fingrid, Minna Laasonen Fingrid. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.
4. Fortum, 20.10.2017 15.00-16.25, haastateltava: Ilari Alaperä. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.
5. Fortum, 24.10.2017 12.00-13.30, haastateltavat: Tatu Kulla, Roosa Nieminen, Nicolas Saulny. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.
6. Green Energy Finland Oy, 29.9.2017 13.00-14.30, haastateltava: Mikko Pääkkönen. Haastattelijat: Tapio Tuomi.
7. Naps Solar Systems, 2.11.2017, 9-11, haastateltavat: Markus Andersén ja Mikko Juntunen. Haastattelijat: Raimo Lovio.
8. Siemens Oy, 27.9.2017 9.00-10.30, haastateltava: Veikka Pirhonen. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.
9. Työ- ja elinkeinoministeriö, 10.11.2017 10.00-11.00, haastateltavat: Tatu Pahkala, Bettina Lemström. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.
10. Tuuliwatti, 3.10.2017 9.00-10.30, haastateltava: Mika PA Anttonen. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.
11. LiikenneVirta, 2.11.2017 14.00 - 15.25. Haastateltava: Elias Pöyry. Haastattelijat: Tapio Tuomi.

12. Valtiovarainministeriö, 29.11.2017 13.00-14.20. Haastateltavat: Leo Parkkonen VM vero-osasto/valmisteverotusyksikkö, Merja Sandell VM vero-osasto/valmisteverotusyksikkö, Tuula Karjalainen VM vero-osasto/arvonlisäverotusyksikkö. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.

13. Helen, 26.3.2018 15.00-16.00, haastateltava: Juha Karppinen. Haastattelijat: Raimo Lovio.

14. Valtiovarainministeriö ja Verohallinto, 27.4.2018 9.00-11.00. Haastateltavat: Leo Parkkonen VM, vero-osasto/valmisteverotusyksikkö, Merja Sandell VM vero-osasto/valmisteverotusyksikkö ja Antti Saastamoinen, Verohallinto. Haastattelijat: Raimo Lovio, Tapio Tuomi.

Muut lähteet

Business Finland (2018): Batteries from Finland aktivointikokonaisuus. Älykäs energia -ohjelma.

Fortum Verkkouutinen 18.12.2017.

Fortum Lehdistötiedote 17.1.2018.

Helenin vuosikertomus 2017, <https://www.helen.fi>.

Kauranen, Pertti; Lundström, Mari ym. (2018). Suomi kestävän akkutuotannon ja kiertotalouden mallimaaksi. Closeloop Poliittikasuositus 15.1.2018.

Kauranen, Pertti (2018). Esitys SET-hankkeen seminaarissa. 11.4.2018

Kivipelto, Samuli (2017). Grid Scale Battery Energy Storage Investment Potential – Analysis and Simulations of Frequency Control Markets in Germany and the UK. Diplomityö. Vaasan yliopisto 29.5.2017.

Kulla, Tatu (2018). Sähköjärjestelmän perusasioiden äärellä, osa 2: Voiko akuilla korvata vesivoimaa säätövoimana? Fortum for Energy blog 14.2.2018.

Majuri, Juha (2017). Photovoltaic system with battery storage in Finnish residential use. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto 1.3.2017.

Matkalla kohti joustavaa ja asiakaskeskeistä sähköjärjestelmää – Älyverkkotyöryhmän väliraportti 9.10.2017. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia, 38/2018.

Saulny, Nicolas (2017). Operation and Profitability of Batteries in Electricity Reserve Markets. Diplomityö, Aalto-yliopiston insinööritieteiden koulu 29.5.2017.

Siemens tiedotteet 7.9.2017, 7.2.2018 ja 16.2.2018.

TEM-tiedote 16.2.2018.

Varonen, Valtteri (2017) Sähkövarastojen käyttö verkkoliiketoiminnassa. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto 26.4.2017.

Ylen Uutinen 21.3.2018. Sähkön varastointi tulee pientaloihin.

Tämä julkaisu liittyy Suomen Akatemian strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamaan Smart Energy Transition (SET) -hankkeeseen (314325) (www.smartenergytransition.fi). SET-hanke tutkii, miten Suomi voi hyötyä hajautetun ja vaihtelevan uusiutuvan energian ympärille nousevista murroksellisista teknologioista. Kyse on ratkaisuksista, joissa energiaa voidaan varastoida tai sen tarvetta ohjata vaihtelevan tuotannon mukaan. Näihin ratkaisuihin liittyvät olennaisesti uudet digitaaliset ratkaisut, kuten esineiden internet. Samalla murrokseen liittyy myös kehitys, jossa rakennusten ja liikenteen energian tarve pienenee, energiaomavaraisuus kasvaa, ja rakennukset ja liikennevälineet muodostavat yhä kiinteämmän osan energiajärjestelmää.



ISBN 978-952-60-8194-6 (pdf)
ISSN 1799-4969 (pdf)

Aalto-yliopisto
Kauppakorkeakoulu
Johtamisen laitos
www.aalto.fi

**KAUPPA +
TALOUS**

**TAIDE +
MUOTOILU +
ARKKITEHTUURI**

**TIEDE +
TEKNOLOGIA**

CROSSOVER

**DOCTORAL
DISSERTATIONS**