

Marjo Puikkonen & Roope Raati

JouKo-joustava kotitalous projekti

Kysyntäjoustopalvelun liiketoimintamallit

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	4
2	KYSYNTÄJOUSTO SUOMESSA	4
2.1	Tulevaisuuden energiamarkkinat 2019-2024.....	6
2.2	Smart Grid – Älysähköverkko	8
3	KYSYNTÄJOUSTOPALVELUN TARPEEN KARTOITUS	9
3.1	Haastattelun keskeisimmät kysymykset	9
3.2	Yhteenveto haastatteluista	10
3.2.1	Kysyntäjoustopalvelun tarpeen kartoitus	11
3.2.2	Aggregointi	12
3.2.3	Palvelussa kehitettävät asiat	13
4	KYSYNTÄJOUSTON LIIKETOIMINTAMALLIT	14
4.1	Markkinatilanne.....	14
4.1.1	Taajuusohjattu käyttöreservi (FCR-N).....	15
4.1.2	Säätösähkömarkkinat (mFFR) ja nopea häiriöreservi	16
4.1.3	Päivän sisäinen markkina (Elbas) ja vuorokausimarkkina (Elspot)	17
4.2	JouKo-laitteen SWOT analyysi	17
4.3	Teknillinen toteuttaminen kodeissa.....	19
4.4	Ansaintamallit	20
4.5	Asiakassegmentit.....	23
4.6	Sähköauton latauksen ohjaus.....	23
4.7	Kilpailija-analyysi	24
4.7.1	There Corporation	25
4.7.2	OptiWatti	25
5	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

Liite 2. Kuvaluettelo

1 JOHDANTO

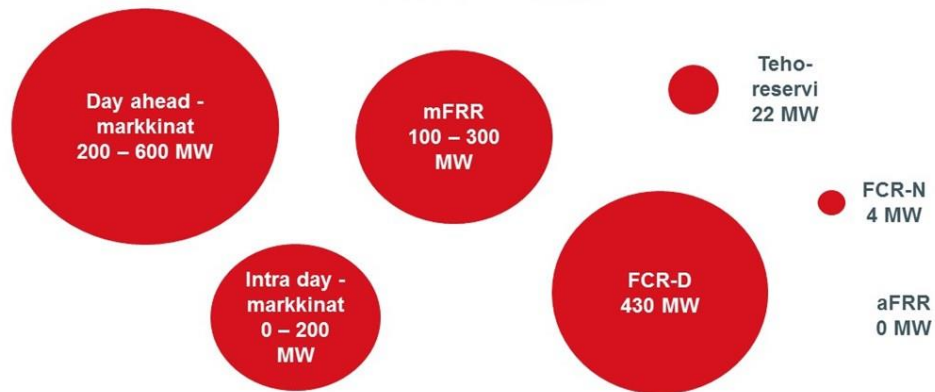
Tämä raportti käsittelee JouKo – laitteen kotitalousasiakkaille suunnatun kysyntäjoustopalvelun liiketoimintamallien tutkimista, potentiaalisten markkinapaikkojen selvittämistä sekä laitteen teknistä soveltuvuutta kysyntäjousto-
Tutkimuksen lähdeaineistona olemme käyttäneet älysähköverkkoon liittyviä aikaisempia tutkimusaineistoja sekä suorittamiemme haastatteluiden aineistoja.

2 KYSYNTÄJOUSTO SUOMESSA

Tähän mennessä kysyntäjousto- ollaan osallistuttu teollisuuden isoilla kuormilla. Lisäksi muutamia pilotti kokeiluja on tehty muun muassa kauppakeskusten kuormien ohjauksella sekä varavoiman hyödyntämisenä sähköverkkoon. Kotitalouksien keskuudessa kysyntäjousta on kokeiluja muutamien sähköyhtiöiden toteuttamana erilaisten projektien tiimoilta, jossa kotitalouksien lämm-
minvesivaraaja ohjataan käyttämään lämmitykseen sähköpörssin halvimpia tunteja kulutuksen tasaamiseksi. Tällaisia kokeiluja ovat toteuttaneet esimerkiksi Fortum ja Helen.

Uusia toimijoita kysyntäjousto- ovat aggregaattorit, jotka osallistuvat markkinoille keräämässä pienkulutuksen ja –tuotannon avulla. Tällainen toiminta mahdollistaa myös tulevaisuudessa kotitalouksien osallistumisen kysyntäjousto-
toon. Vaikka alkuinvestoinnit ovat aluksi suuret, katsotaan sen olevan pitkällä aikavälillä kustannustehokas niin itse yrittäjälle kuin koko kansantaloudellekin. Tehomäärältään eniten kauppaa käydään taajuusohjatun häiriöreservin, sää-
tösähkö- sekä vuorokausimarkkinoilla (kuva 1). [8.]

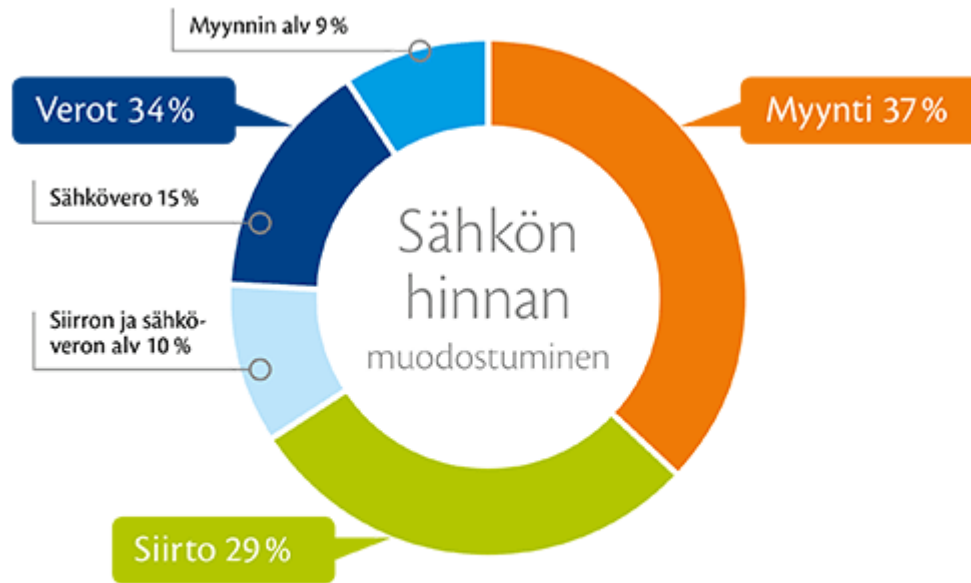
Kysyntäjouaston tilanne Suomessa status 18.1.2018



Kuva 1. Kysyntäjouaston tilanne Suomessa. (Fingrid, 2018)

Sähkön hinta kuluttajalle rakentuu sähkön siirrosta (29%), myynnistä (37 %) sekä sähköverosta (34%). Energiavirasto valvoo sähkön siirtohinnan kohtuullisuutta vuoden valvontajaksoissa. Mikäli siirtoliiketoiminnan tuotto ylittyy kohtuullisen tuoton rajan koko valvontajaksolla, otetaan se huomioon hinnoittelussa seuraavalla valvontajaksolla. Sähkön siirtohinnasta peritään kulloinkin voimassa olevat sähköverot. [15.]

Sähköliittymä on hinnoiteltu niin, että niillä katetaan jakeluverkon rakennuskustannuksia. Se koostuu liittymis- ja mittarointiosasta, ja on kokonaisuudessaan arvonalisäverotonta. Energiahinta määräytyy kunkin yhtiön sopimusten mukaisesti joko määräaikaisena, toistaiseksi voimassa olevana tai Spot-hintaan perustuvana sopimuksena. [15.]



Esimerkki on tehty asiakkaasta, jolla on toistaiseksi voimassa oleva sopimus yleissähköstä 5 000 kWh:n vuosikulutusarviollla.

Kuva 2. Sähkön hinnan muodostuminen. (Lappeenrannan energia oy)

2.1 Tulevaisuuden energiamarkkinat 2019-2024

Tulevaisuudessa energia-alan toimintatavat tulevat muuttumaan, joka näkyy niin energian tuotannossa, käytössä kuin siirrossakin. Järjestelmät pyritään tekemään hiilineutraaleiksi, jossa fossiilisilla polttoaineilla toimiva perusvoima korvataan vaihtelevalla tuotannolla. Tämä tuotetaan uusiutuvalla tai muuten päästöttömillä energialähteillä kuten tuuli-, aurinko- ja vesivoimalla. Pariisin ilmastopimuksen mukaan energiajärjestelmä tulee olla päästötön vuoteen 2050 mennessä, joka tarkoittaa sitä, että fossiilisista polttoaineista on luovutettava kokonaan muutaman vuosikymmenen aikana. Suurin osa näistä polttoaineista käytetään energiana liikenteessä sekä lämmön ja sähkön tuotannossa. Kehitys tuo tullessaan muutoksen, jossa edetään suurista tuotantoyksiköistä kohti hajautetumpaa ja kaksisuuntaista järjestelmää. Muutosta pyritään vauhdittamaan myös erilaisilla ohjauskeinoilla kuten päästökaupalla ja tukijärjestelmillä. [9]

Energiamurros kattaa koko Eurooppaa, sillä energian siirtoverkkoja ja markkinoita integroidaan ja harmonisoidaan koko EU:n tasolla. Esimerkiksi Fingrid ja Ruotsin kantaverkkoyhtiö ovat päättäneet toteuttaa uuden pohjoiseen sijoittuvan rajasiirtoyhteyden vuoteen 2025 mennessä, jolloin edullista sähköä pääsee virtaamaan Suomeen. Tämä parantaa muun muassa käyttövarmuutta ja

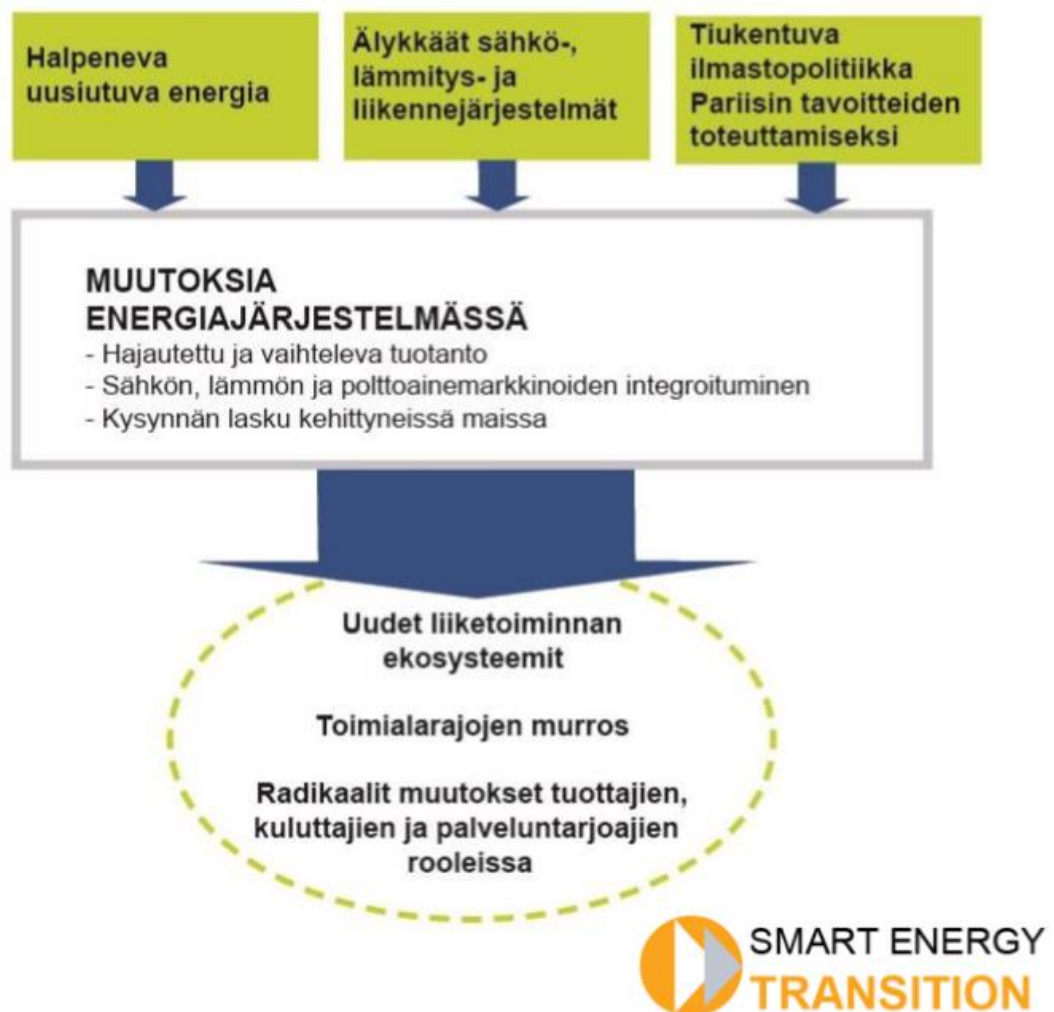
turvaa sähkön riittävyyteen talvipakkasilla. Yhteisten markkinoiden avulla saatutetaan järjestelmän mahdollisimman tehokas käyttö, joka tuo vakautta toimintaan. [10.]

Asiakkaan rooli tulee myös muuttumaan. Tämän hetkisestä passiivisesta kuluttaja-asiakkaasta muovautuu aktiivinen markkinatoimija, kun vaihtelevan tuotannon lisääntyessä myös kulutuksen pitää joustaa enemmän. Kehittyneen teknologian myötä myös asiakas pääsee toimimaan osana vallitsevaa markkinaa. Heidän rooli etenkin kysyntäjouston, pientuotannon sekä varastoinnin osalla tulee olemaan tärkeässä osassa. Menestyäkseen energiamurroksessa, vaatii se rohkeita toimijoita energiamarkkinoille. Heiltä odotetaan uudenlaista ajattelua, innovaatioita, rohkeita päätöksiä ja kokeiluhalukkuutta. Kuluttajien houkuttelevuus energiamarkkinoille nousee myös tärkeäksi asiaksi ja se, kuinka heitä tulisi aktivoida mukaan. Kuluttajien muuttuminen markkinatoimijoiksi vaatii kuitenkin helppokäyttöisiä ja ymmärrettäviä palveluita, joilla herättää kuluttajan kiinnostus palvelua kohtaan. Tämä luo vaatimukset itse sovelukselle, jonka avulla omaa kulutusta ja tuotantoa ohjataan. [11.]

Aggregaattoritoiminnalle nähdään tarvetta tulevaisuudessa kulutuksen tasauksessa. Mikäli siirrytään tehopohjaiseen hinnoitteluun, tarve kasvaa entistään. Tällöin myös kotitalousasiakkaiden kiinnostus kysyntäjoustopalvelua kohtaan kasvaa. Tulevaisuudessa myös ympäristötekijöiden merkitys kasvaa ja kuluttajat ovat entistä tietoisempia kulutuksen lisääntymisen vaikutuksesta ympäristötekijöihin. Näin ollen he ovat myös valmiimpia toimimaan sen eteen. Tulevaisuuden tietoyhteiskunta edellyttää jakeluverkolta suurempaa joustavuutta ja luotettavuutta. Sähkönkulutus kotitalouksissa tulee kasvamaan entistään, sillä sähkölaitteiden määrä lisääntyy. Näiden lisäksi sähköautojen yleistyminen luo omat haasteensa verkon kapasiteetin riittävyydelle. Hajautettu energiatuotanto vaatii nykyistä kehittyneempien säätö- ja tietoliikennelaitteiden käyttöönottoa. [12]

Tulevaisuus avaa mahdollisesti uusia markkinapaikkoja ja näin tuo tullessaan uusia mahdollisuuksia erilaiselle liiketoiminnalle. Näihin muutoksiin on kuitenkin kyettävä reagoimaan jo hyvissä ajoin, jolloin säästytään mahdolliselta tehopulalta. Ideaalisinta olisi pitää kuormat tasaisena, jolloin varavoimailaitoksia ei tarvitsisi kytkeä päälle. Se olisi taloudellisesti kannattavaa, mutta ennen

kaikkea ympäristöystävällistä. Kotitalouksien omatuotanto tulee tulevaisuudessa kasvamaan sekä sen varastointi. Näin ollen kotitaloudet pystyvät myös helpommin osallistumaan kysyntäjoustoon. Kokonaisvaltaisen kulutuksen optimointi asiakkaan puolesta tulee olemaan avainasemassa uuden tyyppiselle sähkösopimukselle. Datahub, energian keskuspankki ja energian internet tulevat olemaan tulevaisuuden kehityssuuntaa, jotka omilta osiltaan ovat muokkaamassa energiamarkkinoita.



Kuva 3. Energiamarkkinan muutos. (Honkapuro, S. 2017).

2.2 Smart Grid – Älysähköverkko

Älykkäässä sähköverkossa yhdistyvät sähkövoimatekniikka sekä automaatio-, tieto- ja viestintäteknologioiden ratkaisut. Älyverkko tarkkailee sähkön virtaamista ja optimoi sähkön kulutusta sekä tuotantoa jatkuvasti. Tämä mahdollis-

taa kustannustehokkaan siirtymisen kohti hajautetumpaa ja vähähiilistä sähköjärjestelmää. Älyverkko toimii myös alustana uusille, innovatiivisille sähkön liittyville palveluille. [2.]

Älyverkon avulla sähkökuluttajalla on enemmän vaikutusmahdollisuuksia ja hän voi osallistua nykyistä helpommin sähkömarkkinoille. Asiakkaalla on paremmat mahdollisuudet vaikuttaa sähkönkäytön kokonaiskustannuksiin sekä tehdä erilaisia arvovalintoja omassa energian käytössä. Kuluttaja voi tarjota esimerkiksi sähkölämmityksen, lämminvestivaraajan tai sähköauton latauksen ohjaamista sähkömarkkinoille. Tämä pitää tehdä ilman, että asumismukavuus kärsii. [2.]

Suomessa sähköverkkoon investoidaan 2020-luvun loppuun mennessä yli 8 miljardia euroa. Tämä tarkoittaa jakeluverkoston uudelleen rakentamista suurelta osin. Samalla verkon rakenne muuttuu, kun ilmajohdoista siirrytään maakaapelointiin. Kun sähköverkkoa täydennetään tietoliikenneverkolla sekä älykällä energiankäytön seurannalla, tuloksena on tulevaisuuden haasteisiin vastaava älykäs sähköjärjestelmä. Älykäs energiamittari sekä kaksisuuntainen tiedonsiirto asiakkaan ja verkon välillä ovat keskeisiä asioita sähköverkkoa uudistettaessa. [14]

3 KYSYNTÄJOUSTOPALVELUN TARPEEN KARTOITUS

Suoritimme haastattelut hankkeessa mukana oleville sähköyhtiöille sekä kantaverkkoyhtiölle. Haastattelut suoritettiin osaksi paikan päällä sekä Skype for Business-sovellusta käyttäen. Haastattelut toteutettiin heinä – elokuun 2018 aikana. Yhteensä yhtiöitä oli mukana 6 ja haastatteluihin osallistui niistä 11 henkilöä. Haastatteluiden pohjalta laadimme yhteenvedon saaduista tuloksista. Haastattelun esitys liitteenä (liite 1).

3.1 Haastattelun keskeisimmät kysymykset

Haastatteluiden tarkoituksena oli selvittää yhtiöiden intressi kuluttajille suunnattuun kysyntäjoustopalveluun sekä JouKo-laitteen sopivuus heidän tarpee-

seensa nähden. Haastattelut koostuivat projektin lyhyestä esittelystä, kysymyksistä yhtiöille sekä kesän aikana saavutetuista tuloksista. Vastausten avulla rakensimme lopullisen liiketoimintamallin, joka esitellään luvussa 4.

Haastattelu koostui seuraavista kysymyksistä:

- Millaisiin tarpeisiin sähköyhtiöt tarvitsevat kysyntäjoustopalvelua?
- Miten lyhyt säätöviiveen tulisi olla, jotta yhtiöt pystyttäisivät vastaamaan markkinoiden tarjouspyyntöihin?
- Miten näette hitaan, 32 min tai yli, kysyntäjoustopalvelun mahdollisuudet?
- Onko tulevaisuudessa mahdollista, että tulisi uusi kysyntäjoustopalveluun suunnattu tarjouspyyntötyyppi? Jos löytyy uusi tai olemassa oleva tarjouspyyntötyyppi, johon voi vastata JouKo-palvelulla, pitääkö silloin olla valmis myös myymään lisäkulutusta?
- Onko tällä hetkellä olemassa sähkömyyntiyhtiöillä oma markkinapaikka JouKo:n kaltaiselle laitteelle?
- Kuinka usein ja kuinka pitkiä katkot tulisi olla, jotta vastaisivat tarpeeseen? Kuinka suuri tehomäärä joustopalvelun piirissä tulisi olla?
- Kattaako tämän hetkiset laiteominaisuudet tulevaisuuden tarpeet?
- Kysyntäjoustopalvelussa (Lora verkko, suositus 5-30 min ja Gsm minimissään noin 5 sek)?
- Aggregaattorin asema lähitulevaisuudessa?
- Mihin suuntaan hinnoittelumallia tulisi kehittää?
- Asiakassegmentit: passiivinen, osittain aktiivinen vai aktiivinen asiakasmalli?
- Kotitalousasiakkaiden suhtautuminen kysyntäjoustopalveluun?
- Hyötyykö sähköyhtiö joustopalvelusta itsessään vai tuleeko heille maksaa kompensatiota katkoista, mikäli aggregaattori toimii kuluttajan ja sähköyhtiön välissä?
- Ovatko sähköyhtiöt valmiita maksamaan joustopalvelusta? Laittekustannukset? Palvelun ylläpitomaksut?
- Mahdollisia lisäominaisuuksia nykyiseen käyttöliittymään ja mobiilisovellukseen?
- Millaisia ominaisuuksia sähköyhtiön JouKo-palvelun käyttöliittymällä tulisi olla?
- Mitä dataa pitää kulkea JouKon ja sähköyhtiön verkkopalvelun välillä?

3.2 Yhteenveto haastatteluista

Yllä oleviin kysymyksiin perustuen, olemme laatineet seuraavan yhteenvetön vastauksista. Haastattelemamme yhtiöt kokevat tarvitsevansa kysyntäjoustopalvelua enemmän sähkömyyntiyhtiöiden tarpeeseen kuin verkkoyhtiöiden

tarpeeseen. Kysyntäjoustopalvelu vahvistaisi myyntiyhtiön kilpailukykyä markkinoilla, jolloin he voisivat tarjota kokonaisvaltaista kulutuksen optimointia kotitalousasiakkaalle.

3.2.1 Kysyntäjoustopalvelun tarpeen kartoitus

Myyntiyhtiöt kokivat kysyntäjoustopalvelun tarpeelliseksi muun muassa seuraaviin asioihin: **kulutuspiikkien tasaaminen**, taseen hallinta, suojaksi sähkökauppaan sekä pääsy Fingridin säätösähkömarkkinoille asiakkaiden kysyntäjoustopalvelu kuormien avulla. Verkkoyhtiöt olivat sitä mieltä, että sähköverkon kapasiteetti on mitoitettu riittävästi yläkanttiin. Kysyntäjoustopalvelulle ei ole tarvetta verkon kapasiteetin puolesta. Tulevaisuudessa olosuhteet tulevat muuttumaan, jolloin huipputeho kasvaa. Tämä voi aiheuttaa ongelmia mahdollisissa verkon pullonkauloissa. Verkkoyhtiö voisi ostaa kysyntäjoustopalvelua tarvittaessa esimerkiksi tehopolassa.

Tiedustelimme myös Jouko-laitteen nopeuden riittävyyttä. Jouko-laitteesta on erilaisia versioita, joilla päästään erilaisiin tiedonsiirtonopeuksiin. Hitaimmalla laitteella nopeus olisi luokkaa 32 min. Useiden yhtiöiden mielestä tämä nopeus on liian hidas, koska sillä ei voida osallistua kaikille Fingridin markkinoille. Säättöviiveen tulisi olla mahdollisimman lyhyt, jolloin päästäisiin reaaliaikaiseen säätöön. Hitain laite soveltuu tällä hetkellä pääasiassa vuorokausimarkkinoille (Spot-markkinat). Nopeammalla (2G-yhteydellä) sekä kehitteillä olevalla 4G-yhteydellä voitaisiin osallistua esimerkiksi säätösähkömarkkinoille (mFFR) tai häiriöreservimarkkinoille (FCR-N). Tulevaisuudessa vuorokausimarkkinoilla siirrytään tunnin kauppajasta 15 minuutin kauppajaksi, jolloin nopeaa säätöä tullaan tarvitsemaan enemmän. Myös muita uusia markkinapaikkoja pidetään mahdollisena kaikkien yhtiöiden mielestä. Sähköyhtiöillä ei ole omia markkinapaikkoja kysyntäjoustopalvelulle tällä hetkellä.

Katkon pituuteen tai niiden määrään, jolla joustopalveluun osallistutaan, eivät yhtiöt osanneet määrittää. Sopivana tehomääränä pidettiin Fingridin markkinoiden nykyisiä vaatimuksia. Osa yhtiöistä arveli, että nykyiset säätökoot tulevat mahdollisesti pienenemään ja katkojen pituudet monipuoleistumaan. Katkoja toteuttaessa on huomioitava niiden aloituksen ja lopetuksen porrastaminen, jottei verkkoon syntyisi hetkellisiä tehopiikkejä.

3.2.2 Aggregointi

Tiedustelimme yhtiöiltä aggregaattorin asemasta lähitulevaisuudessa. Heidän mukaan aggregoinnille nähdään tarvetta itsenäisen aggregaattorin sekä sähkömyyntiyhtiön toteuttamana. Aggregaattorit voisivat erikoistua tiettyyn toimialaan esimerkiksi kotitaloudet tai pienteollisuus. Itsenäinen aggregaattori nähdään myös mahdollisena ongelmana sähkömyyntiyhtiölle, mikäli aggregaattori ja myyntiyhtiö eivät tee yhteistyötä kysyntäjoustop toteuttamisessa. Itsenäisen aggregaattorin toiminta voi sotkea myyntiyhtiöiden liiketoimintaa lainsäädännön puutteellisuuden vuoksi. Ohjeistusta aggregointiin tulisikin tarkentaa, sekä rooleista ja oikeuksista eri toimijoiden välillä sopia.

Myyntiyhtiöt kokevat aggregointipalvelun tarjoamisen asiakkaille tärkeäksi heidän itsensä suorittamana, sillä se tukisi hyvin heidän muuta liiketoimintaa ja samalla he pystyisivät tarjoamaan kokonaisvaltaisempaa palvelua asiakkailleen. Suurten asiakasmäärien kerääminen etenkin pienten yhtiöiden keskuudessa saattaa koitua haasteelliseksi. Mahdollisuutena nähtiin, että pienet yhtiöt voisivat perustaa yhteisen aggregaattorin.

Tulevaisuuden hinnoittelusta yhtiöt olivat yhtä mieltä siitä, että tehoperusteinen hinnoittelumalli on tulevaisuutta ja osa yhtiöistä on siihen siirtynytkin. Tämä hinnoittelumalli kannustaisi asiakasta tarkkailemaan ja leikkaamaan huipputehoaan. Nykyinen 2-tariffihinnoittelu eli yö- ja päivä sähkö on yhtiöiden mielestä vanhentunut perinne, joka haittaa kysyntäjoustop toteuttamista. Siitä tulisi luopua, jolloin se tarjoaisi paremmat mahdollisuudet myös kysyntäjoustopille. Hinnoittelumallia ja siihen liittyvää kysyntäjoustopia tulisi viedä kohti kokonaisvaltaista palvelua (Energy As a Service), joka olisi asiakkaan kannalta helpoiten ymmärrettävissä. Tämä vaatii eri järjestelmien rajapintojen tuomista yhteen paikkaan, jotta muun muassa laskutus saadaan yksinkertaisemmaksi. Suunnitteilla oleva Datahub helpottaa tämän toteutumista tulevaisuudessa.

Yhtiöt näkivät, että kuukausiperusteinen pakettihinnoittelu ja kiinteä alennus kysyntäjoustopiin osallistumisesta houkuttelisi asiakkaita helpoiten palvelun piiriin. Passiivinen ja osittain aktiivinen asiakasmalli saivat yhtiöiltä eniten kannatusta. (Asiakasmallit kuvataan tarkemmin luvussa 4.5). Yhtiöt olivat samaa

mieltä siitä, että asiakkaat eivät ole valmiita maksamaan laitetta, mikäli se perustuu pelkkään kuormanohjaukseen. Mikäli asiakas maksaisi laitteen tulisi heidän saada lisäarvoa palvelusta tai kunnollinen korvaus joustoon osallistumisesta. Mikäli sähköyhtiö tai itsenäinen aggregaattori maksaa laitteen asiakkaalle, tulisi sen olla valmistuskustannuksiltaan, asennukseltaan ja ylläpidoltaan edullinen. Isommat yhtiöt olivat valmiimpia maksamaan laitekustannukset kuin pienet. Yhteisasennusta asiakkaan oman tuotannon kanssa pidettiin mahdollisena vaihtoehtona.

Monet yhtiöt kokevat itsenäisen aggregaattorin tulemisen haastavaksi sähkömyyntiyhtiön näkökulmasta. Aggregaattorin tulisikin tehdä yhteistyötä myyntiyhtiön kanssa joustoa toteuttaessa tai maksaa yhtiölle kompensatiota mahdollisista joustoista aiheutuneista profiilikustannusten kasvusta. Roolit näiden toimijoiden välillä tulisi selkeästi määritellä, jotta molempien liiketoimintamahdollisuus säilyy kannattavana.

Haastattelun lopussa esittelimme suunnittelemamme liiketoimintamallit ansaintamahdollisuuksineen sekä asiakassegmentit. Yhtiöt näkivät toiminnan edelleen mahdollisena, vaikka kannattaviin tuottoihin tämän hetkisillä markkinoilla ei päästäkään. Kotitalouksille suunnattu kysyntäjoustopalvelu sai kannatusta vähäisistä tuotto-odotuksista huolimatta.

3.2.3 Palvelussa kehitettävät asiat

Nykyisten käyttöliittymän ja mobiilisovelluksen ominaisuuksien lisäksi yhtiöt pitivät huonelämpötilanmittausta, laskutustietojen saatavuutta, asunnon kokonaiskulutus tietoa reaaliajassa, kysyntäjoustoos osallistumisesta saadun säästön määrää sekä kotona/pois-kytkin mahdollisuutta tärkeinä kehitettävinä ominaisuuksina. Tietojärjestelmien rajapintojen luominen JouKo-palvelun ja yhtiöiden välillä sai ristiriitaisia vastauksia, sillä osa yhtiöistä piti sitä hankalana ja kalliina toteuttaa. Osa puolestaan ei kokenut sen olevan ongelma.

Haastatteluissa esitettiin ajatusta sähköautonlatauksen ohjauksesta. Osa yhtiöistä piti tätä kehittämisen arvoisena ideana ja osa koki sen vielä liian kaukaiseksi tarpeeksi. Taloyhtiöiden sähköjärjestelmien kapasiteetti tiedostettiin

tulevaisuuden ongelmaksi, kun sähköautojen lataaminen lisääntyy. Ongelmaksi kuitenkin koettiin sähköautojen vähäinen määrä sekä epävarmuus määrän kasvamisesta. Myöskin ohjauksen toteutuksen hankaluus koettiin ongelmaksi.

Kaiken kaikkiaan yhtiöt olivat samaa mieltä kysyntäjouston mahdollisuuksista sekä heikkouksista. Palvelun tarve tulevaisuudessa kasvaa ja kotitalousasiakkaat nähdään potentiaalisena joustoryhmänä. Haasteelliseksi kuitenkin koetaan heidän saaminen kysyntäjouston piiriin. Yhtiöiden vastaukset helpottivat liiketoimintamallien suunnittelussa suuresti.

4 KYSYNTÄJOUSTON LIIKETOIMINTAMALLIT

Tässä luvussa esittelemme suunnittelemamme liiketoimintamallit kysyntäjoustopalvelulle, jotka perustuvat suorittamiimme haastatteluihin sekä muuhun tutkimamme aineistoon. Kerromme tarkemmin myös tämän hetkisestä markkinatilanteesta sekä Jouko-laitteen mahdollisuuksista markkinoilla.

4.1 Markkinatilanne

Tällä hetkellä kysyntäjousto on pystytään osallistumaan vain Fingridin markkinoilla, joten kannattavuuslaskelmamme perustuvat näihin markkinoihin. Koska osalla markkinapaikalla säätöaika on hyvinkin pieni, olemme käsitelleet vain niitä markkinoita, joille Jouko-laitteella on mahdollisuus osallistua. Osalla markkinoista pitää pystyä myymään myös lisäkulutusta, mutta lisäkulutuslaskelmia emme ole tässä esittäneet. Sen toteutus kotitalouksissa on haastavaa ilman erillistä akkua. Näin ollen laskelmat perustuvat vain ylössäätötarjouksiin Fingridille.

Osallistuminen kysyntäjousto tarkoittaa sitä, että sähkönkäyttöä siirretään korkean kulutuksen ja hinnan tunneilta edullisempaan ajankohtaan. Tämä voi olla myös käytön hetkellistä muuttamista tehotasapainon hallinnan tarpeisiin. Tällä hetkellä tehotasapainon ylläpidossa ovat toimineet suurteollisuuden kuormat, mutta tulevaisuudessa entistä enemmän tarvetta tulee myös pienempien toimijoiden osallistumiselle. Fingridin markkinoille osallistuessa on otet-

tava huomioon minimitarjouskoot, ennen kuin markkinoille pystytään osallistumaan. Olemme laskeneet JouKo-palvelun ansaintamallit seuraaville Fingridin markkinoille: Säättö sähkömarkkinat (mFFR), taajuusohjattu käyttöreservi (FCR-N), vuorokausimarkkinat (Elsport) sekä päivän sisäiset markkinat (Elbas). [1] Nämä markkinapaikat vaativat useamman tuhannen asiakkaan ryhmän kotitalouksista. Jotta markkinoille voidaan osallistua, tulee Fingridin vaatimusten täyttyminen osoittaa säätökokeilla. Tarkemmat tekniset vaatimukset löytyvät Fingridin sivuilta sekä kunkin markkinapaikan omasta sovellusohjeesta. Sieltä löytyvät myös raportointiin ja seurantaan liittyvät vaatimukset. Ansaintalaskelmat on esitelty kohdassa 4.4.

4.1.1 Taajuusohjattu käyttöreservi (FCR-N)

Taajuusohjattua käyttöreserviä käytetään jatkuvaan taajuuden hallintaan ja se aktivoituu automaattisesti taajuudenmuutoksista. Taajuusohjatun käyttöreservin tehtävänä on pitää taajuus normaalitaajuusalueella eli 49,9 – 50,1 Hz välillä. Säädön vähimmäiskoko markkinapaikalla on 0,1 MW ja sen aktivoituminen tulisi tapahtua 3 minuutissa. [5.] Tällä markkinapaikalla toteutetaan symmetristä säätöä eli osallistuessaan markkinoille, tulee toimijan pystyä sekä tehonlisäykseen että –pudotukseen. [6.]

Taajuusohjattujen reservien markkinapaikat perustuvat vuosi- sekä tuntimarkkinoihin. Vuosimarkkinoilla tarjouskilpailu järjestetään aina syksyisin seuraavalle vuodelle, jossa määritellään toimijakohtainen vuosisopimusmäärä sekä vuosimarkkinahinta. Vuosimarkkinahinta määräytyy kalleimman hyväksytyn tarjouksen mukaisesti ja on kaikille toimijoille sama. Kesken kalenterivuotta ei pystytä osallistumaan markkinoille. Reservinmyyjä tulee jättää sitovat tuntikohtaiset reservisuunnitelmat (MW) ylläpitämästään reservistä edellispäivänä klo 18:00 mennessä ja Fingrid puolestaan ostaa reservisuunnitelman mukaisesti täysimääräisenä kiinteällä hinnalla. [6.]

Tuntimarkkinoille pystytään osallistumaan mihin aikaa vuotta tahansa. Myydessään tuntimarkkinoilla, reservinmyyjä jättää tuntikohtaiset reservitarjoukset edellisenä päivänä klo 18:30 mennessä. Fingrid puolestaan ostaa vain tarvitsemansa määrän kullekin tunnille. Huomioitava on, että välttämättä kaikkina tunteina ostoa ei tapahdu ja kullekin tunnille tulee oma hintansa. Tuntihinnat

määräytyvät kalleimman käytetyn tarjouksen mukaisesti. Tärkeää on myös tiedostaa, että vuosisopimuksen omaava reservimyyjä voi osallistua tuntimarkkinoille vain, jos kyseisellä tunnilla vuosisopimusmäärä on täytynyt täysimääräisesti. [6.]

4.1.2 Säätosähkömarkkinat (mFFR) ja nopea häiriöreservi

Säätosähkömarkkinoille tuotannon ja kuorman haltijat voivat antaa säätotarjouksia säätökykyisestä kapasiteetistaan. Säätosähkömarkkinoille osallistuminen edellyttää säätosähkömarkkinasopimuksen tekemistä Fingridin kanssa. Kantaverkkoyhtiö aktivoi tarvittaessa tarjouksia säätosähkömarkkinoilta teho- tasapainon hallitsemiseksi normaalitilanteessa ja häiriötilanteissa. [13.]

Säätosähkömarkkinoille osallistuminen edellyttää Fingridin säätökokeiden läpisyä. Säätosähkömarkkinoilla 5MW:n tehonmuutos pitää kyetä tekemään 15 minuutin kuluessa aktivointipyyntöä. Tarjoukset tulee jättää erikseen ylös- ja alassäädöistä. Tarjoukset jätetään Fingridille viimeistään 45 minuuttia ennen käyttötuntia säätösähkötarjousohjeen mukaisesti. Korvaus säädöstä lasketaan tilatun energian ja kalleimman tunnin aikana käytetyn tarjouksen mukaan. [13.]

Säätötarjouksen tulee sisältää seuraavat tiedot säädettävästä kapasiteetista:

- Teho (MW)
- Hinta (€/MW)
- Tuotanto/kulutus
- Siirtoalue, jossa tarjottu resurssi sijaitsee
- Säätoresurssin nimi, esimerkiksi voimalaitos, tuotantolaji tai muu vastaava

Säätökapasiteettimarkkinoilla Fingrid varmistaa, että heillä on riittävästi käytettävissä ylössäätötarjouksia säätosähkömarkkinoille seuraavana päivänä. Säätökapasiteettimarkkinoita käytetään varavoimalaitosten huoltojen ja muun epäkäytettävyyden aikaiseen nopean häiriöreservin hankintaan. Säätökapasiteetti kilpailutetaan viikoksi kerrallaan. Valituksi tullut reservimyyjä sitoutuu jättämään ylös säätötarjouksia edellispäivänä klo 13.00 mennessä. Säätökapasiteettitarjoukset käytetään säätosähkömarkkinoilla markkinaehtoisten säätötarjousten jälkeen. Säätosähkömarkkinoista poiketen reservimyyjä saa kor-

vausta ylössäätötarjouksen jättämisestä. Tarjouksen mahdollisesta aktivoitumisesta saatavat korvaukset sekä sen pysyvyys vaikuttavat myyjän saamaan korvaukseen. [13.]

4.1.3 Päivän sisäinen markkina (Elbas) ja vuorokausimarkkina (Elspot)

Päivän sisäisen markkinan ja vuorokausimarkkinan hinnat määräytyvät Pohjoismaiden sähköpörssin (Nord Pool) mukaisesti. Vuorokausimarkkinoilla käydään kauppaa seuraavan vuorokauden jokaiselle tunnille tarvittavasta sähkön tuotannosta tyydyttämään kysynnän tarpeet. Näiden markkinoiden sulkeuduttua, siirrytään kauppaa käymään jokaiselle tunnille erikseen päivän sisäisille markkinoille. Tämän markkinapaikan kaupoilla pystytään täsmäyttämään kysyntä ja tarjonta, mikäli niissä tapahtuu muutosta päivän kuluessa. Näille sähkön tukkumarkkinoille pystyvät osallistumaan sähkön tuottajat sekä sähkön suuret kuluttaja- ja välittäjäyhtiöt. [7.]

Vuorokausimarkkinoille tarjous tulee jättää edellisenä päivänä klo 13 mennessä ja päivän sisäiselle markkinalle 30 minuuttia ennen käyttötuntia. Aktivointisaika vuorokausimarkkinoilla on 12 tuntia, kun taas päivän sisäisellä markkinalla 1 tunti. [7.]

4.2 JouKo-laitteen SWOT analyysi

SWOT-analyysissä olemme käyneet läpi JouKo-laitteen ja palvelun vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Olemme verranneet laitetta alalla toimiviin kilpaileviin laitteisiin. Koska laite on valmistettu sähköyhtiöiden tarpeita ajatellen, ovat laitteen lisäominaisuudet olemattomat. Mahdollisuus on kuitenkin räätälöidä tuotetta suhteellisenkin edullisilla lisäkomponenteilla tuoden asiakkaalle lisämukavuutta.

Laitteen vahvuuksina voidaankin pitää tuotteen edullisuutta muihin kilpaileviin tuotteisiin nähden. Se on myös yksinkertainen käyttää, joten tuotteen sekä palvelun käyttöönotto ei vaadi kotitalousasiakkailtaakaan paljoa. Vaikka laite on halpa, on se tietoturvaltaan erittäin hyvä. Se ei käytä kodin verkkoa tiedonsiirtoon, jolloin tietomurron riski on pienen pieni. Halpa hinta tuo kuitenkin heikkouksia, joita ovat muun muassa hitaus, yksinkertaisuus ja ominaisuuksien

vähyys. Kotitalousasiakkaan saama arvo ja hyöty ovat suhteessa vähäistä verrattuna kilpaileviin laitteisiin ja siihen, mitä hän joutuu mahdollisesti maksamaan laitteesta ja miten hän joutuu rajoittamaan itse sähkönkäyttöä.

Jouko-laite avaa mahdollisuuksia sähkömyyntiyhtiöille ja itsenäisille aggregaattoreille osallistua kysyntäjoustopalveluun hyödyntäen kotitalousasiakkaiden sähkönkulutusta. Tämä täydentäisi etenkin sähkömyyntiyhtiöiden jo olemassa olevaa liiketoimintaa. Tällä tavoin he pystyisivät myös sitouttamaan kotitalousasiakkaat paremmin asiakkaakseen. Kilpailu sähkömarkkinoilla on kovaa ja olemassa olevia asiakassuhteita tulisi pystyä säilyttämään. JouKo-laitteen avulla ja uudella kysyntäjoustopalvelulla he pystyisivät osallistumaan jo olemassa oleville Fingridin markkinoille. Tulevaisuus tuo tullessa varmasti myös uusia markkinapaikkoja.

Suurimpana uhkana laitteen ja palvelun menestykselle nähdään sen hitaus. Tällaisenaan se ei tule palvelemaan tulevaisuuden tarpeita, sillä tulevaisuudessa mennään yhä lyhyempiin aktivointiaikoihin. Nopean säädön tarve kasvaa. Kotitalouksia ajatellen myös laitteen ominaisuuksien vähyys saattaa kokea haasteelliseksi houkuttamaan palvelun piiriin. Kokonaisvaltaisen palvelukonseptin rakentaminen (EaaS) kotitalousasiakkaille motivoisi paremmin sitoutumaan siihen.

Seuraavassa kuvassa (kuva 4.) on esiteltyinä JouKo – laitteen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat.

VAHVUUDET <ul style="list-style-type: none"> - Tietoturva - Tehon mittausta - Hintaa - Ei vaadi erillistä verkkoyhteyttä - Yksinkertainen (helppo käyttää) - Räätylöity sähköyhtiöiden tarpeisiin 	HEIKKOUEDET <ul style="list-style-type: none"> - Hidas - Yksinkertainen (suppea) - Kuluttajalle tuottama hyöty / arvo vähäinen - Kuluttaja ei ole valmis maksamaan laitetta (välttämättä) → hyötysuhde vähäinen - Ominaisuuksien vähyys - Kokonaisvaltainen kulutuksen seuranta puuttuu → läpinäkyvyys asiakkaalle
MAHDOLLISUUDET <ul style="list-style-type: none"> - Sähköverkkoyhtiöt potentiaalisia - Sähköautojen lataus → esim. taloyhtiöt - Markkinapaikat: FCR-N, Elbas, Elspot, mFFR - Yösähkön korvaaminen kulutusjoustosopimuksella - EaaS palvelukonseptin rakentaminen - Tehoperusteinen hinnoittelumalli - Muokattavissa (hinta?) - Liitettävissä muuhun automaatioon tai energianhallintajärjestelmään - Etäohjattava ohjausrele sähkömittareihin - Kyberturvallisuus - Sähköyhtiön / aggregaattorin tuote 	UHAT <ul style="list-style-type: none"> - Palveleeko tulevaisuuden tarpeita? - Ei pysty toimimaan kaikilla markkinapaikoilla → vrt Fingridin tarpeet - Hidas → ei kykenevä nopeisiin tarjouspyyntöihin - Muut kilpailevat laitteet -

Kuva 4. JouKo-laitteen SWOT-analyysi.

4.3 Teknillinen toteuttaminen kodeissa

JouKo-laite on suunniteltu katkaisemaan ja uudelleen kytkemään 16 ampeerin virran kolmelta vaiheelta. Kotitalouksissa tyypillisiä kolmivaiheisia laitteita ovat kiuas, liesi/uuni sekä kolmivaiheinen lämminvesivaraaja. Kiuas ja liesi ovat molemmat suuritehoisia laitteita ja tehon puolesta ne sopisivatkin hyvin kysyntäjoustoön. Ongelmaksi kuitenkin muodostuu näiden laitteiden käyttötarve, -ajankohta sekä -määrä. Esimerkiksi liesi on päällä vain silloin kun sillä laiteetaan ruokaa, ja kuluttaja ei ole valmis keskeyttämään ruuanlaittoa kysyntäjouston vuoksi. Kiukaassa vastaan tulee saman tyyppinen ongelma. Kuluttaja ei kovin herkästi ole valmis siirtämään saunomisen ajankohtaa. Molemmissa tapauksissa ongelmaksi muodostuu laitteiden vähäinen käyttö, kumpakaan laitetta ei välttämättä käytetä päivittäin ja käyttöajat ovat melko lyhyitä. Nämä kuormat eivät siis sovellu kysyntäjouston piiriin.

Lämminvesivaraaja sekä sähköinen lämmitys ovat järkevimpiä jouston piiriin kytkettäviä kuormia kotitalouksissa. Laskimme, että asunnon lämmitys jakautuisi eri vuoden ajoille seuraavasti: kylmät kuukaudet joului-helmikuu 2kW,

syys-marraskuu + maaliskuu-toukokuu 1kW eli 50 prosenttia kylmienkuukausien tehosta ja kesä-elokuu 0kW. Tämän lisäksi mukaan voidaan kytkeä lämminvesivaraaja, joka kasvattaa kokonaiskuormaa hieman. Asunnon koko lämmityksen sekä lämminvesivaraajan liittäminen JouKo-laitteeseen vaatii useamman kuin kolme releitä. Tämä tarkoittaa, että tarvitaan kahden JouKo-laitteen eli niin kutsutun TuplaJoukon asennus.

JouKo-laitteen releitä ohjataan JouKo-palvelimen kautta etänä. Suunnitellusta katkosta tulee ilmoitus asiakkaalle ja hänellä on mahdollisuus kieltäytyä katkosta sopimuksesta riippuen. Mikäli sopimuksessa ei ole mahdollisuutta katkon kieltoon, voidaan kyseistä kuormaa ohjata mahdollisesti nopeammin. Nopeampi ohjaus mahdollistaa osallistumisen useammalle Fingridin markkinapaikalle, jolloin mahdollisuus suurempaan ansaintaan kasvaa.

4.4 Ansaintamallit

Ansaintamalleissa olemme keskittyneet Fingridin tällä hetkellä olemassa oleviin markkinoihin. Laskelmat perustuvat Fingridin sivuilta löytyvään ansaintamalliin, jotka ovat laskettu pääasiassa vuoden 2017 keskiarvomarkkinahinnan mukaisesti. Laskelmilla olemme pyrkineet osoittamaan ylössäädöstä saatavissa olevat tuotot. Laitekustannukset asennuksineen on laskettu joustoon tarvittavan kotitalousasiakasmäärän mukaisesti. Mitä lyhyempi aktivointiaika markkinoilla, sen parempiin tuottoihin pystytään pääsemään.

Laskelmissa olemme tehneet seuraavia oletuksia:

- JouKo – laite on kytketty kodin sähkökäyttöiseen lämmitykseen sekä lämminvesivaraajaan. Lämminvesivaraajan tehoa emme ole huomioineet laskelmissa.
- JouKo-laitteena toimii haja-asutukseen suunniteltu Tupla-JouKo, joka mahdollistaa sen, että kaikki kodin edellä mainitut laitteet saadaan kytkettyä siihen. Kysyntäjoustossa ohjataan siis näitä laitteita. Kyseinen laite käyttää 2G verkkoyhteyttä, hitaamman ja halvemman Lora-verkon sijaan.
- Asunnon lämmityksen kulutus jakautuu vuoden aikana seuraavasti:
Joulu – helmikuu → 2 kW
Maalis – toukokuu + syys – marraskuu → 50%:a (2 kW:sta) eli 1 kW
Kesä – elokuu → 0 % eli 0kW
Keskiarvo ajalle syyskuu – toukokuu on 1,33 kW ja päiviä 273
- Markkinoille osallistutaan markkinapaikan minimitarjoukseen mukaisella määrällä

Seuraavaksi on esiteltyinä, millaisia ansaintamahdollisuuksia Fingridin eri markkinapaikoilla on mahdollista saavuttaa.

- **FCR-N (3min) korvaus reservin ylläpidosta vuosimarkkinoilla**, kun saatava korvaus on 14 e / MWh (v. 2018 markkinahinta) ja oletetaan, että markkinoille osallistutaan 80 %:n tuntimäärällä jokaisena mahdollisena vuorokautena 24 h ajan eli
 - $273 \text{ vrk} \times 24 \text{ h} \times 0,8 = 5241 \text{ h}$
 - $0,1 \text{ MW} \times 14 \text{ e / MWh} \times 5241 \text{ h} = \mathbf{7337 \text{ e / vuosi}}$
 - 1MW osallistuessa tuotto olisi jopa $1 \times 14 \text{ e} \times 5241 \text{ h} = \mathbf{73\,374 \text{ e / vuosi}}$
- **FCR-N (3min) korvaus taajuusohjattua käyttöreserviä tuntimarkkinoilla**, kun oletetaan, että markkinoille osallistutaan 57 %:n tuntimäärällä edellisestä tuntimäärästä eli
 - $5241 \text{ h} \times 0,57 = 2987 \text{ h}$
 - $0,1 \text{ MW} \times 27,40 \text{ e / MWh} \times 2987 \text{ h} = \mathbf{8184 \text{ e / vuosi}}$
 - 1 MW osallistuessa tuotto olisi jopa $1 \text{ MW} \times 27,40 \text{ e / MWh} \times 2987 \text{ h} = \mathbf{81\,843 \text{ e / vuosi}}$
 - Korvaushintana ollaan käytetty vuoden 2017 tuntimarkkinatoteumahintaa
 - Aktivoituneen energian korvausta emme ole laskelmissa huomioineet
 - Osallistuessaan näille markkinoille, tulisi asiakkaita olla mukana vähintään 2400, jotta tarvittava 0,1 MWh teho saavutetaan vuorokauden jokaisena tuntina. $0,1 \text{ MWh} \times 24 \text{ h} = 2,4 \text{ MWh} = 2400 \text{ kW} \Rightarrow 2400 \text{ asiakasta [4.]}$
- **mFFR (15 min) säätösähkömarkkinat vuoden keskiarvo tuotto**
 - Minimi tarjouskoko tälle markkinapaikalle on 5 MW, jolloin 1,33 kW keskiarvokulutuksella tarvitsee asiakkaita olla mukana vähintään 3760 asiakasta. Ottaen huomioon se, että maaliskuu – toukokuussa ja syys – marraskuussa saatavilla oleva teho on vain 1kWh / asiakas, tulisi näin ollen mukana olla vähintään 5000 asiakasta.
 - Markkinoille osallistutaan kaikkina mahdollisina vuorokausina yhden tunnin ajan eli $273 \text{ vrk} \times 1 \text{ h} = 273 \text{ h}$. Laskelmassa olemme käyttäneet vuoden 2017 keskiarvo markkinahintaa, jota voitto-osuutta laskiessamme olemme verrannut saman vuoden vuorokausimarkkinan keskihintaan €/MWh eli $37,27 \text{ €/MWh} - 33,19 \text{ €/MWh} = 4 \text{ €/MWh [3.]}$
 - $1,33 \text{ kWh} \times 5000 \text{ asiakasta} = 6650 \text{ kWh}$ eli 6,65 MWh
 - $6,65 \text{ MWh} \times 273 \text{ (h)} = 1815,45 \text{ MWh}$
 - $1815,45 \text{ MWh} \times 37,27 \text{ €/MWh} = \mathbf{67\,661 \text{ € / vuosi}}$ (1h säätö / pv)
 - Sähkön osto huomioiden, voittoa jää: $1815,45 \text{ MWh} \times 4 \text{ e / MWh} = \mathbf{7261 \text{ e/v [1.]}}$
- **mFFR (15 min) säätösähkömarkkinat osallistuminen tietyille tunneille** (ylössäätö), kun tuntihinta ylittää 100 € / MWh
 - 5 MW ylössäätötarjous 100 €/MWh hintaan säätösähkömarkkinoille, oletuksena vuoden 2017 toteumat ja tarjouksen hyväksyntä kaikkina tunteina, kun ylössäätöjä on tehty ja säätöhinta on ylittänyt 100 €/MWh (137 kertaa eli 2 % tunneista). Korvaus

määräytyy kalleimman hyväksytyn tarjouksen mukaisesti, tälle ajalle yli 100 €/MWh ylössäätöjen keskihinta on ollut 176 €/MWh.

- $273 \text{ vrk} \times 24 \text{ h} = 6552 \text{ h}$
- $6552 \text{ h} \times 0,02 = 131 \text{ h}$
- $5 \text{ MW} \times 176 \text{ €/MWh} \times 131 \text{ h} = \mathbf{115\,280 \text{ € / vuosi}}$
- Kun huomioidaan sähkön osto, voitto-osuudeksi jää:
Laskelma on tehty käyttäen vuoden 2018 päivän sisäisen markkinan kesä - heinäkuun keskiarvohintojen keskiarvoa eli $48,50 \text{ €/MWh} \times 5 \text{ MWh} \times 131 \text{ h} = \mathbf{31\,767 \text{ € / vuosi}}$, jolloin voitto-osuus on $115\,280 \text{ €} - 31\,767 \text{ €} = \mathbf{83\,513 \text{ € / vuosi}}$
- Laskelmassa emme ole huomioineet sitä, että hinta saattaa olla korkea (yli 100 € / MWh) monta tuntia peräkkäin. Tällöin ei välttämättä voida kaikilla tunneilla osallistua.
- Laskelmissa olemme myös olettaneet, että kalliit tunnit jakautuvat tasaisesti koko vuoden ajalle.
- Laskelmat perustuvat Fingridin sivuilta löytyvään ansaintamalliin [4.]
- **Päivän sisäisen markkinan (Elbas 1h)** minimitarjouskoko on 0,1 MW. Olemme laskeneet tuoton käyttäen samaa asiakaspotentiaalia kuin yllä mainituilla markkinoilla eli 5000 asiakasta 1,33 kW teholla. Säättöä tehdään jokaisena mahdollisena vuorokautena (273 vrk) yhden tunnin ajan.
 - $6,65 \text{ MWh} \times 273 \text{ h} = 1815,45 \text{ MWh}$
 - $1815,45 \text{ MWh} \times 48,50 \text{ € / MWh} = \mathbf{88\,049 \text{ € / vuosi}}$
 - Laskelma on tehty käyttäen vuoden 2018 päivän sisäisen markkinan kesä – heinäkuun keskiarvohintojen keskiarvoa.
 - Laskelmassa emme ole huomioineet seuraavien tuntien kulutuspiikkiä. [1.]
- **Vuorokausimarkkina (Elspot 12h)** minimitarjouskoko on 0,1 MW, joten laskelmassa käytetään samaa olettamusta kuin päivän sisäisessä markkinassa. Tuoton laskennassa tuntikorvaushintana toimii vuoden 2017 keskiarvo markkinahinta eli 33,19 €/MWh.
 - $6,65 \text{ MWh} \times 273 \text{ h} = 1815,45 \text{ MWh}$
 - $1815,45 \text{ MWh} \times 33,19 \text{ € / MWh} = \mathbf{60\,254 \text{ € / vuosi}}$
 - Laskelmassa emme ole huomioineet seuraavien tuntien kulutuspiikkiä [1.]
- Laitteen valmistushinta asennuksineen 5000 asiakkaalle, kun kyseessä on TuplaJouKon haja-asutusversio.
 - Laite 5000 asiakasta $\times 150 \text{ € / laite} = 750\,000 \text{ €}$ ja asennus 5000 asiakasta $\times 100 \text{ € / laiteasennus} = 500\,000 \text{ €}$, joka on yhteensä **1 250 000 €**
 - Asiakaskuntaa hankkiessa tulisi huomioida se, että kaikki asiakkaat eivät välttämättä osallistu / pysty osallistumaan joustoon (n. 25%). Näin ollen todelliset laitekustannukset tulevat olemaan kalliimmat.
 - Jos asiakastarve jouston piiriin on 5000 asiakasta, todellisuudessa asiakkaita tulisi olla tällöin 25%:a enemmän eli $5000 / 0,75 = \mathbf{6667 \text{ asiakasta}}$, jotta haluttu jousto saavutetaan
Asennus + TuplaJouko 6667 asiakkaalle
 $666\,700 \text{ €} + 1\,000\,050 \text{ €} = \mathbf{1\,666\,750 \text{ €}}$

4.5 Asiakassegmentit

Suunnittelimme JouKo-palvelulle seuraavat asiakassegmentit: Passiivinen-, osittain aktiivinen ja aktiivinen asiakas. Passiiviselle asiakkaalle sähkömyyntiyhtiö tai aggregaattori maksaa laitteen asennuksen hänen kotiin. Asiakas lupautuu sähköyhtiön katkoihin, eikä hän voi halutessaan kieltäytyä niistä. Hän ei voi myöskään itse suorittaa katkoja. Hinnoittelumallina tässä asiakasmallissa toimii kiinteähintainen kuukausimaksu ja kiinteä alennus kysyntäjoustoon osallistumisesta. Tämä tekee laskutuksesta asiakkaalle helposti ymmärrettävän sekä sähkömyyntiyhtiölle helposti toteutettavan.

Osittain aktiivisessa asiakasmallissa sähkömyyntiyhtiö tai aggregaattori maksaa laitteen asennuksen. Asiakas lupautuu sähköyhtiön katkoihin, mutta hän voi halutessaan myös kieltäytyä niistä. Tässäkin sopimusmallissa asiakas ei voi itse suorittaa katkoja. Hinnoittelumallina tässä asiakastyypissä toimii kiinteähintainen kuukausimaksu ja kiinteä alennus kysyntäjoustoon osallistumisesta. Mikäli asiakas kuitenkin kieltäytyy asetetuista katkoista, ei alennusta tule ja hän saa sanktiona jopa lisämaksua.

Aktiivisessa asiakasmallissa asiakas maksaa itse laitteen asennuksen kotiinsa. Asiakas lupautuu sähköyhtiön katkoihin, mutta hän voi halutessaan myös kieltäytyä niistä. Tässä sopimusmallissa asiakas voi suorittaa myös itse katkoja. Asiakas saa alennusta sähkölaskusta kiinteän alennuksen verran. Tähän sopimusmalliin suositellaan pörssisähköön perustuvaa tuntihinnoittelua, sillä se kannustaa seuraamaan pörssihintaa ja katkomaan kalleimmat tunnit pois. On kuitenkin huomioitavaa, että peräkkäisissä katkoissa sähköyhtiön tai aggregaattorin asettamat katkot menevät etusijalle. Asiakkaan itseasettama katko ei saa estää näiden yhtiöiden katkoja. Mikäli asiakas kieltäytyy kaikista asetetuista katkoista, ei alennusta tule ja hän voi jopa saada lisämaksua.

4.6 Sähköauton latauksen ohjaus

Kesän aikana havaitsimme, että Fingridin markkinoilta saatava tuotto lämmityksen ja lämminvesivaraajan kysyntäjoustosta ei ole kovin merkittävä investointeihin nähden. Pohdinnoissa ja haastatteluissa kävi ilmi, että mikäli sähköautot lisääntyvät, kotitalouksien ja taloyhtiöiden sähköliittymien kapasiteetin

raja alkaa tulla vastaan. Aloimme tutkimaan voisiko JouKo-laitetta hyödyntää sähköauton latauksen ohjauksessa. Seuraavissa kappaleissa ovat esimerkit sähköauton latauksen ohjauksesta omakotitalossa ja taloyhtiöissä.

JouKo-laitteita asennetaan 1-2 kpl taloon, riippuen käyttääkö latauslaite 1-vaihe vai 3-vaihe sähköä. Laitteeseen kytketään sähköauton latauslaitteen lisäksi lämmitys. Applikaation avulla määritetään, milloin sähköauton akun halutaan olevan täysi, esimerkiksi klo 07:00. JouKo-laite vuorottelee sähköauton ja lämmityksen välillä, jotta huipputeho tai yhden vaiheen kuormitus ei nouse liian korkeaksi. Sähkömittariin kytkettävä kulutuksen mittauslaite helpottaisi kodin kokonaiskulutuksen ohjausta. Vastaavasti tiedot voitaisiin saada Datahubin kautta. Tämän avulla voidaan asentaa latureita tai tehokkaampia latureita asuntoihin, joiden kapasiteetti ei meinaa riittää. Tämä suosisi myös teho-
perusteiseen mittaukseen siirryttäessä, koska talon huipputehoa rajoitettaisiin. Vaihtoehtoisesti laitteeseen voitaisiin kytkeä liesi/uuni/kiuas ja sähköauto. Kun joku kyseisistä laitteista menee päälle, sähköauton laturi menee pois päältä. Ja näin hetkellinen huipputeho ei pääse nousemaan liian korkeaksi.

Taloyhtiöissä ohjaus voisi tapahtua seuraavasti. JouKo-laitteita asennetaan tarpeen mukainen määrä. Asukas määrittää applikaation avulla, mihin aikaan sähköauton akun tulee olla täynnä. Palvelin ohjaa ja vuorottelee latauksia eri latauspaikkojen välillä. Palvelimen sekä laturin välille olisi hyvä saada rajapinta, josta selviäisi akun varauksen taso. Näin pystyttäisiin priorisoimaan mitä autoa ladataan ensimmäisenä. Älykkäämmäksi latausjärjestelmästä tekisi vielä mahdollinen tieto tai analyysi käyttäjäprofiilista. Käytetäänkö jotakin autoa enemmän kuin toista eli tarvitseeko auton akun olla edes täysi joka kerta. Taloyhtiössä voitaisiin myös käyttää niin kutsuttua Bufferakustoa. Tätä akustoa ladattaisiin jatkuvasti niin suurella teholla kuin taloyhtiön kapasiteetti antaa periksi ja akustosta syötettäisiin virtaa edelleen latureihin. Tämä mahdollistaisi taloyhtiön kapasiteettia suuremmalla teholla lataamisen.

4.7 Kilpailija-analyysi

Yksi kesän työtehtävistä oli analysoida mahdollisia kilpailijoita. Merkittävimmät kilpailija JouKo-laitteelle ja palvelulle ovat There Corporationin kehittämä Z-wave teknologiaan perustuva kodin energianhallintajärjestelmä sekä OptiWatti

kodin energianhallintajärjestelmä. Molemmat järjestelmät ovat JouKo-laitetta huomattavasti kalliimpia, mutta asiakkaan saama arvo laitteistosta on niin suuri, että asiakkaat ovat valmiita maksamaan laitteiston itse.

4.7.1 There Corporation

There Corporationin järjestelmää kauppaa muun muassa Fortum ja Karhu Voima. Fortumilla palvelu on Fortum Fiksu sähkölämmittäjälle. Laitteisto sisältää ohjausyksikön, lämmityksen ohjauskytkimiä (releitä), lämpömittarin ja lisähinnasta ilmalämpöpumpun IR-ohjaimen. [17.]

Ohjausyksikkö ohjaa kodin lämmitystä ja seuraa kodin lämpötilaa langattomasti ohjauslaitteiden avulla. Tämän lisäksi ohjausyksikkö on yhteydessä Fortumin etäpalveluihin ja käyttöliittymään, josta se saa lämmitys-, sää- ja hintatiedot sekä käyttäjäasetukset. Ohjausyksikkö käyttää kodin internetyhteyttä langallisesti tai langattomasti. Lämmityksen ohjauskytkimet kytkevät suoran sähkölämmityksen varaavan lattialämmityksen sekä lämminvesivaraajan päälle ja pois annettujen ohjauskomentojen mukaisesti. Ohjauskytkimet asennetaan kodin sähkökeskukseen. Lämpötilamittari mittaa sähkölämmitystä sekä mahdollista ilmalämpöpumpun asetuslämpötilaa varten kodin lämpötilaa. Ilmalämpöpumpun IR-ohjain ohjaa ilmalämpöpumpun asetuslämpötilaa ja se asennetaan lähelle sitä. [17.]

Lämmitykselle voi antaa eri tavoitelämpötilan kodin eri tilanteille (kotona, poissa, yö tai pitkään poissa). Näin lämpötilaa pystytään laskemaan asunnossa ja luomaan säästöjä asumismukavuutta huonontamatta, kun taloa ei lämmitetä tarpeettomasti. Käyttöliittymä huomioi sähkön tuntihinnat lämmityksessä ja luo säästöä myös tätä kautta. [17.]

4.7.2 OptiWatti

OptiWatti-laitteiston voi ostaa OptiWatin omilta sivuilta tai Helenin sivuilta sähkösopimuksen yhteydessä. OptiWatti-laitteisto ei ole sidottu mihinkään tiettyyn sähköyhtiöön. Laitteisto sisältää keskusyksikön, langattomia releitä joilla ohja-

taan lämmittimiä, lämminvesivaraajan ohjaimen, lämpötilamittareita sekä lisähinnasta ilmalämpöpumpun ohjauksen, vuotovahdin ja autonlämmityksen ohjauksen. [16.]

Keskusyksikkö ohjaa lämmitystä ja muodostaa yhteyden internettiin. Internet yhteys muodostetaan Ethernet-kaapelilla tai OptiWatin kautta tilattavalla nettitikulla. Keskusyksikkö ohjaa releitä, ilmalämpöpumpun infrapunalähetintä ja kerää anturitietoja langattomasti. Käytettävä taajuus on 868,8 MHz. Keskusyksikkö mittaa antureiden avulla jatkuvasti huonekohtaista lämpötilaa ja huoneen lämmittämiseen kuluva energiaa. Datan perusteella laite oppii kuinka kauan eri lämpötilojen saavuttaminen kestää. Huoneen datan lisäksi huomioidaan ulkolämpötila sekä sääennuste. [16.]

Releiden katkaisukyky on $2300\text{W}/230\text{V}=10\text{A}$. Releet sijoitetaan lämmityslaitteen kytkentärasiaan patterin taakse, lattialämmitystermostaatin taakse kojerasiaan tai sähkökeskukseen. Jokaiseen lämmittimeen tarvitaan oma rele. Rele ohjaa lämmityslaitteeseen menevää sähkövirtaa keskusyksikön antamien käskyjen mukaisesti. Kun huoneen lämpötila on käyttäjän määrittelemällä tasolla, rele sulkee sähkönsyötön lämmityslaitteeseen. Lämpötila-anturit mittaavat huoneen lämpötilaa sekä kosteutta. Jokaiseen huoneeseen asennetaan oma mittari. [16.]

Lämminvesivaraajalle voidaan valita lämmitykseen tietyt tunnit. Mikäli käytössä on pörssisähkö, laite hakee automaattisesti halvimmat tunnit. Lämminvesivaraajan rele soveltuu ohjaamaan 1-vaiheen kuormaa. Lämminvesivaraajan ohjaus edellyttää, että varaajan sähkönsyötössä on oltava kontaktori, jota releellä ohjataan. Sellainen on mahdollista lisätä muun asennuksen yhteydessä. OptiWatti ei mittaa veden lämpötilaa eikä veden lämmitysenergian kulutusta. Varaajan oma termostaatti vastaa veden lämpötilan säädöistä. [16.]

Ilmalämpöpumppua ohjataan IR-lähettimen avulla. Muut lämmityslaitteet kytkeytyvät automaattisesti pois, kun ilmalämpöpumppu viilentää. Autonlämmitykselle määritetään kellonajat, jolloin auton halutaan olevan lämmin. Laite huomioi ulkolämpötilan ja ajoittaa lämmityksen siten, että auto on lämmin haluttuna ajankohtana. Laitteeseen voidaan myös kytkeä langattomia vesivuodon tunnistavia antureita. [16.]

Keskusyksikköön on tallennettu jokaisen huoneen viikko-ohjelma. Jos internet-yhteys katkeaa, laite ohjaa huoneen lämmitystä viimeisimpien asetusten mukaan ja tarkistaa asetukset internet-yhteyden palattua ja ottaa uudet asetukset tarvittaessa käyttöön. Järjestelmän tietoliikenneyhteydet suojataan pankeista tutulla salaustekniikalla. [16.]

5 YHTEENVETO

Projektissa tehtävänäamme oli selvittää JouKo – laitteen mahdollisuuksia kotitalouksille suunnatussa kysyntäjoustopalvelussa. Taustateorian tueksi haastattelimme kuutta hankkeessa mukana olevaa yhtiötä, sekä pyrimme selvittämään heidän vaatimukset ja tarpeet kyseiselle palvelulle. Vastaukset olivat hyvin yhtenäisiä, joiden avulla oli helppo lähteä rakentamaan liiketoimintamallia palvelun ympärille. Myös kyseisen palvelun tarve kotitalousasiakkaita hyödyntäen korostui.

Yhdeksi suureksi haasteeksi kysyntäjoustopalvelussa nousi kuitenkin kotitalousasiakkaiden sitouttaminen ja saaminen palvelun piiriin sekä se, että liiketoiminnasta jäävä tuotto on varsinkin alkuvaiheessa hyvin pieni. Osallistuminen kysyntäjoustomarkkinoille vaatii alkuun suuria investointeja, joiden takaisinmaksuaika on hyvin pitkä. Yhtiöt näkivätkin tämän palvelun ennemminkin muun liiketoimintansa tukena, jolla saataisiin sitoutettua asiakkaat pidemmäksi ajaksi. Kilpailun kiristyessä nämä keinot ovat ensiarvoisen tärkeitä. Myös lisääntyvä kulutus sekä sähköverkon kapasiteetin riittävyys tukevat tällaista markkinamallia. Optimoimalla kotitalousasiakkaiden sähkön käyttöä voidaan saavuttaa molemminpuolinen hyöty.

Palavereissa ja haastatteluissa tuli myös esille se, että täyttääkö JouKo-laite Fingridin teknisiä vaatimuksia eri markkinapaikoille osallistumiseen kuten tehon leikkaamisen todentaminen. Fingrid vaatii, että leikatun tehon määrä pitää pystyä todentamaan. Tästä emme ole Fingridin kanssa keskustelleet vielä ja suosittelemmekin, että se on yksi projektin vaiheista jatkossa. Suosittelemme myös JouKo-laitteen taajama-version hylkäämistä ja keskittymistä vain nopeimpiin gsm-versioihin.

Jatkotutkimuksena ehdotamme kotitalousasiakkaille muodostuvan arvon tutkimista sekä heidän sitouttamista kysyntäjousto palveluun. Myös sähköauton latauksen ohjaamisesta olisi hyvä tehdä lisätutkimuksia esimerkiksi latureiden soveltuvuuksista sekä mahdollisen akuston asentamisesta taloyhtiöihin. Näitä varten olisi hyvä tehdä haastatteluita niin kotitalouksien kuin taloyhtiöidenkin keskuudessa.

Kysyntäjoustoon osallistuminen voitaisiin tehdä asiakkaalle myös houkuttelevammaksi. Laite ohjaisi lämmitystä pörssisähköön perustuen niin, että se katkoisi automaattisesti kalleimmat tunnit pois ja kytkisi lämmityksen päälle vasta halvemmilla tunneilla. Mikäli laitetta ja sen ominaisuuksia kehitettäisiin enemmän asiakaslähtöisiksi, asiakkaiden kiinnostus laitetta kohtaan kasvaisi ja he olisivat jopa valmiita maksamaan sen itse.

LÄHTEET

Kirjoita tähän oma lähdeluettelosi. Alla on esimerkkejä Harvard-mallisesta lähdeluettelosta. Lähteisiin viittaaminen esitellään lähdemerkintäohjeessa.

1. Fingrid (2018): Markkinapaikat. Viitattu [27.8.2018] <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/kysyntajousto/markkinapaikat/>.
2. Työ ja elinkeinoministeriö: Kysymyksiä ja vastauksia älykkästä sähköjärjestelmästä. Viitattu [27.8.2018] <https://tem.fi/perustietoja>
3. NordPool (2018). Day-ahead prices. Viitattu [28.8.2018] <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/FI/Yearly/?view=table>.
4. Fingrid: Ansaintamallit. Viitattu [28.8.2018] <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit-ja-saatosahko/kuinka-osallistua-reservimarkkinoille/ansaintamallit/>.
5. Fingrid: Taajuusohjattu käyttö- ja häiriöreservi. Viitattu [28.8.2018] <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit-ja-saatosahko/taajuusohjattu-kaytto-ja-hairioreservi/#tekniset-vaatimukset>
6. Fingrid: Reservituotteet ja reservien markkinapaikat. Viitattu [28.8.2018] <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/reservit/reservituotteet.pdf>.
7. Nord Pool: See what Nord Pool can offer you. Viitattu [28.8.2018] <https://www.nordpoolgroup.com/>
8. Smart energy transition: Miten sähkömarkkinat toimivat. Viitattu [28.8.2018] <http://smartenergytransition.fi/fi/miten-sahkomarkkinat-toimivat/>
9. Smart Energy Transition. Kysyntäjousto ja varastot markkinoille hinnoittelun ja verotuksen uudistuksilla. Viitattu [29.8.2018] <http://smartenergytransition.fi/fi/kysyntajousto-ja-varastot-markkinoille-hinnoittelun-ja-verotuksen-uudistuksilla/>.
10. Fingrid (2018). Suomen ja Ruotsin kantaverkkoyhtiöt etenevät uuden siirtoyhteyden rakentamisessa – tavoitteena saada yhteys käyttöön vuoteen

2025 mennessä. Viitattu [29.8.2018] <https://www.fingrid.fi/sivut/ajankoh-taista/tiedotteet/2016/suomen-ja-ruotsin-kantaverkkoyhtiöt-etenevät-uuden-siirtoyhteyden-rakentamisessa--tavoitteena-saada-yhteys-kayttoon-vuoteen-2025-mennessa/>.

11. Nurmi. Simo (2018). Välttämättömyydestä mahdollisuudeksi. Reilua Energiaa. Viitattu [29.8.2018] https://www.energiavirasto.fi/reilua-energiaa/-/blogs/valttamattomyydesta-mahdollisuudeksi;jsession-id=0CC9DDD2C91C767BB301EE9418F1512A?_33_redirect=https%3A%2F%2Fwww.energiavirasto.fi%2Freilua-energiaa%3Bjsession-id%3D0CC9DDD2C91C767BB301EE9418F1512A%3Fp_p_id%3D33%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-3%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3.

12. Hirvonen, Ritva (2015). Suomen energiavisio 2030. Viitattu [29.8.2018] https://www.vtt.fi/files/projects/energy_book_series/ev_2030_tiivistelma.pdf

13. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit-ja-saatosahko/saatosahko--ja-saatokapasiteettimarkkinat/>

14. Energiateollisuus. Kohti älykästä energiajärjestelmää [Viitattu 29.8.2018] https://energia.fi/energiateollisuuden_edunvalvonta/energiapolitiikka/energia-verkot

15. Lappeenrannan energia oy. Sähkön hinnan muodostuminen. Viitattu [29.8.2018] <https://www.lappeenrannanenergia.fi/tuotteet/hinnastot%20ja%20ehdot/sahkohinnasto/Sivut/Sähkön%20hinnastot%20ja%20ehdot.aspx>.

16. OptiWatti. Viitattu [30.8.2018] <https://www.optiwatti.fi/>

17. Fortum Fiksu sähkölämmittäjälle. Viitattu [30.8.2018] <http://docplayer.fi/3143545-Fortum-fiksu-sahkolammitajalle.html>

JouKo – Joustava kotitaloushanke

Sisällys

- Esittely
- Projektin tilanne lyhyesti
- Kysyntäjoustopalvelusta ja tulevaisuuden näkymistä
- Aggregaattorin asema ja hinnoittelurakenne
- Koti UI
- Kysymyksiä ja yhteenveto

Esittely

Henkilöt:

- Marjo Puikkonen (tietojärjestelmätieteiden, kauppatieteen maisteriopiskelija) ja Roope Raati (sähkötekniikan insinööriopiskelija)

Projekti:

- JOUKO-hanke kehittää ratkaisuja, joiden avulla voidaan toteuttaa uudenlainen joustava sähkösopimus ja käyttää sitä myös jo rakennetuissa kodeissa. Kytkinlaite voi kytkeä sähkön syötön pois sähkösopimuksen perusteella myös kolmivaihelaitteilta, kuten kiukailta.
- Hanke kehittää sekä laitteistoja, ohjelmistoja, sähköisiä palveluja että liiketoimintamalleja.
- Kehitetään kodeissa käytettävät laitteet, joilla voidaan etäohjata/kytkeä 3-vaihevirran kulkua. Langattomat laitteet voidaan asentaa jo olemassa oleviin kotiympäristöihin ilman tietoliikennekaapelointeja.
 - Malleja eri osapuolten välisiin sopimuksiin, jotta kysyntäjousto voidaan toteuttaa.
 - Kotiasiakkaan mobiilipalvelu, jolla hän hallitsee kotinsa helposti laitteiden kysyntäjoustoa.
 - Ohjattavien laitteiden energiankulutusmittauksen, joka mahdollistaa seuranta ja päätöksentekoa.
- Verkkopalvelun, joka palvelee aggregaattoriyhtiötä (joka kokoaa kodeista kysyntäjoustoryppäitä) , sähkön kantaverkkoyhtiötä sekä energiayhtiöitä. Koko järjestelmässä kiinnitetään huomiota erityisesti tietoturvaan.

Projektin tilanne

- Laiteprototyypit (7 kpl) saapuivat perjantaina 10.8.2018
- Kysyntäjoustopalvelun liiketoimintamallit suunnitellaan kesän 2018 aikana ja ne käydään läpi yhteistyökumppaneiden kanssa elokuun lopussa.
- Käyttäjän UI mallista on julkaistu demoversio, jota kehitetään yhteistyökumppaneiden kanssa.

Kysyntäjoustopalvelu

Kysyntäjoustopalvelun mahdollisuudet lähitulevaisuudessa?

- Millaisiin tarpeisiin sähköyhtiöt tarvitsevat kysyntäjoustopalvelua?
- Miten lyhyt säätöviiveen tulisi olla, jotta firmat voisiva vastata sähköyhtiöiden tarjouspyyntöihin? Miten näette hitaan, 32 min tai yli, kysyntäjouston mahdollisuudet?
- Onko tulevaisuudessa mahdollista, että tulisi uusi kysyntäjoustolle suunnattu tarjouspyyntötyyppi?
 - Jos löytyy uusi tai olemassa oleva tarjouspyyntötyyppi, johon voi vastata JouKo-palvelulla, pitääkö silloin olla valmis myös myymään lisäkulutusta?
- Onko tällä hetkellä olemassa sähkömyyntiyhtiöillä oma markkinapaikka JouKo:n kaltaiselle laitteelle?

Kysyntäjoustopalvelun mahdollisuudet lähitulevaisuudessa?

- Kuinka usein ja kuinka pitkiä katkot tulisivat olla, jotta vastaisivat tarpeeseen?
 - Kuinka suuri tehomäärä jouston piirissä tulisi olla?
- Kattaako tämän hetkiset laiteominaisuudet tulevaisuuden tarpeet kysyntäjoustopalvelussa (Lora verkko, suositus 5 - 30 min ja Gsm minimissään noin 5 sek)?
 - 4 G yhteydellä mahdollisuus noin 1s

Aggregaattorin asema ja hinnoittelurakenne?

- Aggregaattorin asema lähitulevaisuudessa?
- Mihin suuntaan hinnoittelumallia tulisi kehittää?
 - Tehoperusteinen hinnoittelu
 - Yösähkön korvaaminen kulutusjoustopalvelulla
 - Tuntihinnoittelu
 - Kk-perusteinen pakettihinnoittelu
 - Taajuusohjattu käyttöreservi FCR-N (3 min)
 - Säätosähkömarkkinat (mFRR) (15 min)
 - Vuorokausimarkkina (Elsot 12 h) ja päivän sisäinen markkina (Elbas 1h)
 - Mahdollinen uusi markkinapaikka
 - Energy as a service (EaaS)
- Kotitalous-asiakkaiden suhtautuminen kysyntäjoustoon
 - Kuluttajan saama korvaus katkoista
- Hyötyykö sähköyhtiö joustosta itsessään vai tuleeeko heille maksaa kompensatiota katkoista, mikäli aggregaattori toimii kuluttajan ja sähköyhtiön välissä?
- Onko sähköyhtiöt valmiita maksamaan joustosta?
 - Laitekustannukset?
 - palvelun ylläpitomaksut?

BMC - Aggregaattori

KEY PARTNERS <ul style="list-style-type: none"> Kuluttaja Sähköverkkoyhtiöt Sähkomyyntiyhtiöt Fingrid 	KEY ACTIVITIES <ul style="list-style-type: none"> Kulutusjoustop tarjoaminen Katkominen Kulutuspiikkien tasaus Vihreät arvot Hiilen käytön lopetus (2035) KEY RESOURCES <ul style="list-style-type: none"> Sähköverkkoyhtiöt Sähkomyyntiyhtiöt Kuluttajat 	VALUE PROPOSITIONS <ul style="list-style-type: none"> Kulutussäästö Vihreät arvot Kulutuksen tasaaminen Huipputehon valvonta → vakuutus 	CUSTOMER RELATIONSHIPS <ul style="list-style-type: none"> Asiakkaiden kerääminen kuluttajista Joustokapasiteetin tarjoaminen sähköyhtiöille (kuluttajilta kerätty) Hoitaa asiakassuhteet (sähkön myynti, tarjoukset, laskutus) CHANNELS <ul style="list-style-type: none"> Sähköverkkoyhtiö, -myyntiyhtiö Tulevaisuus: energiayhteisö, datahub, EaaS 	CUSTOMER SEGMENTS <ul style="list-style-type: none"> Passiivinen asiakas Osittain aktiivinen asiakas Aktiivinen asiakas
COST STRUCTURE <ul style="list-style-type: none"> Yösähkön korvaaminen kulutusjoustosopimuksella Taajuusohjattu käyttöreservi FCR-N (3min) Säätösähkömarkkinat (mFRR) (15 min) Vuorokausimarkkinat (12 h), Päivän sisäinen markkina (1h) Mahdollinen uusi markkinapaikka Energy as a service (EaaS) Tehoperusteinen hinnoittelu <p>*****</p> <p>Asunnon lämmityksen kulutuksen jakautuminen eri vuodenaikoina: Joulu – helmikuu → 2 kW Maalis – toukokuu + syys – marraskuu → 50%:a (2 kW:sta) eli 1 kW Kesä – elokuu → 0 % eli 0kW → Keskiarvo ajalle syyskuu – toukokuu 1,33 kW (päiviä 273)</p>		REVENUE STREAMS <ul style="list-style-type: none"> 1,33 kW kulutusmäärällä kuluttajia tulisi osallistua 3760 asiakasta, jotta 5MW täyttyy (markkinoiden minimi vaatimus) 1 h säätö / pv → 5 MWh x 273 (h) = 1365 MWh x 37,27 e/MWh (v.2017 ka hinta) = 50 873 e / vuosi 3 h säätö / pv = 152 620 e / vuosi 6 h säätö / pv = 305 241 e / vuosi Laitekustannus: 3760 asiakasta x 130 e = 488 800 e PerusJouko, TuplaJouko 3760 asiakasta x 150 e = 564 000 e Asennuskustannus: 3760 asiakasta x 100 e = 376 000 e Yhteensä 564 000 e + 376 000 e = 940 000 e (→ tarve 19 h säätöä / pv, mikäli kustannukset halutaan kattaa vuoden aikana) Sähkön osto huomioiden voittoa jää: 1365 MWh x 4 e/MWh = 5460 e/v Kun otetaan huomioon kuukaudet, jolloin saatava teho on vain 1 kW, asiakkaita tulee olla 5000 (laitekustannukset 1 250 000e). 		

* Perustuu v. 2017 vuorokausimarkkinan keskihintaan e/MWh → 33,19 e / MWh < 37,27 e/MWh → 4 e / MWh

<https://www.nordpoolgroup.com/Market-data/1/Dayahead/Area-Prices/FI/Yearly/?view=table>

FCR-N taajuusohjattu käyttöreservi

- **FCR-N (3 min):**
 - Korvaus reservin ylläpidosta vuosimarkkinoilla
$$1 \text{ MW} \times 14 \text{ e / MWh} \times 273 \text{ h (273 pv} \times 1\text{h)} = 3822 \text{ e / vuosi}$$
$$0,1 \text{ MW} \times 14 \text{ e/MWh} \times 5241\text{h (273 pv} \times 24\text{h} \times 0,8 \rightarrow 6552 \text{ h, 80\%)} = 7337 \text{ e/ vuosi}$$
$$1 \text{ MW} \times 14 \text{ e / MWh} \times 5241\text{h (273 pv} \times 24\text{h} \times 0,8 \rightarrow 6552 \text{ h, 80\%)} = 73\,374 \text{ e / vuosi?}$$
 - 1 MW taajuusohjattua käyttöreserviä tuntimarkkinoilla, oletuksena vuoden 2017 tuntimarkkinatoteumat ja 57 %:n tuntimäärä edellisestä
$$1 \text{ MW} \times 27,40 \text{ e / MWh} \times 273 \text{ h (273 pv} \times 1\text{h)} = 7480 \text{ e / vuosi}$$
$$0,1 \text{ MW} \times 27,40 \text{ e/MWh} \times 2987 \text{ h (5241h} \times 0,57) = 8184 \text{ e / vuosi}$$
$$1 \text{ MW} \times 27,40 \text{ e / MWh} \times 2987 \text{ h (5241h} \times 0,57) = 81\,843 \text{ e / vuosi?}$$
- **Aktivoituneen energian korvausta ei ole laskelmissa huomioitu**
- Laskelmat perustuvat Fingridin sivuilla olevaan ansaintamalliin
<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit-ja-saatosahko/kuinka-osallistua-reservimarkkinoille/ansaintamallit/>
- **Laitekustannukset (haja-asutus):**
$$0,1 \text{ MWh teho } 24 \text{ h} \rightarrow 2,4 \text{ MW} \rightarrow 2400 \text{ kW} / 1 \text{ kW} = 2400 \text{ asiakasta}$$
$$100 \text{ e (asennus)} + 150 \text{ e (TuplaJouko)} \times 2400 \text{ asiakasta} = \mathbf{600\,000 \text{ e}}$$
- **Huom! Tällä markkinapaikalla pitää pystyä myymään myös lisäkulutusta**

mFFR, Elbas ja Elspot - markkinat

- **mFFR (15 min):**
 - $1,33 \text{ kW} / \text{asiakas} \rightarrow 5000 \text{ asiakasta} \rightarrow 6,65 \text{ MWh} \times 273 \text{ (h)} = 1815,45 \text{ MWh}$
 - $1815,45 \text{ MWh} \times 37,27 \text{ e/MWh (v.2017 ka hinta)} = \mathbf{67\ 661 \text{ e} / \text{vuosi}}$ (1h säätö / pv)
 - **Sähkön osto huomioiden, voittoa jää: $1815,45 \text{ MWh} \times 4 \text{ e} / \text{MWh} = \underline{7261 \text{ e/v}}$**
- **Päivän sisäinen markkina (Elbas 1h):**
 - $0,1 \text{ MW}$ minimi koko $\rightarrow 1,33 \text{ kW} / \text{asiakas} \rightarrow 76 \text{ asiakasta}$
 $0,1 \text{ MW} \times 273 \text{ (h)} \times 48,50 \text{ e/MWh}^* = 1324,05 \text{ e} / \text{vuosi}$ (yksi säätö / pv)
 - $5000 \text{ asiakasta} \rightarrow 6,65 \text{ MWh} \times 273 \text{ (h)} = 1815,45 \text{ MWh}$
 $1815,45 \text{ MWh} \times 48,50 \text{ e/MWh}^* = \mathbf{88\ 049,33 \text{ e} / \text{vuosi}}$ (1h säätö / pv)
 - * Laskettu v. 2018 päivän sisäisen markkinan kesä – heinäkuun keskiarvohintojen keskiarvon mukaan
 - Huom! Laskelmassa ei olla huomioitu seuraavien tuntien kulutuspiikkiä.
- **Vuorokausimarkkina (Elspot 12h):**
 - $0,1 \text{ MW}$ minimi koko $\rightarrow 1,33 \text{ kW} / \text{asiakas} \rightarrow 76 \text{ asiakasta}$
 $0,1 \text{ MW} \times 273 \text{ (h)} \times 33,19 \text{ e/MWh}^* = 906 \text{ e} / \text{vuosi}$ (yksi säätö / pv)
 - $5000 \text{ asiakasta} \rightarrow 6,65 \text{ MWh} \times 273 \text{ (h)} = 1815,45 \text{ MWh}$
 $1815,45 \text{ MWh} \times 33,19 \text{ e} / \text{MWh}^* = \mathbf{60\ 254 \text{ e} / \text{vuosi}}$ (1h säätö / pv)
 - * Laskettu v. 2017 ka-markkinahinnan mukaan
 - Huom! Laskelmassa ei olla huomioitu seuraavien tuntien kulutuspiikkiä.
- **Laitekustannus (haja-asutus) ja asennus 5000 asiakkaalle:**
 - Asennus: $5000 \text{ asiakasta} \times 100 \text{ e} = 500\ 000 \text{ e}$
 - PerusJouko: $5000 \text{ asiakasta} \times 130 \text{ e} = 650\ 000 \text{ e}$
 - TuplaJouko: $5000 \text{ asiakasta} \times 150 \text{ e} = 750\ 000 \text{ e}$, **asennuksen kanssa 1 250 000 e**
 - Huom! Asiakaskuntaa hankkiessa tulisi huomioida se, että kaikki eivät välttämättä osallistu / pysty osallistumaan joustoon (n. 25%). Näin ollen todelliset laitekustannukset tulevat olemaan kalliimmat.
 - **Jos tarve jouston piiriin 5000 asiakasta \rightarrow todellisuudessa asiakkaita tulisi olla $5000 / 0,75 = 6667$ asiakasta, jotta haluttu jousto saavutetaan**
 - **Asennus + TuplaJouko 6667 asiakkaalle $\rightarrow 666\ 700 \text{ e} + 1\ 000\ 050 \text{ e} = \underline{1\ 666\ 750 \text{ euroa}}$**

Hinnoittelumallit

Asiakassegmentit

- **Passiivinen asiakas:**

- Sähköyhtiö / aggregaattori maksaa laitteen asennuksen asiakkaan kotiin. Asiakas lupautuu sähköyhtiön katkoihin, eikä asiakas ei voi halutessaan kieltää katkoa. Asiakas ei voi myöskään suorittaa itse katkoja. Asiakas saa alennusta kiinteähintaisesta sähkösopimuksesta $x\%$ (perusprosentti + toteutuneista katkoista/vain perusprosentti/vain toteutuneista katkoista).

- **Osittain aktiivinen asiakas:**

- Sähköyhtiö / aggregaattori maksaa laitteen asennuksen asiakkaan kotiin. Asiakas lupautuu sähköyhtiön katkoihin, mutta asiakas voi halutessaan kieltää katkon. Asiakas ei voi suorittaa itse katkoja. Asiakas saa alennusta kiinteä hintaisesta sähkösopimuksesta $x\%$ (perusprosentti + toteutuneista katkoista/vain perusprosentti/vain toteutuneista katkoista). Mikäli asiakas kieltäytyy kaikista katkoista ei alennusta tule/jopa lisämaksua "sakkoa" asiakkaalle?

- **Aktiivinen asiakas:**

- Asiakas maksaa laitteen asennuksen kotiinsa. Asiakas lupautuu sähköyhtiön katkoihin, mutta asiakas voi halutessaan kieltää katkon. Asiakas voi suorittaa myös itse katkoja. Asiakas saa alennusta sähkölaskusta $x\%$. Asiakkaalla on käytössä pörssisähkään perustuva tunti hinnoittelu mikä kannustaa seuraamaan pörssihintaa ja katkomaan kalliit tunnit pois.
- Peräkkäiset katkot: sähköyhtiön katko asetettava etusijalle. Asiakkaan itseasettama katko ei saa estää sähköyhtiön katkoa. Asiakas voi itse valita esimerkiksi 1-6 kalleinta tuntia riippuen mikä soveltuu hänen lämmitykseen parhaiten. Mikäli asiakas kieltäytyy kaikista katkoista ei alennusta tule/jopa lisämaksua "sakkoa" asiakkaalle?

- **Asiakkaan saama arvo:**

- Kulutussäästö
- Vihreät arvot
- Taloudelliset arvot
- Oma tuotanto

Hinnoittelurakenne / vaihtoehdot

- **Passiivinen ja osittain aktiivinen asiakas:**
 - Kiinteähintainen kk-maksu, kiinteä alennus + alennus toteutetuista katkoista
 - Kiinteä hintainen kk-maksu, kiinteä alennus
 - Kiinteä hintainen kk-maksu, alennus toteutuneista katkoista
 - **Osittain aktiivinen asiakas** saa sanktiota, mikäli hän kieltäytyy tulevista katkoista. Passiivinen asiakas ei pysty kieltäytymään tulevista katkoista.
- **Aktiivinen asiakas:**
 - Tuntihintainen sähkösopimus, kiinteä alennus + alennus toteutetuista katkoista.
- JouKo laite: perus okh = 140e (taajama), 150 e (haja-asutus), turbo 40% kalliimpi (100 kpl erä)

JouKo-laitteen SWOT - analyysi

<p>VAHVUUDET</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tietoturva - Tehon mittausta - Hinta - Ei vaadi erillistä verkkoyhteyttä - Yksinkertainen (helppo käyttää) - Rääpäälöity sähköyhtiöiden tarpeisiin 	<p>HEIKKOUEDET</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hidas - Yksinkertainen (suppea) - Kuluttajalle tuottama hyöty / arvo vähäinen - Kuluttaja ei ole valmis maksamaan laitetta (välttämättä) → hyötysuhde vähäinen - Ominaisuuksien vähyys - Kokonaisvaltainen kulutuksen seuranta puuttuu → läpinäkyvyys asiakkaalle
<p>MAHDOLLISUUDET</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sähköverkkoyhtiöt potentiaalisia - Sähköautojen lataus → esim. taloyhtiöt - Markkinapaikat: FCR-N, Elbas, Elspot, mFFR - Yösähkön korvaaminen kulutusjoustosopimuksella - EaaS palvelukonseptin rakentaminen - Tehoperusteinen hinnoittelumalli - Muokattavissa (hinta?) - Liitettävissä muuhun automaatioon tai energianhallintajärjestelmään - Etäohjattava ohjausrele sähkömittareihin - Kyberturvallisuus - Sähköyhtiön / aggregaattorin tuote 	<p>UHAAT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Palveleeko tulevaisuuden tarpeita? - Ei pysty toimimaan kaikilla markkinapaikoilla → vrt Fingridin tarpeet - Hidas → ei kykenevä nopeisiin tarjouspyyntöihin - Muut kilpailevat laitteet -

KotiUI

KotiUI selaimessa

JOUKO - Koti-app

Kirjautuneena: Testi Teppo

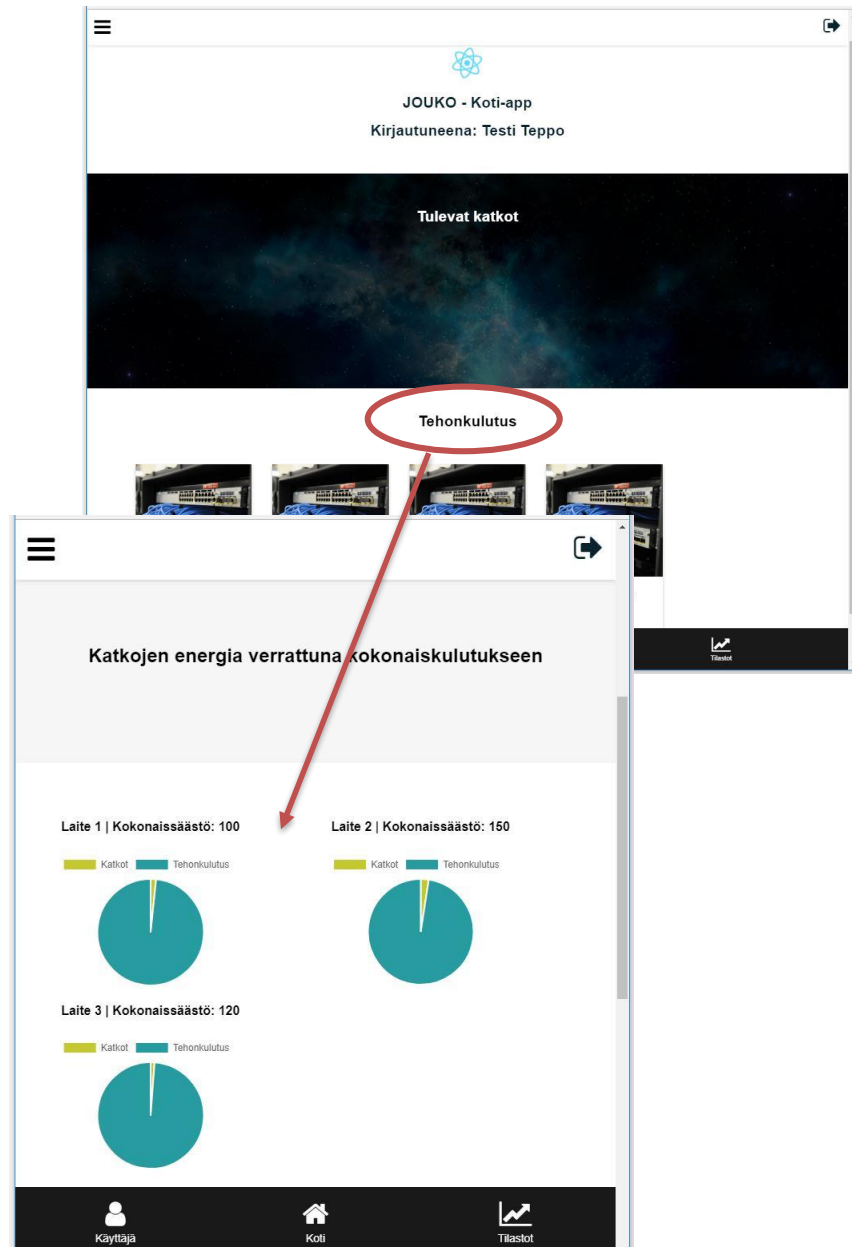
Käyttäjänimi:
jouko

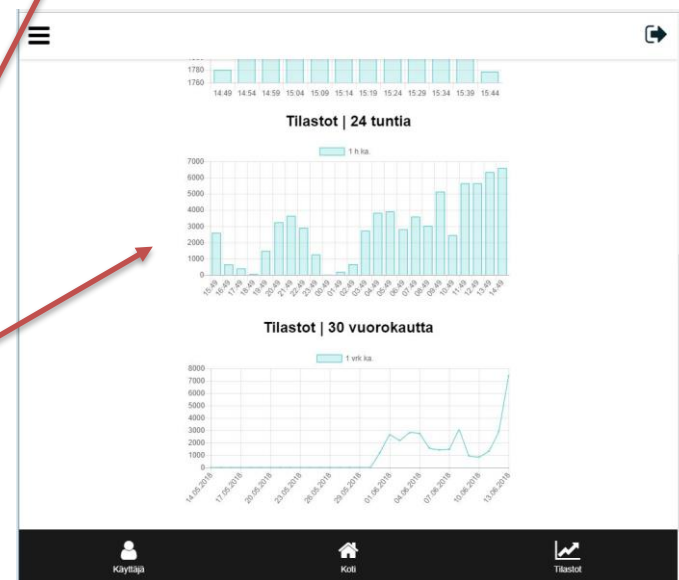
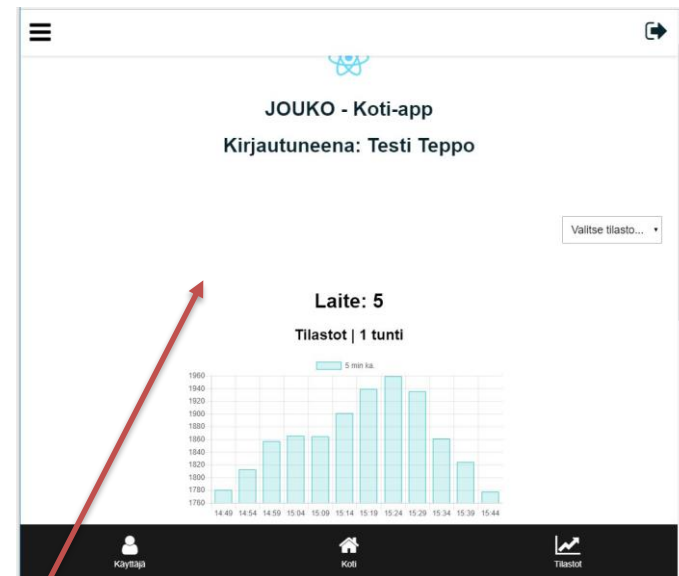
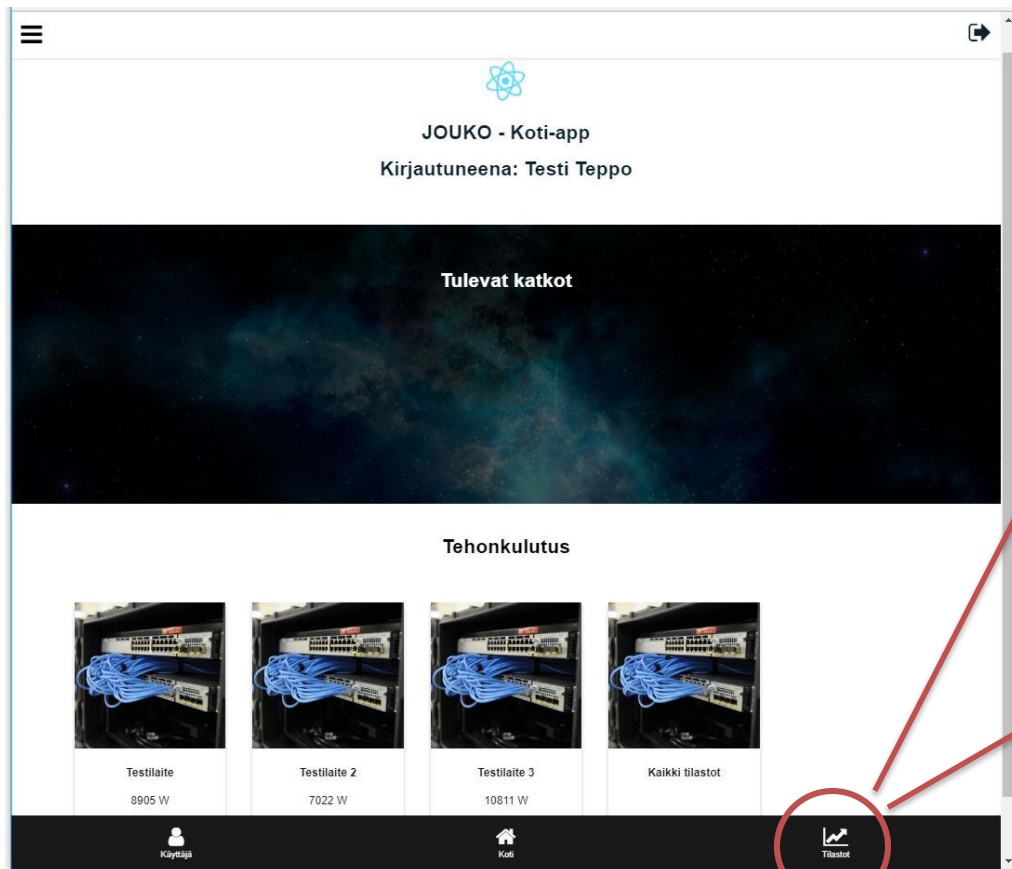
Sähköposti:
jouko@example.com

Etunimi:
Teppo

Sukunimi:
Testi

Käyttäjä Koti Tilastot





Mobiilisovellus

0K/s 61 % 15.35

☰ ➡

Käyttäjänimi:

Sähköposti:

Etunimi:

Sukunimi:

◀ ○ □

1,3K/s 61 % 15.35

☰ ➡

🏠 Koti

👤 Käyttäjä

📈 Tilastot


➡ Kirjaudu ulos

🇫🇮 🇩🇪 🇸🇪 🇬🇧

◀ ○ □

8,6K/s 61 % 15.34

☰ ➡



JOUKO - Koti-app

Kirjautuneena: Testi Teppo

Tulevat katkot

◀ ○ □

4,3K/s 61% 15.34



Tulevat katkot



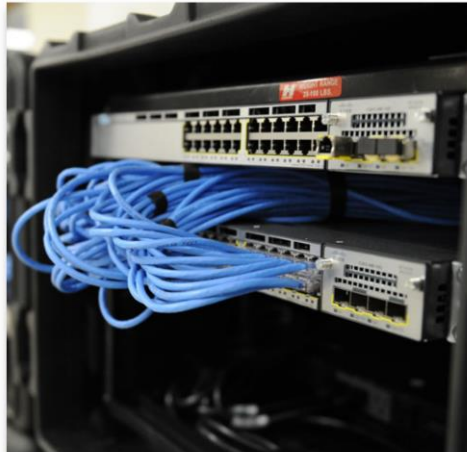
Tehonkulutus



0K/s 61% 15.34



Tehonkulutus



Testilaite



0K/s 61% 15.34



Testilaite

8249 W





JOUKO - Koti-app

Kirjautuneena: Käyttäjä Testi

Tulevat katkot

Lattialämmitys

From: We 15.08.2018 klo 18.05
To: klo 18.35

Estä katko

Käyttövesi

From: We 15.08.2018 klo 18.05
To: klo 18.35

Estä katko

Sähköauto

From: We 15.08.2018 klo 18.05
To: klo 18.35

Estä katko



Käyttäjä



Koti



Tilastot



JOUKO - Koti-app

Kirjautuneena: Käyttäjä Testi

Tulevat katkot

Lattialämmitys

From: Th 16.08.2018 klo 9.30
To: klo 10.00

Estä katko

Käyttövesi

From: Th 16.08.2018 klo 9.30
To: klo 10.00

Estä katko

Sähköauto

From: Th 16.08.2018 klo 9.30
To: klo 10.00

Estä katko

Tehonkulutus

Lattialämmitys

0 W

Käyttövesi

0 W

Sähköauto

0 W

Kaikki tilastot



Käyttäjä



Koti



Tilastot

Käyttövesi

From: Th 16.08.2018 klo 11.00
To: klo 11.30

Estä katko

Sähköauto

From: Th 16.08.2018 klo 11.00
To: klo 11.30

Katkon esto lähetetty

Tehonkulutus

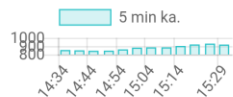
Lattialämmitys

1026 W



Laite: 5

Tilastot | 1 tunti



Tilastot | 24 tuntia



Tilastot | 30 vuorokautta



Käyttäjä



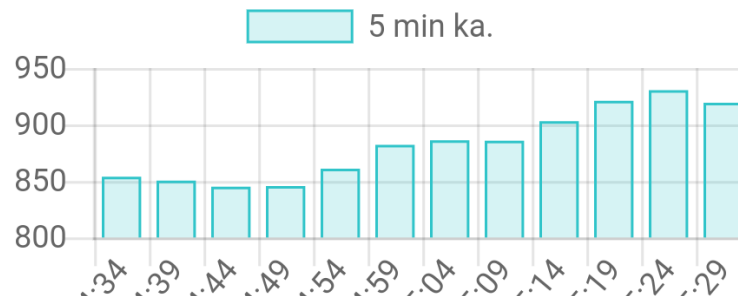
Koti

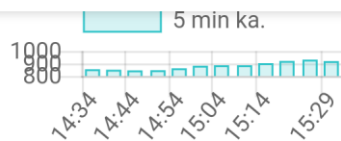


Tilastot



Tilastot | 1 tunti





Tilastot | 24 tuntia

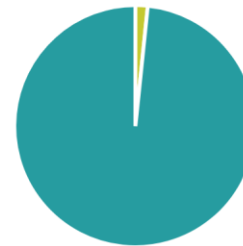


Tilastot | 30 vuorokautta



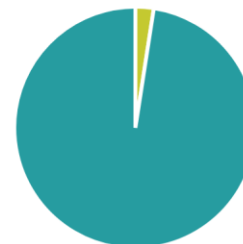
Laite 1 | Kokonaissäätö: 100

Katkot Tehonkulutus



Laite 2 | Kokonaissäätö: 150

Katkot Tehonkulutus



Laite 3 | Kokonaissäätö: 120

Ominaisuudet

- Tulevat katkot
- Tehonkulutus tilastot laitteittain: 1h, 24 h ja 30 vuorokautta
- Tehonkulutus vs katkot → kokonaissäästö laitteittain
- Kuluttaja saa ilmoituksen tulevista katkoista, jolloin hän ennättää reagoida niihin
- Mahdollisia lisäominaisuuksia nykyiseen käyttöliittymään ja mobiilisovellukseen?
 - Lämpötilamittaus?
 - Laskutustietoja?
 - Sähköpörssin hintatietoja?
 - Joustosta “tienatut” rahat?
 - Asunnon kokonaiskulutus?
 - Kotona / pois – kytkin?
 - Mitä muuta?
- Millaisia ominaisuuksia sähköyhtiön JouKo - palvelun käyttöliittymällä tulisi olla?
- Mitä dataa pitää kulkea JouKon ja sähköyhtiön verkkopalvelun välillä?

Jouko - prototyypit



Muut asiat

Sähköauton latauksen ohjaus

- Projektin on siirtynyt tutkimaan JouKo-laitteen edellytyksiä ja mahdollisuuksia taloyhtiöiden ja yksityisasuntojen sähköautojen latauksen ohjauksessa.
 - Kun sähköautojen määrä lisääntyy, kiinteistöjen verkon kapasiteetin riittävyys alkaa tulla kyseenalaiseksi.
 - Mikäli JouKolla hallittaisiin kiinteistöjen kuormia, ei kiinteistön liittymä/sulakekokoa tarvitsisi välttämättä kasvattaa.

Sähköyhtiön kysymykset/huomiot



Tunne huominen - All for the future.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Kysyntäjoustop tilanne Suomessa. Fingrid

<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/kysyntajousto/>

Kuva 2. Sähkön hinnan muodostuminen Lappeenrannan energia oy. Sähkön hinnan muodostuminen. Viitattu [29.8.2018]

<https://www.lappeenrannanenergia.fi/tuotteet/hinnastot%20ja%20ehdot/sahkohinnasto/Sivut/Sahkon%20hinnastot%20ja%20ehdot.aspx>.

Kuva 3. Energiamarkkinan muutos Honkapuro, Samuli (2017). Näkökulmia energia- ja ilmastostrategiaan. Viitattu [29.8.2018] <https://docplayer.fi/52821329-Nakokulmia-energia-ja-ilmastostrategiaan.html>