

*Akkujen merkitys kasvaa: milloin, miten ja millä edellytyksillä?*

*– suomalaisten toimijoiden näkemyksiä tilanteesta vuoden 2018 alussa -  
tässä focus: regulaatio ja verotus*

Raimo Lovio & Tapio Tuomi

11.4.2018

HEBSTO-hanke/SET-hanke

# HEBSTO- High-energy batteries for grid-scale storage

- Aallon johdon antamalla rahalla toteutettava pienimuotoinen esiselvitys
- Aalto Chem (Pertti Kauranen ym.), Engineering (Sanna Syri) ja BIZ (RL)
- BIZ: liiketoiminnan näköalat ja regulaatiokysymykset
- Näkökulmana siis akkujen käyttö Suomessa
- Työpaperijulkaisu SET-sarjaan toukokuun loppuun mennessä, joka loisi pohjan mm. tutkielmalle 2018 osana Aallon SET-hanketta. Sen aihepiiri laajempi: ”akkutoimialan synty eli akkuliiketoiminnan talous, markkinat ja liiketoimintamallit sekä regulaatio”?

# Haastatellut henkilöt

- Siemens: Veikka Pirhonen
- Fortum: (1) Ilari Alaperä, (2) Nicolas Saulny, Roosa Nieminen ja Tatu Kulla
- Helen: Juha Karppinen (kuunneltu esitys, haastattelu verotukseen liittyen)
- GEF: Mikko Pääkkönen
- Naps Solar Systems: Markus Andersén ja Mikko Juntunen
- Tuuliwatti/St1: Mika P.A. Anttonen
- Liikennevirta: Elias Pöyry
- Energiavirasto: Ville Väre, Valtteri Varonen ja Joel Seppälä
- Fingrid: Risto Lindroos ja Minna Laasonen
- TEM: Tatu Pahkala ja Bettina Lemström
- VM: Leo Parkkonen VM vero-osasto/valmisteveroyksikkö, Merja Sandell VM vero-osasto/valmisteveroyksikkö, Tuula Karjalainen VM vero-osasto/arvonlisäveroyksikkö

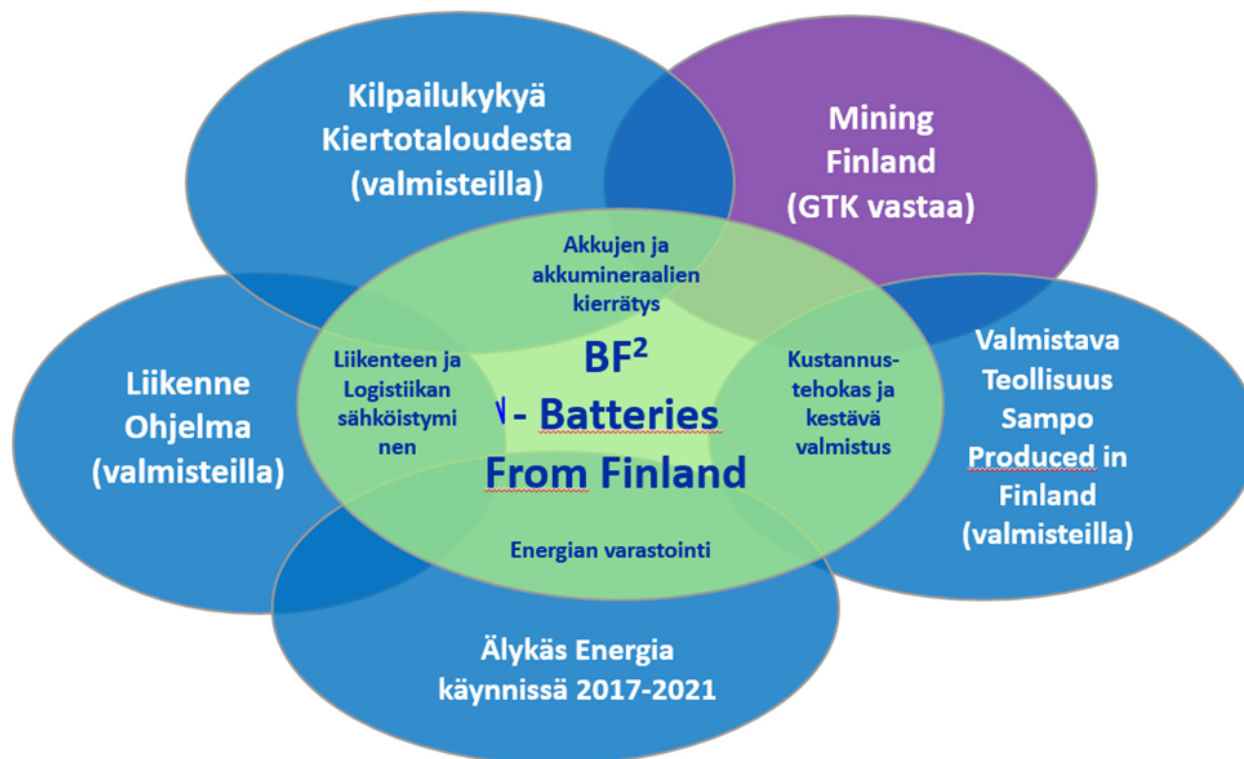
# Akkujen merkitys kasvaa: milloin, miten ja millä edellytyksillä? - suomalaisten toimijoiden näkemyksiä tilanteesta vuoden 2018 alussa

- **Tiivistelmä**
- **Sisältö**
- 1. Johdanto
- 2. Yleisiä näkemyksiä akkuteknologioiden kehityksestä: teknologiat, taloudellisuus ja rooli
- 3. Esimerkkejä ja kokemuksia akkujen käytöstä Suomessa: suuret akut, kotitalousakut, ajoneuvoakut
- 4. Lähivuosien näkymät akkujen käytössä
- 5. Akut ja Suomen teollisuus
- 6. Fingridin markkinat ja akut
- 7. Akkujen määrittely ja verkkoyhtiöiden rooli
- 8. Akkujen verotus
- 9. Jatkotutkimus
- Haastattelut

# Kiinnostusta akkuihin kasvussa monien drivereiden kautta

- Sähköautojen ja tuuli- ja aurinkovoiman yleistyminen ajavat kansainvälistä akkuteollisuutta ylös ja akkutehdasinvestointeja on paljon valmistelussa.
- Tavanomainen 10 vuoden kypsyttelyaika alkaa täyttyä (Suomessakin European Batteries aloitti 2008 ja Fingrid tutki akkuja 2009)
- Hinnat laskevat tällä hetkellä ( 5 – 10 %/v)
- Erilaiset akkuteknologiat kehittyvät rinnan eri tarkoituksiin
- Myös älykkäät sähkömarkkinat (ainakin Suomessa) luovat markkinoita
- Mallimaita: Saksa, UK ja Ruotsi etenevät (+ USA ja Australia)
  
- Suomessa Helenin akkuinvestointi 2016 lähtölaukaus nykykehitykselle
- Haastateltujen mukaan 2018 edelleen hidasta kehitystä, ehkä 2019-2020 alkaen kotimarkkinat alkavat vähitellen muodostua
- Poliitikassa tapahtunut huomattavaa aktivoitumista 2018

# Batteries from Finland 2018-2020 (Business Finland)



# Akkujen käyttönotossa ”diplomityövaihe” ohittumassa

- Juha Majuri: Photovoltaic system with battery energy storage in Finnish residential use. Tampere University of Technology 1.3.2017. (Naps)
- Nicolas Saulny: Operation and Profitability of Batteries in Electricity Reserve Markets. Aalto University School of Engineering 29.5.2017. (Fortum)
- Samuli Kivipelto: Grid Scale Battery Energy Storage Investment Potential – Analysis and Simulations of Frequency Control Markets in Germany and the UK. Vaasan yliopisto 29.5.2017 (Fortum)
- Valtteri Varonen: Sähkövarastojen käyttö verkkoliiketoiminnassa. Tampereen teknillinen yliopisto. Syyskuu 2017 (Fingrid)
- Ilari Alaperän väitöskirjaprojekti (Fortum)
- TOISAALTA: muualla jo valtavasti akkuja! (ja sieltä voidaan siirtää osaamista ja softaa; ei pakko keksiä Suomessa). Suomalaiset akkujen käyttäjäyritykset kiinnostuneita kypsistä kaupallisista ratkaisuisista ja siitä että ymmärtävät akkujen moninaisen käytön toiminta- ja businesslogiikan.

# Isoja akkuhankkeita

- Helen: Viikki (yhdessä Siemensin kanssa; EU:n Cityopt-hanke), Suvilahti (tutkimushanke sekin: ”välillä akku ajautuu laitaan, mutta yleisesti toiminut hyvin”), HUB Logistics Oy:n aurinkovoimala + akku yhdessä GEF:n kanssa
- Fortumin Batcave on vastaava hanke (energiatuki, akku rankalaiselta SAFTilta). Sijaitsee mittarin sisäpuolella Järvenpään voimalassa osana Fortumin säädettävää vesivoimakapasiteettia (nopeimmin ja tarkimmin reagoiva osa FCR-N-markkinassa). Opittu paljon: jo 5.päivitystä. Todistettu järkevyyys. Lisäksi Fortum Spring pyrkimässä markkinoille muilla tekniikoilla (konesalien UPS-akut).
- Siemensin akku tulossa Sellon kauppakeskukseen 2018 (aurinkovoimala, fingrid-markkinat, kiinteistön sähköt, sähköauton lataus) (ostetaan akku, leasing-sopimus, palvelusopimus?) ja Lempäälään. Uusi kärkihanketuki 2018 suuremmasta kokonaisuudesta. Siemens tarjoaa ratkaisuihin omaa IoTta DEMS (Decentralized Energy Management System).
- Muita? (esim. Järvi-Suomen Energia Oy:n kokeilu)



# Akut edelleen kalliita, mutta voidaan yrittää kompensoida monin keinoin

- Riittävän lähellä kannattavuutta, että kannattaa selvittää ja kehittää käyttöä
- **Tukia** pyritään saamaan ja on saatukin: ”suhteellisen pienellä tuella (esim. TEM energiatuki) päästään siihen, että se on järkevää” (Siemens)
- **Rinnakkaiskäyttö** moneen tarkoitukseen, mutta monikäytön logiikka on haastavaa, ”koska optimoinnissa on ymmärrettävä kaikkien markkinapaikkojen logiikka” (aurinkovoimalan sähköt, taajuuden säätö, loisteho, prosessien hallittu alasajo, blackstart ...)
- **Vanhat akut uuteen lisähyötykäyttöön** (datakeskusten lyijy-UPSit, mobiiliverkko). Uusissa datakeskuksissa voidaan ehkä jo harkita litiumioni-akkuja (myös pienempi tila ja vähemmän lämpöä)
- **Sähköautojen ja työkoneiden akut muuhunkin käyttöön** (huom. kuitenkin kaksisuuntaisia latausasemia on 1 Suomessa, latauksen tehoa voidaan kuitenkin säätää myös 1-suuntaisessa). 4 käyttöä: varastokäyttö, verkkojen suojaus ohjauksella, hintaperustainen kysyntäjousto ja kuorman ohjaus.
- **Aurinkojärjestelmiä tukevat kotiakut** (esim. Sonnen) ovat kalliita eivätkä taloudellisesti perusteltuja, mutta jotkut vain haluavat. Saksassa ja Ruotsissa saa tukea. Lisäksi Saksassa verkkoon syöttöä rajoitetaan aurinkoisina päivinä ja Sonnen yhteisöt jakavat sähköä keskenään.
- Sähkön hinnan vaihtelut ja siirron tehokomponentti luovat markkinoita akuille.

# Regulaatiohaasteet

- Määrittely
- Omistus
- **Verotus:** The postman always rings twice? (ja alv)
- Siirtomaksut?
- Tunnin sisäinen netotus?
  
- Yritykset toivovat nopeutta, generisiä ja avoimuutta edistäviä ratkaisuja
- Fingridille kiitosta kehityshalukkuudesta: “poistaa kaikki esteet akuilta.piste”

# Akkujen määrittely

- ”Sähkövarastot ovat uusi elementti sähkömarkkinoilla ja sähköjärjestelmässä. Sähkövarastoilla tarkoitetaan resurssia, joka yhtenä ajanhetkenä ottaa sähköä verkosta ja syöttää sen myöhemmin sähkönä takaisin verkkoon. Sähkövarastoja ei voida pitää sähkön kulutuksena tai tuotantona.” (Älyverkkotyöryhmä)
- Akut vain yksi varastoinnin muoto, mutta tässä keskitytään vain siihen
- Varastoinnin määrittely työ käynnissä EU:ssa. TEM haluaa tehdä määrittelyn lopullisesti vasta, kun tiedetään EU-tason ratkaisu.
- Kysymys: voidaanko tehdä akkuja koskeva tyydyttävä välimäärittely sähköveromuutosta varten nopeammin? Mikä se olisi?
- Sähköverotusta varten sähkön varastoinnin/akun voi määritellä esimerkiksi näin *”sähkön varastointia on, kun sähkövarastoa (akkua) ladataan sähköllä ja siitä puretaan sähköä. Sähkön varastoinnissa voi syntyä hävikkiä.”* (?)

# Akkujen omistus: jakeluverkkoyhtiöt

- ”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 omistamiaan sähkövarastoja markkinoille.” (Älyverkkotyöryhmä)
- ”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.”

# Akut ja sähkövero älyverkkotyöryhmän raportissa

- ”Sähkövero on yksi energiaan kohdistuvista valmisteveroista. Energiaverot ovat EU:ssa harmonisoituja veroja, joita säädellään neuvoston direktiiveillä 2003/96/EY ja 2009/28/EY.
- Suomessa käytetään 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 arvonlisävero 24 % yleisen verokannan mukaan.
- **Ongelma: Sähköveroa kannetaan tällä hetkellä sähkövaraston lataamiseen käytetystä sähköstä. Tämä johtaa varastoidun sähkön verottamiseen kahdesti: sekä varastoitaessa että uudelleen kulutukseen luovutettaessa.**
- Alustavasti ministeriöstä on tuotu esiin näkökanta, että sähkön varastointi tulisi olla verotonta muiden hyödykkeiden varastoinnin tavoin riippumatta varaston koosta.
- Työryhmä kannattaa periaatetta, jossa sähkön varastoinnista tai varastoinnista aiheutuneista häviöistä ei tarvitse maksaa sähköveroa.
- Sähkövaraston verottomuus voi asettaa mittausvaatimuksia sähkövarastoille. Sähkömarkkinoille osallistuvat sähkövarastot tulee mitata ja toteuttaa tarvittava tiedonvaihto markkinavaatimusten mukaisesti.”

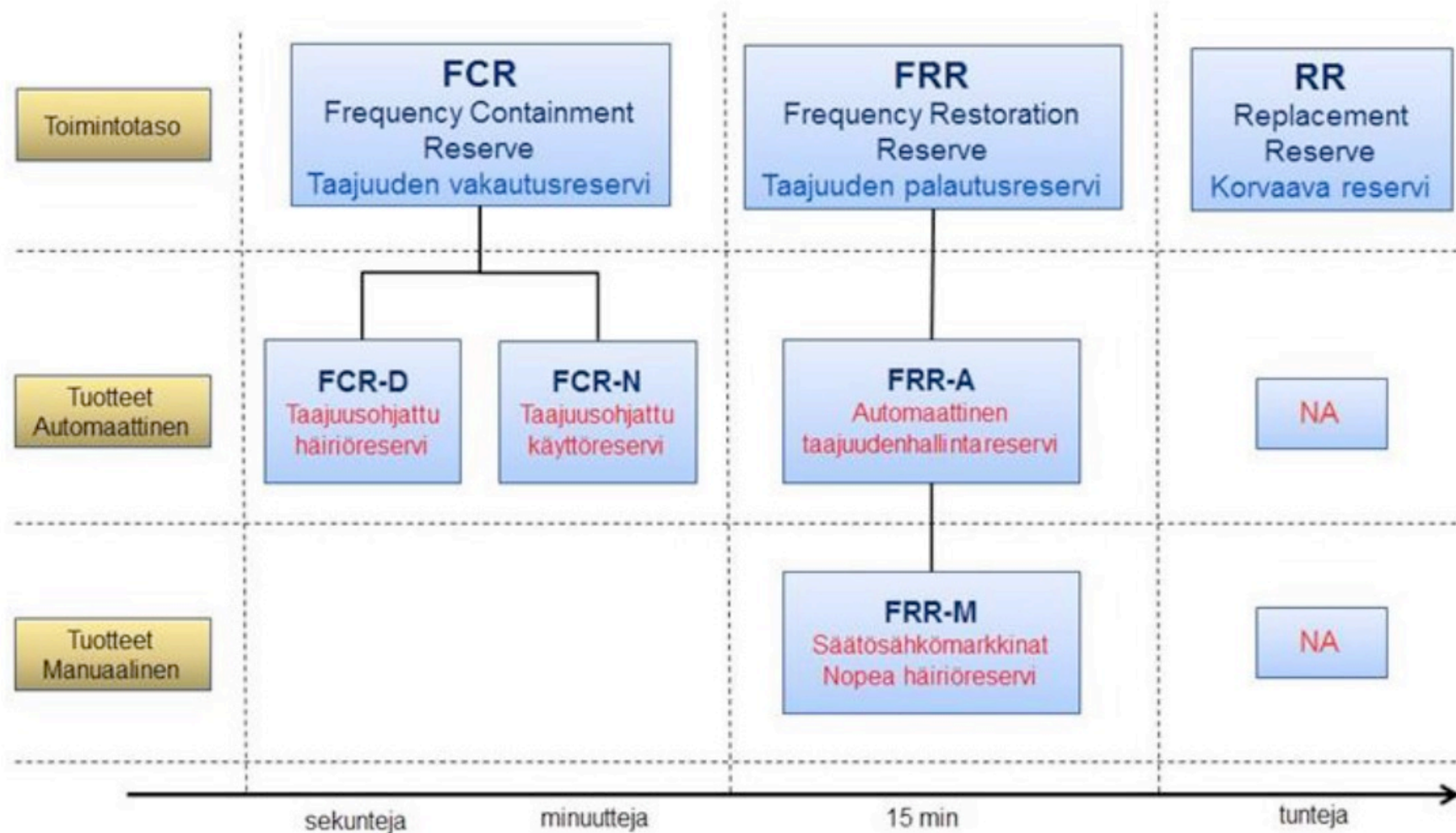
# Verotusasiaa täsmentäviä kysymyksiä

- Akku voi sijaita monessa paikassa sähköverkkoa (pyrkimys on laittaa paikkoihin, joissa rinnakkaiskäyttö mahdollinen mikä voi lisätä verotusongelmia)
- Kaksinkertainen verotus laukeaa **vain** silloin kun sähkö kulkee kahdesti verkossa akun kautta
- On pystyttävä mittaamaan verkosta (ei esim. kiinteistön aurinkovoimalasta otettu) akkuun ladattu sähkö ja sieltä uudelleen verkkoon lähtevä sähkö
- Päteekö nykysääntöjen puitteissa se, että akusta voi lähettää verotta sähköä 800 000 kWh/v? (vrt. pientuotannon raja, mutta akku ei ole tuotantoa)

# Sähköveron maksaja ja perijä

- Sähköveron maksaa sähkönkäyttäjä ja sen perii verkkoyhtiö
- Toimiiko käytännössä ehdotus, että sähkövero maksetaan vasta akusta kulutukseen menevästä sähköstä ja hävikistä ei makseta veroa (kuten ei normaalissa verkkosiirrossakaan)? (vrt. veroton varasto)
- Vai: akun omistajalta poistuu kaksinkertaisuus jos hän voi jälkikäteen netottaa sähkövirrat eli ei maksa veroa akussa käyvästä energiasta, siltä osin sähköveron maksajaksi tulee sen käyttäjä
- Kysymys Fingrid-markkinasta: maksaako Fingrid tai joku muu sähköveroa hankkimastaan taajuussäätö- ja säätösähköenergiasta?

# Pohjoismaissa käytössä olevat reservilajit





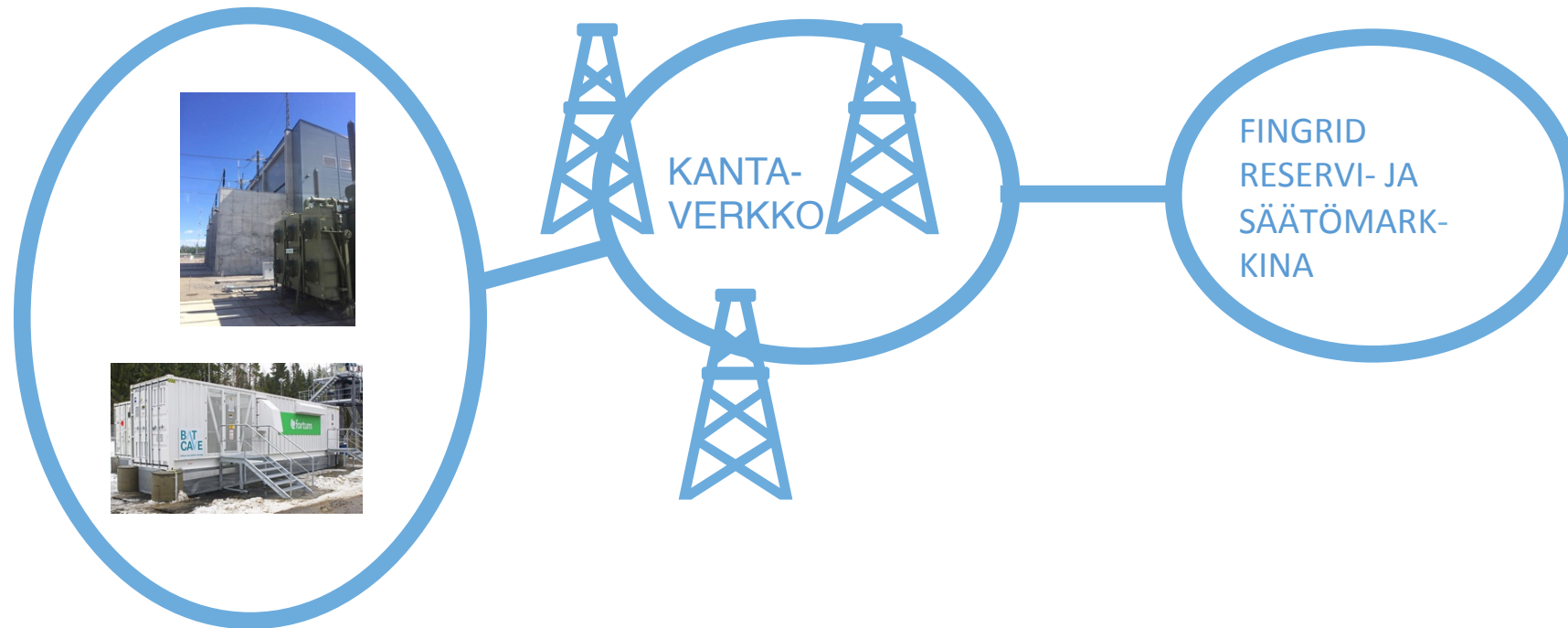
# Mitä Fingrid-markkinalla tapahtuu rahana?

- Taajuusohjatussa häiriöreservissä (FCR-D) on vain kapasiteettikorvaus. Kapasiteettikorvaus maksetaan aina reservinmyyjälle.
- Taajuusohjatussa käyttöreservissä (FCR-N) on kapasiteettikorvauksen lisäksi myös energiakorvaus säädetyistä nettoenergiasta (tunnin aikaiset ylös- ja alassäädöt netottuu). Energiakorvaus tehdään säätöhinnalla ja maksetaan nykysääntöjen mukaisesti tasevastaavalle.
- Automaattisessa taajuudenhallintareservissä (aFRR) on kapasiteettikorvaus ja energiakorvaus. Energiakorvauksen laskennassa ei netoteta alas- ja ylössäätöjä, ja korvaus maksetaan tasevastaavalle.
- Säätosähkömarkkinoilla (mFRR) on normaalisti käytössä vain energiakorvaus, joka maksetaan reservinmyyjälle.

# Sähköveron muutokseen liittyviä konkreettisia kysymyksiä

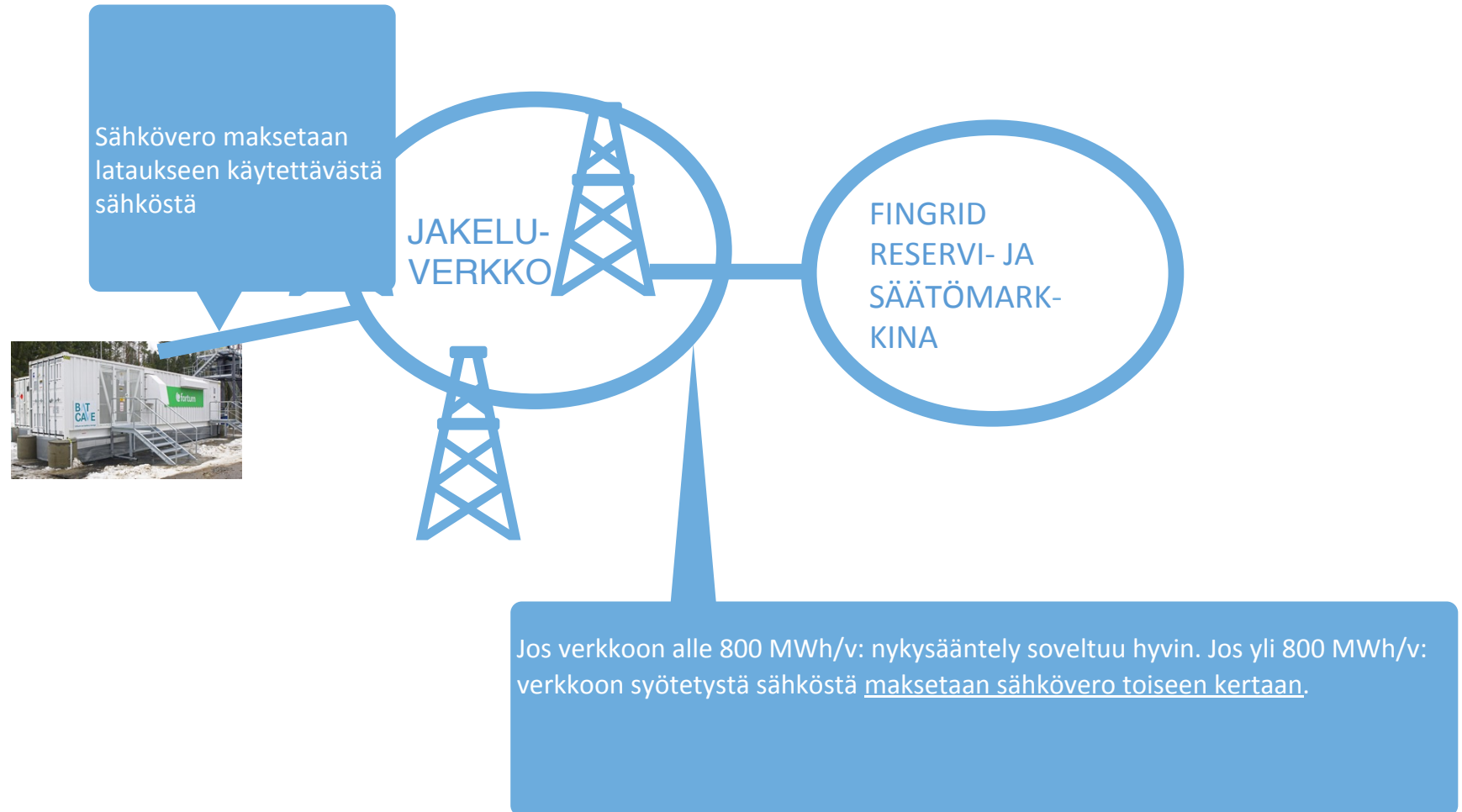
- Tarvitaan akun/sähkövaraston määritelmä tyyliin:
  - sähkövarastolla/akulla tarkoitetaan paikkaa/laitetta/varastoa, johon sähköä varastoidaan väliaikaisesti kemiallisesti ja josta palautetaan takaisin sähköksi (pienellä hävikillä).
- Pitäisikö olla joku akun kapasiteetin tehoraja, jota suurempia akkuja tämä määritelmä ("teollisuusluokan akut) koskisi alkuvaiheessa?
- Kuka on sähkövaraston/akun toiminnasta vastaava taho, joka olisi verovelvollinen (, tekisi veroilmoitukset, hakisi luvat, mittaisi tai ainakin vastaisi mittauksien järjestämisestä, maksaisi tarvittaessa veron jne).
- Mitä ja kuinka sähkön mittaamisesta tulisi säätää, että se olisi luotettavalla tavalla ja mittauslainsäädännön mukainen?
- Toisin sanoen akulle haettaisiin verottoman varaston lupa, luvanhaltijasta tulisi verovelvollinen ja varastoakkuun siirrettävä ja sieltä pois siirrettävä sähkö olisi mitattava.
- Esimerkiksi sähkön siirto sähköverkosta varastoakkuun olisi veroton samoin kuin sähkön siirto varastoakusta takaisin sähköverkkoon. Mikäli sähköä siirrettäisiin varastoakusta kulutukseen tai Fingridin säätömarkkinoille, sähkön määrä olisi mitattava ja sähköstä suoritettaisiin vero.

Akku sijaitsee voimalaitoksen osana ja sitä käytetään ainoastaan Fingrid-markkinoilla: nykysääntely soveltuu hyvin

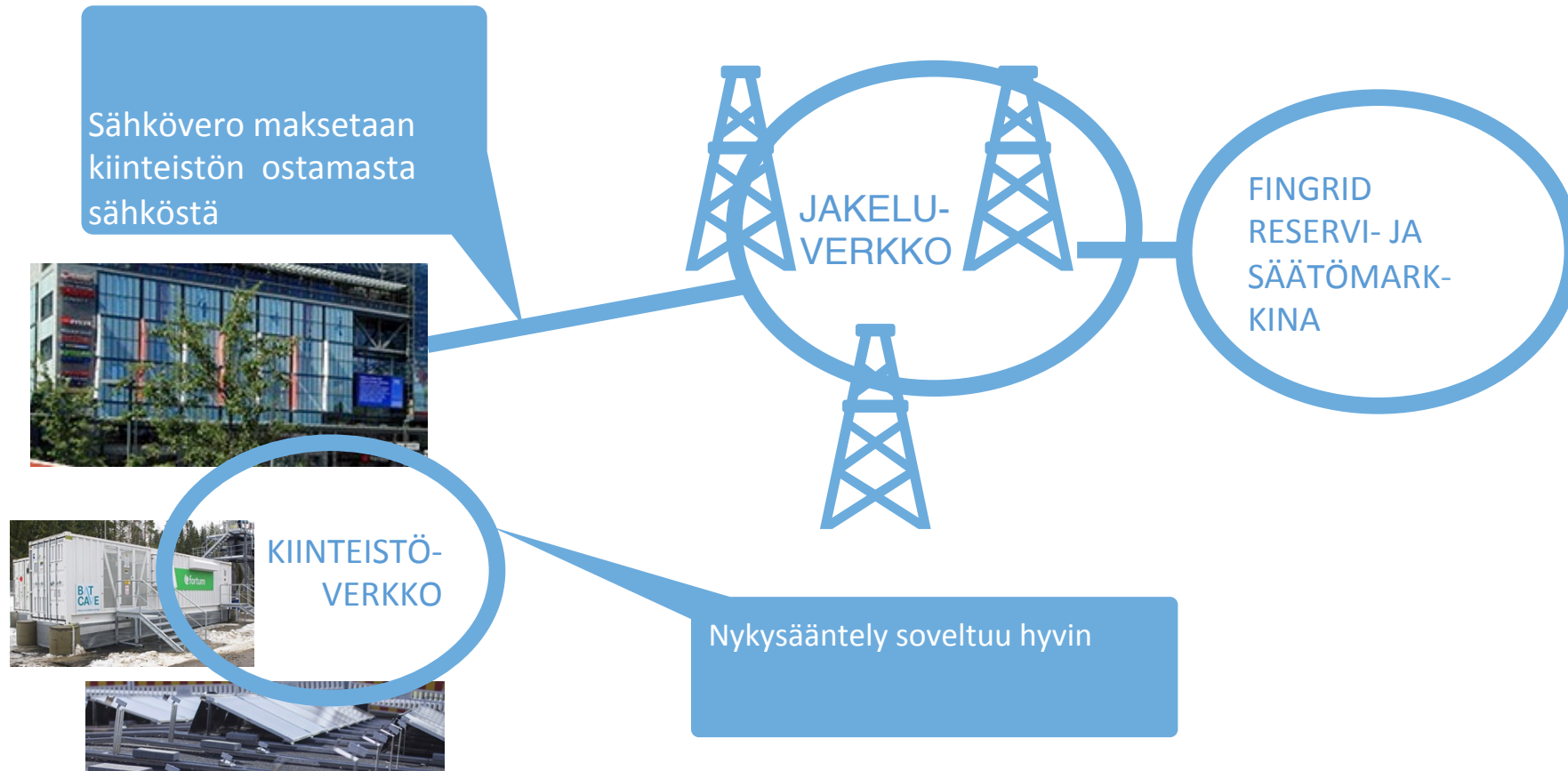


Näin sijoitettuna akku voi tietysti osallistua mihin tahansa sähkömarkkinaan....

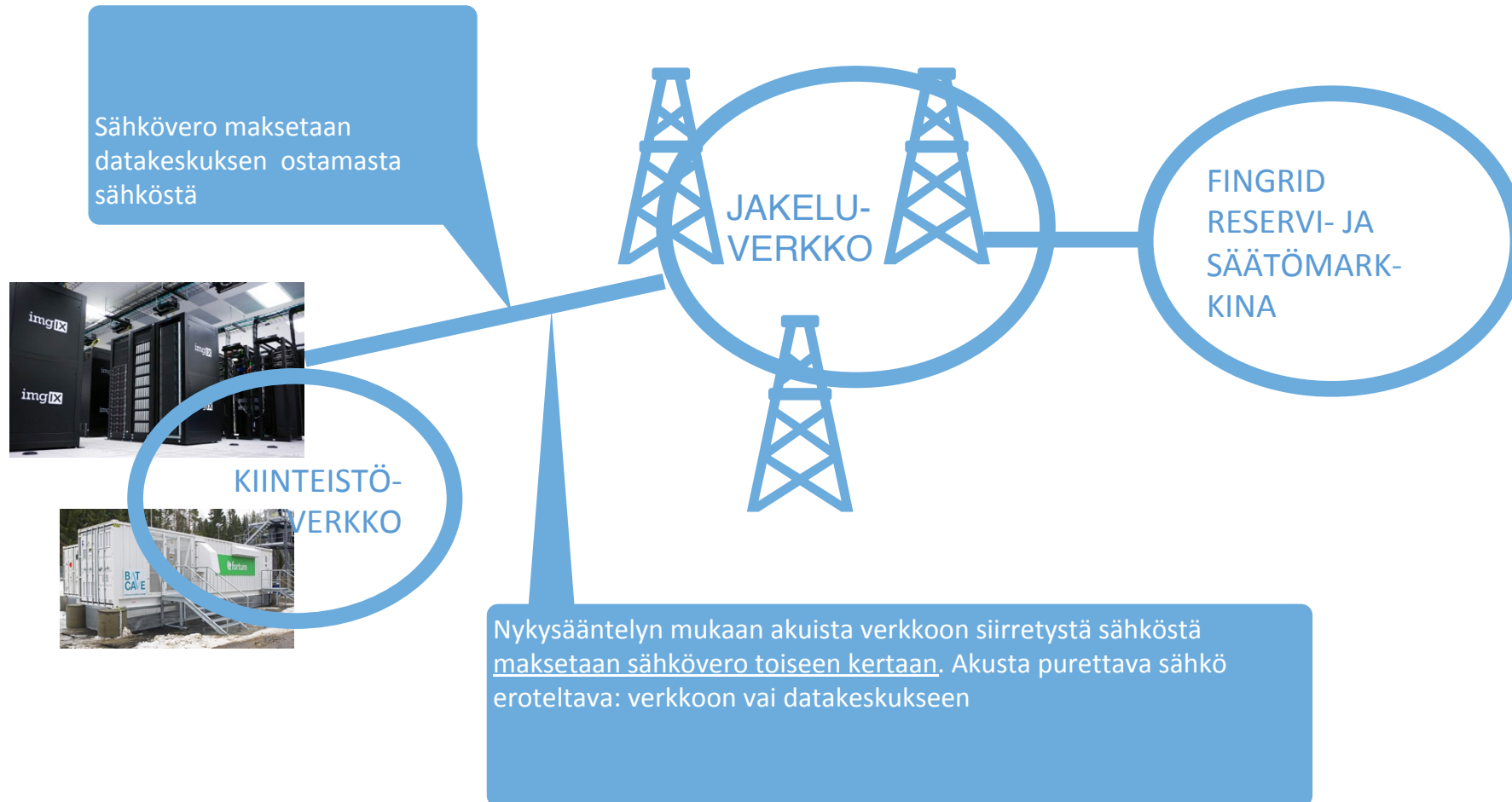
Akku sijaitsee jakeluverkossa (sähkönmyyntiyhtiön omistamana) ja käytetään Fingrid-markkinalla ja paikallisesti verkon tukemiseen



Akku sijaitsee kiinteistöverkossa, varastoi aurinkoenergiaa ja osallistuu kiinteistön sähköjärjestelmän tasapainottamiseen. Kiinteistö osallistuu myös Fingrid-markkinalle vähentämällä tai lisäämällä kulutusta, mutta ei missään vaiheessa lähetä akusta takaisin verkkoon sähköä



Jousto-operaattori yhdistää useamman datakeskuksen UPS akut osallistujat sähköjärjestelmän tasapainoitukseen (akkuteknologiasta riippuen: ylössäätö tai ylös- ja alassäätö).



Sähköautojen akkujen tai muun kotitalousakun käyttäminen omaan kulutukseen ja sähköjärjestelmän tasapainoitukseen: älykäs lataus (1-suuntainen) tai älykäs lataus ja verkkoon syöttäminen (2-suuntainen). Akun hyödyntäminen nykysäätelöllä mahdollista

Älykäs 1-suuntainen lataus ajoittaa latauksen ja/tai säättää lataustehoa. Sähkövero maksetaan lataukseen käytetystä sähköstä.

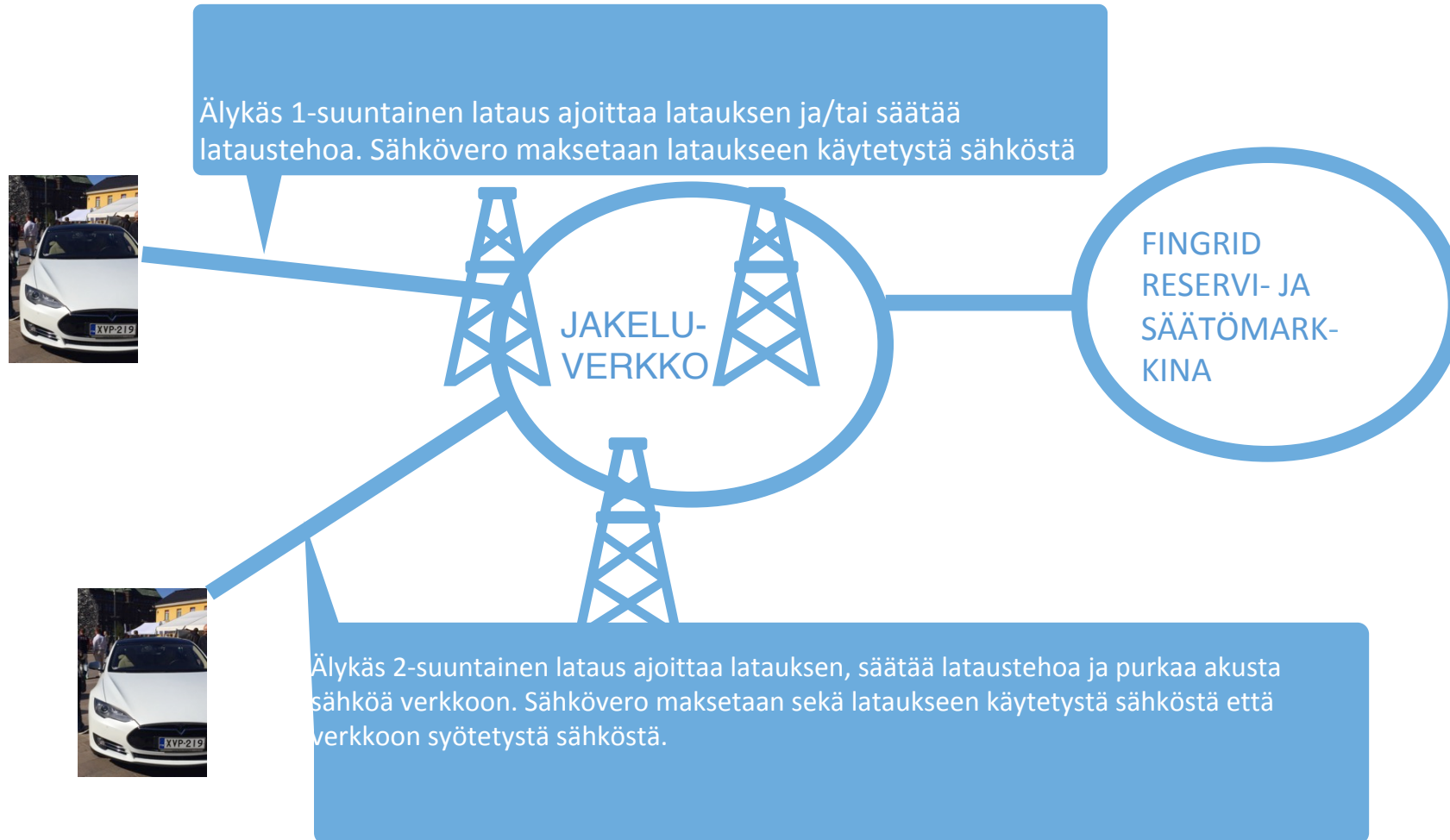


FINGRID  
RESERVI- JA  
SÄÄTÖMARK-  
KINA



Älykäs 2-suuntainen lataus ajoittaa latauksen, säättää lataustehoa ja purkaa akusta sähköä verkkoon. Sähkövero maksetaan lataukseen käytetystä sähköstä. Akusta purku sähköverosta vapaa 800 MWh/v saakka.

Latausoperaattori ohjaa sähköautojen akkujen käyttäminen sähköjärjestelmän tasapainoitukseen: älykäs lataus (1-suuntainen) ja älykäs lataus ja verkkoon syöttäminen (2-suuntainen). Verkkoon sähkön purkaminen akusta: sähkövero maksetaan toiseen kertaan





# Fingridin joustomarkkinat

- Markkinat kasvavat ("pyörivän massan väheneminen korvattava") ja teknisesti ja kaupallisesti kehittyvät
- Taajuusohjattu käyttöreservi (FCR-N) ja häiriöreservi (FCR-D). Esim. Helen toimii molemmissa ja Fortum vain FCR-N. N on kannattavampi kuin D.
- Joustomarkkinat ovat siis kasvussa mutta määrällisesti kuitenkin rajalliset:
  - Millaisista euromääristä puhutaan? "Taajuusohjatut reservit maksavat Fingridille 30 miljoonaa euroa." (Fingrid 1/2017, 33).
  - Joustomahdollisuuksia on useita ja varastointi ja akut on vain yksi mahdollisuus tässä (kysyntä joustaa, tarjonta joustaa, varastot joustaa). Sähkön tuonti/vienti, kotimainen vesivoima, kysynnän jousto, kaasuturbiinit, lämminvesivaraajat... Energiayhtiöt "ajavat useita asetteja kokonaisuutena, näin saadaan paras taloudellinen tulos"
- Paradoksi: joustojen mobilisointi edellyttää hintojen volatiliteettia, joka kuitenkin supistuu mitä enemmän joustoa on saatavilla

# Fingrid-markkinoilla liikkuvat sähkö- ja rahavirrat? Verot?

- Taajuusohjattu käyttöreservi (FCR-N):
  - säättää jatkuvasti taajuuden mukaan parin minuutin viivellä ylös ja alas, paikalliseen taajuusmittaukseen perustuva automaattinen ohjaus
  - tuntikohtainen markkina, jolla korvaus ylläpidetystä kapasiteetista ja nettoenergiasta. Hintataso 13 €/MW/h vuositasolla ja kymmeniä €/MWh tuntimarkkinoilla.
  - minimitarjouskoko 0,1 MW
- Taajuusohjattu häiriöreservi (FCR-D):
  - säättää suuremmissa taajuuspoikkeamisissa, tulee kyetä vain ylössäätöön, paikalliseen taajuusmittaukseen perustuva automaattinen ohjaus
  - tuntikohtainen markkina, jolla korvaus ylläpidetystä kapasiteetista. Hintataso noin 5 €/MW/h vuosimarkkinoilla ja kymmeniä €/MW/h tuntimarkkinoilla
  - minimitarjouskoko 1 MW
- Säätosähkömarkkinat (mFRR):
  - erikseen ylös- ja alassäätötarjouksia, korvaus säädöstä lasketaan tilatun energian ja kalleimman tunnin aikana käytetyn tarjouksen mukaan
  - minimitarjouskoko 5 MW tai 10 MW