



Open your mind. LUT.  
Lappeenranta University of Technology

# **Kysyntäjoustotuotteet pienasiakkaille**

## **Demand response products for consumers**

Joni-Alexi Oinonen

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
LUT School of Energy Systems  
Sähkötekniikka

Joni-Alexi Oinonen

### **Kysyntäjoustotuotteet pienasiakkaille**

2018

Kandidaatintyö.

21 sivua, 6 kuvaa ja 1 taulukko.

Tarkastaja: Apulaisprofessori Samuli Honkapuro

Kysyntäjousto voidaan määritellä sähkönkulutuksen muutokseksi kuluttajan normaalista kulutuskäyttäytymisestä reaktiona sähkön hintaan tai sähkön toimittajapuolelta tapahtuvaan ohjaukseen. Pienasiakas ei ole aiemmin juurikaan osallistunut kysyntäjoustoan tarpeen, tekniikan ja tuotteiden puuttumisen takia.

Tämän kandidaatintyön ensimmäisissä osissa määritellään kirjallisuuden kautta mitä kysyntäjousto on ja käydään lyhyesti läpi, miksi kysyntäjousto on ajankohtaista. Tämän jälkeen käydään läpi kotitalouksille tarjolla olevia kysyntäjoustoratkaisuja ja jaetaan nämä kolmeen tyyppiin. Seuraavaksi on koottu nämä kolme tyyppiä yhteen taulukkoon, ja arvioitu eri tyyppien ratkaisuiden hyviä ja huonoja puolia.

Pienasiakkaalla on kolme tapaa osallistua kysyntäjoustoan.

Sähkön hintatiedolla tapahtuvassa ohjauksessa asiakas seuraa sähkön pörssihintaa ja ohjaa kulutustaan korkean sähkönhinnan tunneilta matalamman hinnan tunneille. Asiakkaan sähkösopimus pohjautuu sähkön spot-hintaan, jolloin asiakkaan kannustimena kysyntäjoustoan toimii pienempi sähkölasku.

Automaatiotuotteessa asiakas antaa kotinsa sähkölaitteiden hallinnan automaatiojärjestelmän vastuulle, joka hoitaa laitteiden kulutuksen ohjauksen joko erillisten ohjaukskäskyjen mukaan tai seuraamalla sähkön Spot-hintaa. Automaation ohjaukseen annetaan esimerkiksi kodin lämmitysjärjestelmä tai lämminvesivaraaja.

Energiaan pohjautuvalla tuotteella asiakas sitoutuu pitämään kulutuksensa nykyisellä tasolla ja mahdollisesti toimii saamiensa kehotusten mukaan ja välttää sähkönkulutusta tiettyinä tunteina. Asiakkaalla on tasahintainen sähkösopimus, jossa hän maksaa sähköstään joka kuukausi saman hinnan.

Pienasiakkaiden osallistuminen kysyntäjoustoan on vielä harvinaista ja melko hankalaa, mutta se tulee todennäköisesti yleistymään ja helpottumaan tulevaisuudessa.

## ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology  
LUT School of Energy Systems  
Electrical Engineering

Joni-Aleksi Oinonen

### **Demand response products for consumers**

2018

Bachelor's Thesis.

21 pages, 6 pictures and 1 table.

Examiner: Assistant professor Samuli Honkapuro

Demand response can be defined as a change in normal electricity consumption of the consumer as a reaction on the price of electricity or due to steering coming from the side of the electricity supplier. So far, consumers haven't really taken part in demand response due to the lack of necessity, technology and a lack available products.

In the first parts of this bachelor's thesis it is determined what demand response is and quickly went through why demand response is topical. After this, it goes through solutions offered for consumers to participate in demand response and divides them in three distinct types. At the end of the thesis, the information on these types is gathered in to a table and the thesis ends on an assessment of pros and cons of the solutions.

The consumer has three ways to participate in demand response.

In steering due to the price of electricity the consumer follows the Spot-price of electricity and aims their consumption from the hours of higher electricity price to hours when the price of electricity is lower. The price of electricity in the consumer's electricity contract is based on the Spot-price of electricity, so the incentive for the consumer to participate in demand response is a smaller electricity bill.

In the automation product the consumer gives the control of their home's electric appliances to the automation system, that handles their control either through outer commands or by following the Spot-price of electricity. Examples of appliances under control of the automation system would be the house's heating system or the boiler.

In the energy-based product, the consumer pledges to keep their consumption on the current level and possibly to steer their consumption in accordance to the requests from the providing company by avoiding excess electricity consumption during certain hours. The consumer has a set-price electricity contract, where they pay the same sum for their electricity each month.

The participation of consumers in demand response is currently quite rare and quite awkward, but it will most likely become more common and much easier in the future.

## SISÄLLYSLUETTELO

### Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

1.	Johdanto.....	6
1.1	Tutkimuskysymykset.....	6
1.2	Tutkimusmenetelmät .....	6
2.	Mitä kysyntäjousto on .....	7
3.	Miksi kysyntäjousto.....	9
3.1	Hyödyntämätöntä potentiaalia.....	9
3.2	Kulutuksen muutos .....	10
3.3	Tuotannon muutos .....	11
3.4	Älykäs sähköjärjestelmä .....	12
4.	Kotitaloudet ja kysyntäjousto .....	13
4.1	Sähkön hintatiedolla tapahtuva ohjaus .....	13
4.1.1	Fingridin Tuntihintasovellus.....	13
4.1.2	Pörssisähkötuotteet .....	13
4.2	Automaatiotuote .....	14
4.2.1	Fortum Fiksu Energiaseuranta.....	15
4.2.2	eKaista Ilma.....	15
4.2.3	Helenin Pörssisähkö Optimi ja OptiWatti -ohjausjärjestelmä.....	16
4.3	Energiaan pohjautuva tuote .....	17
4.3.1	eKaista Tasa.....	17
5.	Yhteenveto.....	18
6.	Johtopäätökset .....	19
	Lähteet .....	20

**KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET**

SMA Group Oy	Smart Meter Analytics Group Oy
DR	Demand Response, kysyntäjousto
DSM	Demand Side Management, kuormien hallinta
Nord Pool	Sähköpörssi

## 1. JOHDANTO

Suomen sähkövoimajärjestelmän toimivuus perustuu tuotannon ja kulutuksen tasapainoon; sähköverkon taajuus saa vaihdella 49,9 ja 50,1 hertsin välillä. Tätä ylläpidetään markkinaehtoisesti siten, että markkinatoimijoiden vastuulla on etukäteen suunnitella ja tasapainottaa tuotantonsa ja kulutuksensa. Etukäteen tehdyt suunnitelmat kuitenkin aina poikkeavat toteutuneesta tuotannosta ja kulutuksesta, ja Fingrid järjestelmävastaavana huolehtii kulutuksen ja tuotannon tasapainosta kunkin tunnin aikana. Sääötarjouksia aktivoimalla Fingrid pitää huolen sähköverkon toimivuudesta. Tällä hetkellä vain suurteollisuus on voinut tarjota kulutuksen joustoa, tarkoittaen kulutuksen hetkellistä vähentämistä tarvittaessa. Teollisuus on kuitenkin vain vähän alle puolet Suomen sähkökulutuksesta. Esimerkiksi kotitaloudet eivät tällä hetkellä jousta kysynnässään lainkaan, korkeintaan antavat lämminvesivaraajiensa lämmittää vanhan mallin mukaisella yösähköllä. Eikö olisi järkevää ottaa myös kotitaloudet mukaan huolehtimaan sähkökulutuksen ja tuotannon tasapainosta? Miten kotitaloudet voivat joustaa kysyntäänsä?

### 1.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymyksinä tässä kandidaatintutkielmassa ovat;

Mitä kysyntäjousto on?

Miksi kysyntäjousto on tärkeää tai ajankohtaista?

Minkälaisia jo olemassa olevia keinoja pienasiakkailta on kysyntäjoustoan osallistumiseksi?

### 1.2 Tutkimusmenetelmät

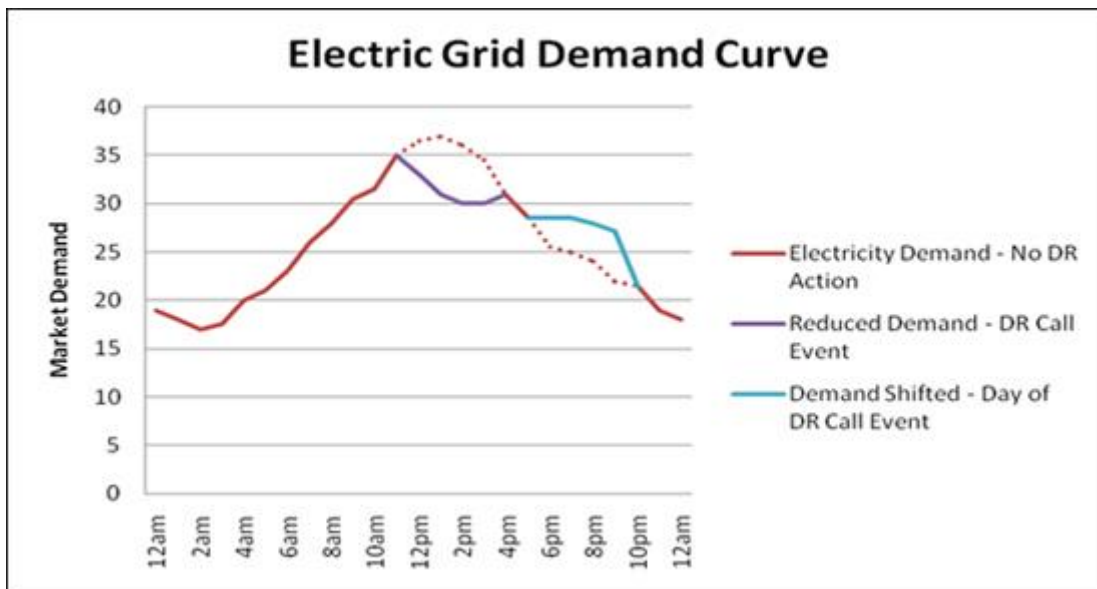
Tutkimus suoritettiin kirjallisuustutkimuksena tieteellisten artikkelien pohjalta sekä tutustumalla kuluttajille jo tarjolla oleviin kysyntäjoustoan keinoihin sähköalan toimijoiden internet-sivujen ja julkaisujen kautta.

## 2. MITÄ KYSYNTÄJOUSTO ON

Kysyntäjousto, DR, voidaan määritellä sähkönkulutuksen muutokseksi kuluttajan normaalia kulutuskäyttäytymisestä reaktiona sähkön hintaan tai sähkön toimittajapuolelta tapahtuvaan ohjaukseen. Kysyntäjousto sisältää kaikki tarkoituksenmukaiset muutokset sähkön kulutuskäyttäytymiseen, joiden tarkoituksena on muuttaa kulutuksen ajankohtaa, kulutuksen huipun suuruutta tai sähkön kokonaiskulutusta. (Albadi & El-Saadany 2007)

Kysyntäjousto voidaan jakaa kahteen osaan; demand side management, DSM, keskittyy verkon huippukuormituksen pienentämiseen. DSM:än pääkohteet ovat load shifting, eli kuorman siirto sekä load reduction, eli kuorman vähennys. Load shifting havainnollistetaan kuvassa 2.1. Kysyntäjouaston toinen osa on hintaperusteista kulutuksen ohjausta. Tässäkin tapauksessa kyse on pääasiassa load shiftingistä, jossa ohjataan asiakkaiden kulutusta pois kalliimman hinnan huippukuormatunneilta ja siten saadaan verkon huippukuormitus pienemmäksi.

Kotitalouksien kannalta kysyntäjouaston voi tiivistää kuvaan 2.1.



Kuva 2.1 Kysyntäjousto pähkinänkuoressa (City of Glendale, Calif. 2014)

Kuvassa punainen käyrä havainnollistaa kysyntää ilman joustoa, violetti kysyntää jouston aikana ja sininen toisille tunneille tullutta lisäkuormaa jouston seurauksena.

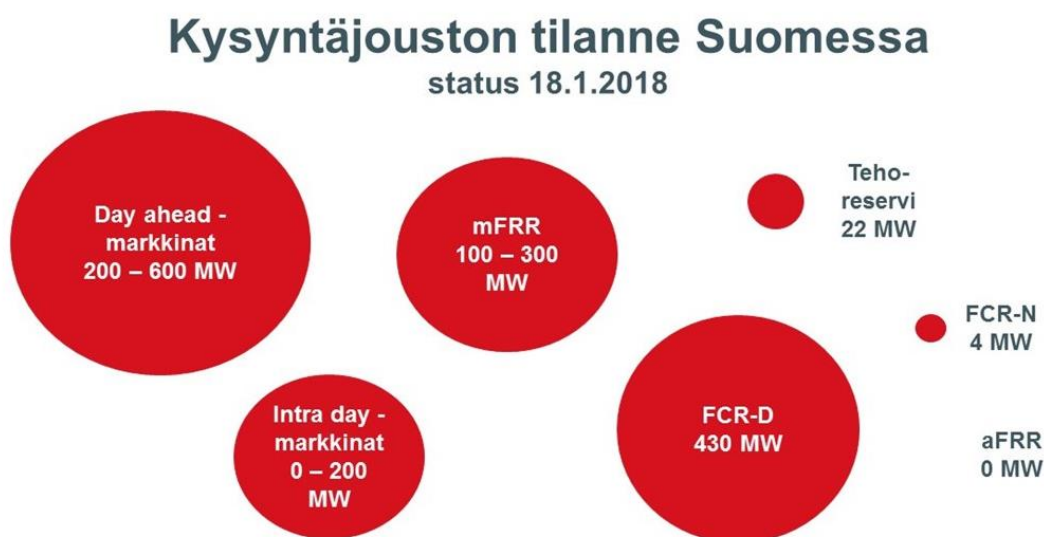
Kysyntäjoustolla siis parannetaan sähköjärjestelmän toimintaa, sillä siinä missä järjestelmän toimivuus oli aiemmin täysin sähkön toimittajien ja sähköverkkoyhtiöiden vastuulla, kysyntäjousto tarkoittaa sitä, että nyt myös kuluttajat voivat toiminnallaan pitää huolta järjestelmän toimivuudesta siirtämällä kulutustaan tunneille, joissa tuotannon on helpompi niihin vastata, lisäten verkon joustavuutta. Niin sanottujen jäykkien sähkön tuotantomuotojen osuuden kasvaessa kokonaistuotannosta verkon joustokyky vähenee, ja joustokyvyn laskeessa vähenee verkon kyky korjata itseään ja selviytyä epänormaaleista tilanteista, kuten tuotantoyksikön rikkoutumisesta tai yllättävästä pakkasjaksosta.

Järjestelmän joustavuudella tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä, että perinteisissä fossiilisia polttoaineita tai vesivoimaa käyttävissä tuotantolaitoksissa on mahdollista säätää tuotannon

määrää melko paljonkin joko ylös tai alas kysynnän mukaan, mutta jäykissä tuotantomuodoissa, kuten sääriippuvat tuotantomuodot (tuuli- ja aurinkovoima) sekä tasaisesti ajettava ydinvoima, ei kovin suureen säätöön kyetä joko teknisten tai taloudellisten syiden takia (Järventausta et al. 2015).

Kysyntäjousto ei ole ideana uusi, sillä Suomessa suurteollisuuden kuormia on toiminut tehotasapainon ylläpidossa käytettävänä reserveinä jo pitkään, ja useat ihmiset ovat siirtäneet kulutusta päivältä yölle esimerkiksi lämmittämällä asuntojaan pääasiassa yöllä ja siten hyödyntäneet halvempaa sähköhintaa. (Fingrid 2017) Älyverkkotyöryhmän raportissa (Pahkala T. et al. 2018) on kuitenkin ehdotettu tästä halvemmasta yöllisestä sähköhinnasta ja jakeluverkkoyhtiöiden tarjoamasta yönsähkөөhjauksesta luopumista markkinaehtoisen dynaamisen kulutuksen ohjauksen mahdollistamiseksi.

Fingrid on kuvannut markkinoilla olevan kysyntäjouaston määrää Suomessa. Tästä kuvasta 2.2 huomataan, että kysyntäjousto voi osallistua samoille markkinapaikoille kuin tuotantoressit.



Kuva 2.2 Kysyntäjouaston tilanne Suomessa (Fingrid 2017)

Day ahead eli vuorokausimarkkinoilta (Fingrid a 2018) voidaan ostaa seuraavalle päivälle tarjottua tuotantoa, tai joustoa, toivottua päivää edeltävän päivän kello 13.00 mennessä. Tämä sopii kaikille pienasiakkaiden kysyntäjouaston tavoille, sillä on melko helppo määrittää tietyt tunnit, joiden aikana esimerkiksi saunan tai muiden suurien kuormien kytkemistä pitäisi välttää. Kuvan mFRR tarkoittaa säätösähkömarkkinoita, joille osallistuminen on suurimmalle osalle pienasiakkaiden kysyntäjoustoratkaisuista mahdotonta tai hankalaa vaaditun nopean ohjauksen takia. mFRR markkinat sulkeutuvat 45 minuuttia ennen käyttötuntia ja aktivoitumisaika täydelle myydylle tuotannolle tai joustolle on 15 minuuttia. Lähes sama ongelma löytyy myös päivän sisäisestä, eli intra day -, markkinasta, joka sulkeutuu 30 minuuttia ennen käyttötuntia mutta jossa aktivoituminen tapahtuu tunnissa. Intra day -markkinoille osallistuminen on pienasiakkaiden joustolle mFRR:ää helpompaa juuri tämän pidemmän aktivoitumisajan ansiosta. FCR-D:hen eli taajuusohjattuun häiriöreserviin osallistuminen on myös suurimmalle osalle pienasiakkaiden kysyntäjoustoratkaisuista hankalaa todella



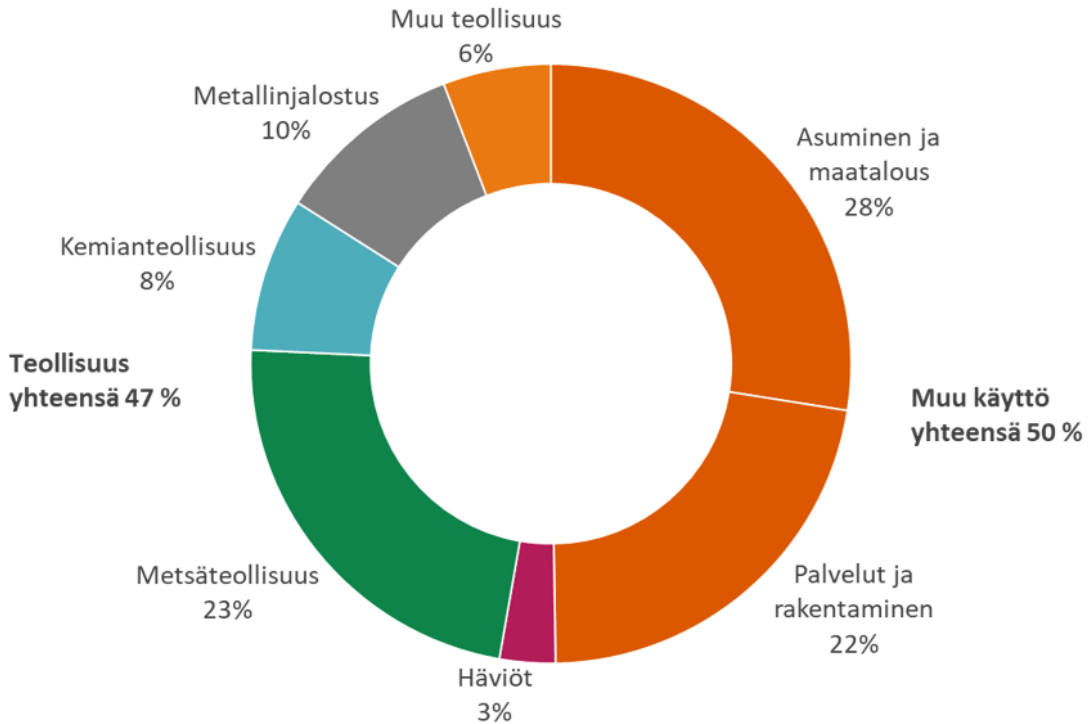
nopean aktivointiajan takia, mutta tällekin markkinalle on pienasiakkaan mahdollista osallistua esimerkiksi aggregaattorin hoitaman lämminvesivaraajan ohjauksen kautta.

Taajuusohjattuun käyttöreserviin (FCR-N), tehoreserviin tai automaattiseen taajuudenhallintareserviin (aFRR) en pienasiakkaiden tarjoamaa kysyntäjoustoja sijoittaisi liian monta kertaa päivässä tapahtuvan säädön takia. FCR-N aktivoitumisen kerrotaan tapahtuvan useita kertoja tunnissa, tehoreservi vaatisi pitkäaikaisen valmiuden joustaa kysyntää 15 minuutin varoitusaikalla ja automaattiseen taajuudenhallintareserviin osallistuminen hankaloittaisi asiakkaiden elämää liikaa useita kertoja vuorokaudessa tapahtuvien säätöjen kautta, jossa aikaa aktivoida täysi tarjottu jousto olisi vain 2 minuuttia.

### **3. MIKSI KYSYNTÄJOUSTO**

#### **3.1 Hyödyntämätöntä potentiaalia**

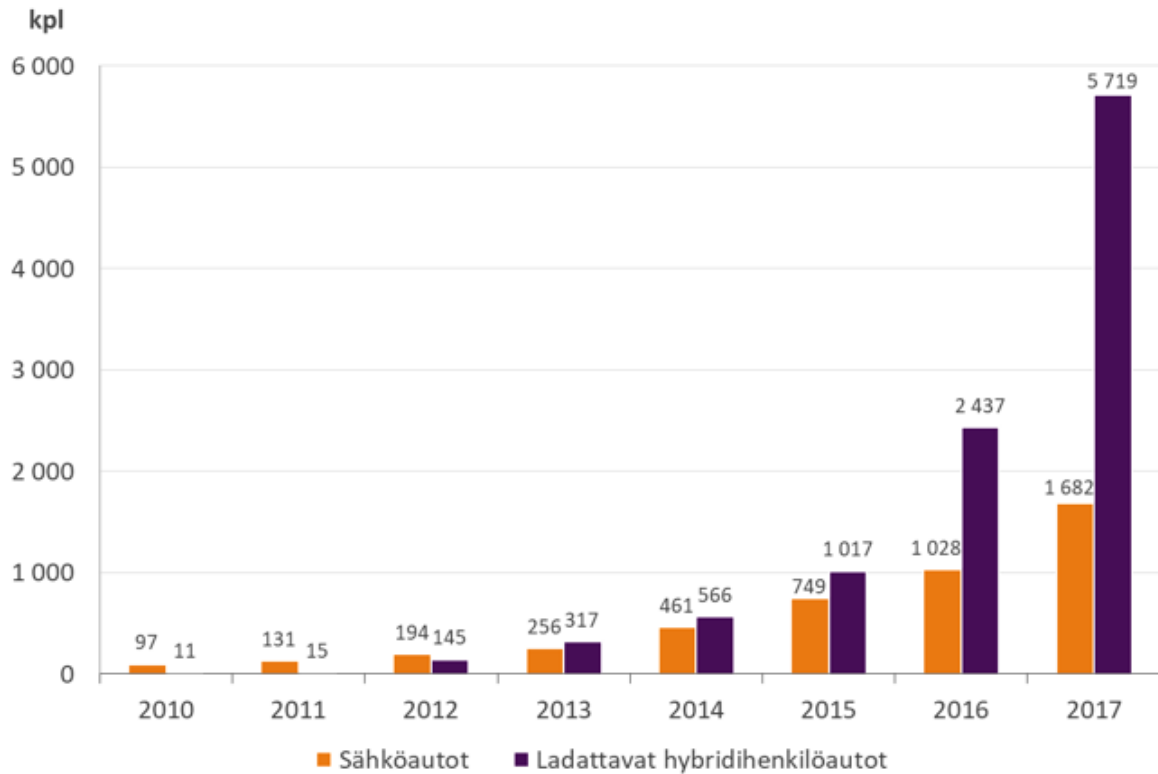
Tällä hetkellä kysyntäjousto on osallistuneet pääasiassa suurteollisuuden kuormat teho-  
tasapainon ylläpidossa käytettävänä reserveinä, keskittyen metsä- metalli- ja kemianteollisuuteen (Fingrid 2017). Kuten kuvasta 3.1 huomataan, asuminen ja maatalous muodostivat 28 prosenttia Suomen sähkönkulutuksesta vuonna 2017. Siinä on suuri, tällä hetkellä lähes täysin hyödyntämätön voimavara sähköjärjestelmän ylläpitoon kysyntäjoustopuolella. Yksittäisen kotitalouden käyttö ei tarjoa suurta vaikutusta kokonaisuuteen, mutta kokoamalla useita kotitalouksia saman aggregaattorin taakse voidaan kuluttajista muodostaa kokonaisuus, joita ohjaamalla voidaan vaikuttaa sähköjärjestelmän toimivuuteen huomattavasti. Aggregaattorin avulla on mahdollista vähentää sähkön kulutusta kulutushuippujen aikana, hinnan ollessa korkeampi tai vaihtoehtoisesti lisätä kulutusta, kun tarjontaa on runsaasti ja hinta on matala. Samalla sekä järjestelmän toimitusvarmuus että tehokkuus paranevat ja sähkökäyttäjien kustannukset alenevat (Pahkala T. et al. 2018).



Kuva 3.1 Sähkön kokonaiskäyttö Suomessa vuonna 2017. (Energiateollisuus ry 2017)

### 3.2 Kulutuksen muutos

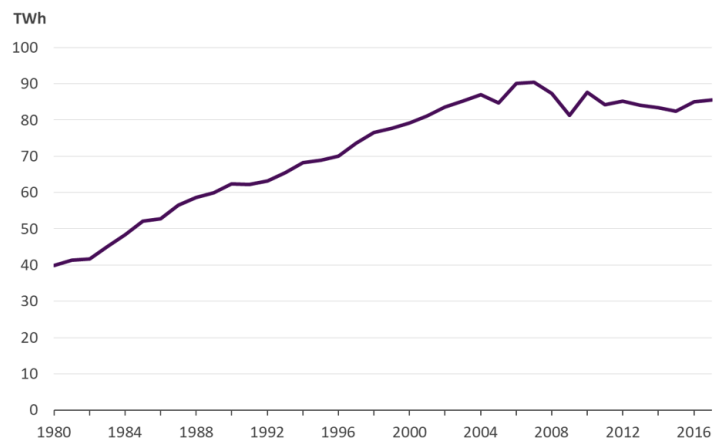
Sähköautojen ja hybridien määrän kasvu Suomen ajoneuvoista tuo täysin uuden kuorman Suomen sähköjärjestelmään. Työmatkat ajetaan sähköautolla, ja kotiin saavuttaessa auto kytketään verkkoon lataamaan akkuja ja odottamaan seuraavan päivän matkaa töihin ja takaisin. Kytkettäessä sähköauto latautumaan ilman älykästä latausta muodostuu sähkön kulutusprofiiliin uusi kulutuspiikki arkipäiville työpäivien päättyessä. Kuvassa 3.2 on esitetty sähköautojen ja hybridien määrä Trafín tietokannassa.



Kuva 3.2 Sähköautojen ja ladattavien hybridien määrä Suomen ajoneuvokannassa. (Energiateollisuus ry 2017)

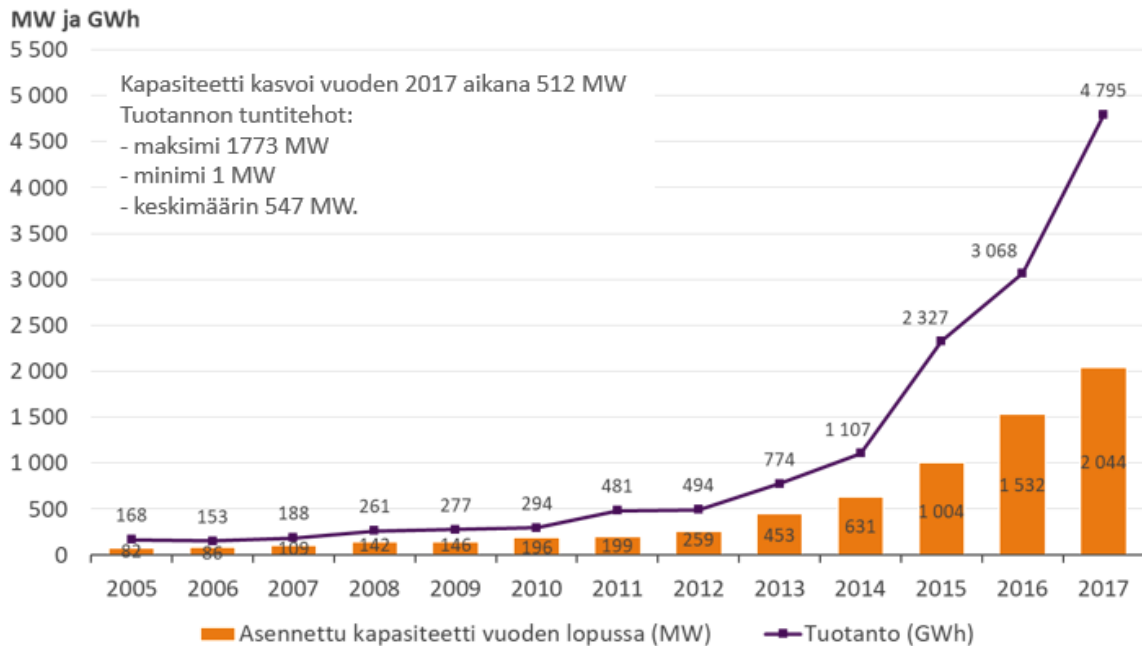
### 3.3 Tuotannon muutos

Suomen sähkönkulutus on alkanut tasaantumaan noin 85 TWh:n tuntumaan. Sähkönkulutus on alkanut stabiloitumaan, mutta sähkön tuotanto on muuttumassa. Suuria ja helposti säädettäviä voimalaitoksia on poistumassa markkinoilta halvan ja kannattavan uusiutuvan tuotannon tieltä. Tuotannosta yhä suurempi osa on uusiutuvaa tuotantoa, ja tämä hankaloittaa kysynnän ja tuotannon kohtaamista.



Kuva 3.3 Sähkön kokonaiskäyttö Suomessa vuosina 1980-2017. 85,4 TWh vuonna 2017, eli kulutus lisääntyi 0,4% vuodesta 2016. (Energiateollisuus ry 2017)

Esimerkiksi tuulivoiman osuuden lisääntyessä tuotannosta voi ongelmaksi muodostua tuotannon ja kysynnän kohtaaminen – onko kulutus suurinta juuri parhaimpien tuuliolosuhteiden aikana, vai sattuuco päivän kulutushuippu hetkeen, jolloin tuulta ei ole tarpeeksi? Kysyntäjoustolla saadaan näitä hetkiä lähemmäs toisiaan.



Kuva 3.4 Tuulivoimatuotanto ja kapasiteetti Suomessa. (Energiateollisuus ry 2017)

Hajautetun tuotannon lisääminen luo kotitalouksille tarpeen ohjata kulutustaan tunneille, joilla heidän oma tuotantonsa on hyödynnettävissä. Esimerkiksi kotitalouteen asennetut aurinkopaneelit maksavat itsensä takaisin sitä nopeammin, mitä enemmän asukas saa itse käytettyä niiden tuottamaa energiaa ja välttyy näin verkkosähkön ostamiselta. Ohjaamalla kysyntää niille hetkille, joina omaa tuotanto on rutkasti, saa mikrotuotantolaitoksen omistaja säästöjä ja myös verkon kuorma vähenee näiltä hetkiltä.

### 3.4 Älykäs sähköjärjestelmä

Etäluettavien mittarien ansiosta asiakkaiden kulutus tunnetaan ja osana tulevaisuuden sähköjärjestelmää voidaan ohjata asiakkaiden kulutusta sähköverkon tarpeiden mukaan entistä tarkemmin. Tätä dataa hyödyntämällä voidaan helposti ohjata mahdollista kysyntää tuottajien tueksi, jolloin sähköjärjestelmän ylläpito helpottuu. Kysyntäjousto luo myös mahdollisuuksia uusille yrityksille ja sitä kautta luo uutta teollisuutta Suomeen.

Älyverkkotyöryhmän ehdotuksen (Pahkala T. et al. 2018) mukaan jakeluverkkoyhtiöiden nykyisestä kuormanohjauksesta luovutaan. Samassa raportissa myös ehdotetaan, että kuormanohjaustoiminnallisuus tulisi olla osana seuraavan sukupolven älymittareita sellaisilla asiakkailla, joilla on merkittäviä ohjattavia kuormia. Tämä on ehdotuksena hyvä, sillä se ilmeisesti siirtäisi suurimman osan kysyntäjouston mahdollistavien laitteiden investointikustannuksesta joustosta mahdollisesti eniten hyötyvälle osapuolelle, eli verkon haltijalle.

## 4. KOTITALOUDET JA KYSYNTÄJOUSTO

Hyödyntääkseen kysyntäjoustoja aktiivisesti omassa taloudessaan esimerkiksi välttämällä sähkön kulutusta kysynnän ollessa koholla, täytyy kuluttajan saada tieto sen hetkisen sähkönkulutuksen tilasta esimerkiksi sähkön Spot-hintaa seuraamalla. Hälytys korkeasta sähkön hinnasta onnistuu esimerkiksi älypuhelimien sovelluksella, joka antaa käyttäjälle ilmoituksen tämän sovellukseen asettamien hintarajojen paukkuessa, ja siten kuluttaja voi esimerkiksi päättää olla saunomatta tai pyykkäämättä seuraavan tunnin aikana. Joustosta henkilökohtaisesti hyötyminen vaatii kuluttajan sähkönsopimuksen olevan sellainen, että kulutuksen siirtämisestä on hyötyä eli kuluttajan sähkönsopimuksen on oltava jotenkin sidoksissa sähkön pörssihintaan. Kiinteähintaisella sähkönsopimuksella elävä kuluttaja voi myös seurata sähkön hintaa ja ohjata omaa kulutustaan pois korkeamman hinnan alueelta helpottaakseen sähkön toimittajien taakkaa vastata kysyntään, mutta tästä kuluttaja ei saa muuta kuin hyvän mielen.

Pienasiakkaalle tarjolla olevat kysyntäjoustoratkaisut voidaan jakaa kolmeen perustyyppiin; sähkön hintatiedolla tapahtuvaan ohjaukseen, automaatiotuotteeseen sekä energiaan pohjautuvaan tuotteeseen.

### 4.1 Sähkön hintatiedolla tapahtuva ohjaus

Tässä joustossa asiakas seuraa seuraavan vuorokauden sähkön hintaa itse tai jonkin sovelluksen kautta ja ohjaa omaa kulutustaan pois kalliin sähkön hinnan tunneilta. Asiakkaan sähkön hinta on sidottu sähkön spottihintaan, jolloin jouston ansiosta saadut säästöt tulevat asiakkaalle itselleen. Alla muutama esimerkki tämänkaltaisista sähkönsopimuksista, sekä asiakkaan keinoista seurata sähkön hintaa.

#### 4.1.1 Fingridin Tuntihintasovellus

Ehkäpä helpoin tapa pienkuluttajalle alkaa harjoittamaan kysyntänsä joustoa on hankkia sähkönsopimus, jossa sähkön hinta perustuu joka tunti senhetkiseen sähkön Spot-hintaan ja ladata älypuhelimensa Fingridin maksuton Tuntihinta-mobiilisovellus (Fingrid b 2018). Tuntihinta-mobiilisovelluksen avulla voi seurata sähkön pörssihintaa, eli Suomen sähkön aluehintaa.

Sovellusta asentaessa kysytään käyttäjältä arvion tämän vuosikulutuksesta sekä käyttäjän haluamat sähkön hintahälytysten ylä- ja alarajat. Sovellus sitten hälyttää, joko edellisenä päivänä tai tuntia ennen kyseistä hälytykselle asetettua hintaa, kun käyttäjän asettama sähkön Spot-hinnan yläraja ylittyy tai alaraja alittuu, antaen kuluttajalle mahdollisuuden ohjata omaa kulutustaan. Tuntihinta-sovelluksella voi myös seurata sähkön hintaa kätevästi hälytysrajojen ulkopuolellakin, ja hintakuvaajien perusteella voi yrittää ohjata omaa sähkönkulutustaan hinnaltaan halvempien ja sitä kautta pienikulutuksellisempien tuntien kohdille.

#### 4.1.2 Pörssisähkötuotteet

Pörssisähkötuote tarkoittaa sähkönsopimusta, jossa kuluttaja maksaa sähköstään sen kulutustunnin mukaisen Nord Pool -sähköpörssin Suomen hinta-alueen Spot-hinnan, johon sähköyhtiö lisää oman välityspalkkionsa, jonka suuruus vaihtelee yhtiöittäin. Seuraavissa osioissa tuon esiin kaksi esimerkkiä tämänkaltaisista sähkönsopimuksista.

#### 4.1.2.1 Fortum Tarkka ja OmaFortum

Fortumin tarjoamista sähkösopimuksista ainut sähkön pörssihintaa seuraava ja siten kysyntäjoustajaa hyödyttävä sopimus on nimeltään Fortum Tarkka (Fortum a 2018). Kirjoitushetkellä Tarkka-sopimuksessa sähkönsä saa Nord Pool -sähköpörssin Suomen hinta-alueen Spot-hinnalla, johon on lisätty 0,3 snt/kWh suuruinen välityspalkkio sekä 24% suuruinen arvonlisävero. Sopimuksen kuukausittainen perusmaksu on 4,02 euroa.

Sähkösopimukseen ei kuulu erillistä keinoa saada tietoja sähkön tuntihinnoista, vaan asiakkaalla on käytössään sama Fortumin OmaFortum-älypuhelinsovellus kuin muillakin Fortumin asiakkailta, johon on mahdollista asettaa samanlaisia hintavahteja kuin Fingridin tarjoamaan Tuntihinta-sovellukseen sekä seurata sähkön pörssihintaa kuten Tuntihinta-sovelluksessa. Erona Tuntihinta-sovellukseen on se, että asiakas näkee sovelluksen (Fortum a 2018) kautta myös oman kulutuksensa sekä yksityiskohtaisia asiakastietoja, sillä OmaFortum vaatii kirjautumisen.

#### 4.1.2.2 Helenin Pörssisähkö

Helenin Pörssisähkösopimuksessa (Helen b 2018) kuluttaja maksaa aina kulutuksestaan kulutustunnin mukaisen Nord Pool -sähköpörssin ilmoittaman Suomen hinta-alueen hinnan, johon lisätään sähkösopimuksessa sovittu marginaali, kirjoitushetkellä Helenin tarjolla olevassa sopimuksessa 0,24 eurosenttiä per kilowattitunti. Helenillä ei tähän sopimukseen ole tarjolla keinoa seurata sähkön hintaa tai kulutusta tai ohjata omaa kulutustaan muuten kuin lataamalla älypuhelimella Fingridin Tuntihinta-sovelluksen ja toimimalla siitä tulevien itse määritettyjen ilmoitusasetusten mukaan. Pörssisähkösopimuksesta hyötymistä varten joutuu kuluttaja myös hankkimaan kulutuksen ohjailuun tarvittavan automatiikan itse, tai juoksemaan itse sähkökaapille lämmityksiä säätämään.

Helenin internetsivuilta on mahdollista seurata omaa päivällä toteutunutta sähkönkulutustaan jälkikäteen Sävel Plus -palvelun kautta, josta asiakas voi käydä tarkistamassa edellisen päivän sähkönkulutuksensa sekä tarkastella sähkönkulutuksensa aiheuttamia kustannuksia jokaisen tunnin kohdalla. Kysyntäjoustajalle ei tämä sovellus ole kuitenkaan hyödyllinen muuta kuin kuriositeettina, sillä Sävel Plus ei tarjoa ennakkovaroituksia sähkön hinta- tai kulutuspiikeistä vaan sähkön hinnan ja kulutuksen seuranta on hoidettava itse muilla keinoin.

## 4.2 Automaatiotuote

Toinen keino pienasiakkaalle osallistua kysyntäjoustoon on kotiautomaation kautta. Asiakas asentaa tai asennuttaa kotinsa sähkölaitteisiin, esimerkiksi ilmastointiin tai lämminvesivaraajaan, etäohjauksen, jonka kautta sitten joko mahdollisen ulkoisen signaalin (Fortum) tai automaation avulla (eKaista ja OptiWatti) laitteiden käyttöä ohjataan. Esimerkkeinä näistä ratkaisuista olen käsitellyt Fortumin, eKaistan sekä OptiWatin järjestelmiä. OptiWattia käsitellen Helenin sähkösopimuksen kanssa Helenin ja OptiWatin yhteisen kampanjan takia.

#### 4.2.1 Fortum Fiksu Energiaseuranta

Fortum Fiksu Energiaseuranta (Fortum b 2018) on Fortumin tarjoama palvelu, jonka avulla omakoti- tai rivitaloasukas voi osallistua kysyntäjousto. Palvelun ominaisuuksina ovat asiakkaalle tarjottu reaaliaikainen sähkönkulutusseuranta älypuhelimella, talon lämminvesivaraajan etäohjaus älypuhelimella sekä arvio palvelun ansiosta toteutuneen kysyntäjoustopalvelun vaikutuksista päivittäin päivittyvällä ympäristöraportilla.

Palvelu on mahdollista ottaa käyttöön, jos asiakas asuu omakoti- tai rivitalossa, jossa on suora sähkölämmitys sekä yösähköä käyttävä lämminvesivaraaja (Fortum c 2018). Palveluun kuuluu 99 euron hintainen lämminvesivaraajan ohjauslaitteen asennus sähköpääkeskukseen sekä Fortum Fiksu Energiaseuranta –palvelu Fortumin asiakkailleen tuottamassa OmaFortum-sovelluksessa. Palvelun käyttöönotto ei myöskään velvoita Fortumin asiakkuuteen, vaan Fiksu Energiaseuranta-palvelun voi ottaa käyttöön, vaikka ostaisikin sähkönsä toiselta energiayhtiöltä, kunhan tehdyssä sähkösopimuksessa on erillinen hinta yösähkölle. Palvelun hinta asennuksen jälkeen on 4,90 euroa kuukaudessa.

Palvelun kysyntäjousto toteutuu siten, että sen sijaan että alueen jokainen yösähköä käyttävä lämminvesivaraaja kytkeytyisi päälle yösähköajan alkaessa 22.00, ohjataan Fortumin palveluun liittyneitä lämminvesivaraajia kytkeytymään päälle porrastetusti siten, että palveluun liittyneiden lämminvesivaraajien sähköntarve pysyy yön aikana suurin piirtein samana eikä yön ensimmäisille tunneille synny kaikkien yösähköllä vettä lämmittävien lämminvesivaraajien aiheuttamaa kysyntäpiikkiä. Palvelun ohjaus on lähes reaaliaikaista, joten Energiaseurannan kautta on mahdollista osallistua myös muille kuin vuorokausimarkkinoille. Fortum lupaa kuitenkin, että aamulla jokaisella asiakkaalla on käytössään lämmintä vettä aivan kuin ennen porrastettuun kytkeytymiseen siirtymistä. Fortum mahdollistaa soveltuvien lämminvesivaraajien ohjauksen asentamalla palveluunsa liittyville asiakkaille lämminvesivaraajan ohjauslaitteen maksutta heidän kotiensa sähköpääkeskuksiin.

Fortum julkaisee palvelussaan mukana olevien lämminvesivaraajien määrän sekä niiden ohjaamisesta säästyneen sähkön määrän Ympäristöraportissa (Fortum d 2018). Kirjoitushetkellä Fortum ilmoittaa palvelussa olevan mukana hiukan yli 1800 lämminvesivaraajaa, ja että niiden ohjaamisella on helmikuussa 2018 tasapainotettu sähköverkkoa yhdessä yhteensä 310 megawattituntia.

#### 4.2.2 eKaista Ilma

eKaista on SMA Group Oy:n tarjoama palvelu kuluttajille, missä kuluttaja tilaa kotiinsa eKaistan myymän ilmalämpöpumpun ja sen älykkääseen ohjaamiseen tarvittavat sensorit ja säätimet (eKaista 2018). Palvelu lupaa 30 prosentin säästötakuun lämmitysenergiasta suorasähkölämmitteisille omakoti-, pari- ja rivitaloille, joissa ei vielä ole ilmalämpöpumppua.

eKaista Ilmassa (eKaista Ilma 2018) kuluttajan kotiin asennetaan ilmalämpöpumppu ja sen älykkääseen ohjaukseen tarvittavat sensorit, jotka mittaavat lämpötilaa, havainnoivat liikettä ja toimivat palovarottimina; energiamittari ilmalämpöpumpun energiankulutuksen seurantaan sekä ohjain, jonka kautta eKaistan äly säätää ilmalämpöpumppua. Kuluttaja saa myös käyttöönsä mobiilisovelluksen, jonka kautta hän voi seurata oman kiinteistönsä lämmitystietoja ja energiankulutusta, sekä säätää huonelämpötilatoiveita, joiden mukaan ilmalämpöpumppu lämmittää sisäilmaa. Mobiilisovellus myös havainnollistaa kuluttajalle eKaista palvelun kautta syntyneen säästön kokonaisenergiassa ja huonetilan lämmityksessä.

Energiasäästöt palvelussa syntyvät ennaltaehkäisemällä turhaa lämmitystä; sen sijaan että asiakkaan kodissa sisälämpötila pysyisi jatkuvasti tasaisena, laskee ilmalämpöpumppu automaattisesti huoneiden lämpötilaa muutamalla asteella silloin, kun kodin asukkaat eivät ole paikalla. Mobiilisovelluksen kautta asukas voi myös kertoa ilmalämpöpumpulle ennakoiduista pidemmistä poissaoloista kotoa, jolloin ilmalämpöpumppu laskee tyhjän talon huonelämpötilan sovittuun ylläpitolämpötilaan, joka voi olla 10-17 celsiusastetta. Kotiinpaluupäivän lähestyessä ilmalämpöpumppu nostaa kodin lämpötilan takaisin asumislämpötilaksi.

eKaista-palvelu myös hakee automaattisesti joka vuorokaudelta pörssisähkön halvimpia tunteja ja pyrkii ohjaamaan lämmityksestä johtuvaa sähkönkulutusta näille halvimmille tunneille, toteuttaen kysyntäjoustoa ja tasaten kulutuspiikkejä sekä säästäen rahaa talon asukkaiden sähkölaskussa.

eKaista Ilman hinta koostuu laitteiden asennuskustannuksesta ja laitteiden hankintahinnasta sekä palvelumaksusta. Palvelun voi ottaa käyttöön joko suoraan hankinnalla, josta esimerkkinä alle 100 neliön asunnolle kerrotaan hinnan alkavan kotitalousvähennyksellä 1850 eurosta. Ilman kotitalousvähennystä hinnan kerrotaan olevan 2250 euroa, josta asennuksen osuus on 800 euroa. Tällä hinnalla asiakas saa kotiinsa tarvittavat laitteet, näiden asennuksen sekä 12 kuukauden ohjauspalvelun. Osamaksulla samankokoiseen taloon saa palvelun 36 kuukauden ajaksi 76 eurolla kuukaudessa, sisältäen laitteet, asennukset ja 36 kuukauden ohjauspalvelun.

#### **4.2.3 Helenin Pörssisähkö Optimi ja OptiWatti -ohjausjärjestelmä**

Kysyntäjoustajalle kiinnostavin Helenin tarjoama sähkösopimus on Pörssisähkö Optimi, joka toimii muuten samoin kuin tavallinenkin Pörssisähkö-sopimus, paitsi että Pörssisähkö Optimissa ei Spot-hintaan lisätä erillistä marginaalia sekä sopimus edellyttää OptiWatti-ohjausjärjestelmän omistamista.

OptiWatti (OptiWatti 2018) on OptiWatin valtuuttaman sähköurakoitsijan asentama langaton kodin lämmityksen seuranta- ja ohjausjärjestelmä, jonka avulla asukas voi ohjata kotinsa huoneiden lämpötiloja myös etänä internetin kautta. OptiWatin luvataan seuraavan jatkuvasti sähkön hintavaihtelua Nordpoolin sähköpörssissä ja ohjaavan huoneistonlämmityksen automaattisesti aina edullisimmille tunneille tinkimättä kuitenkaan asumismukavuudesta.

OptiWattia käyttäekseen ei asiakkaan tarvitse seurata sähkön hinnanvaihteluita oikeastaan lainkaan, vaan automatiikka hoitaa tämän, ja koska OptiWatin kautta sähkönkulutus ohjautuu halvempien ja sitä kautta pienikysyntäisempien tuntien kohdalle toteutuu kysyntäjousto ainakin kodin lämmitysjärjestelmän osalta automaattisesti. Käyttäjä asettaa haluamansa lämpötilat tuntikohtaisesti viikon eri päiville, jonka jälkeen OptiWatti pitää huolen toivottujen lämpötilojen toteutumisesta. Takaisinmaksuajan OptiWatti-järjestelmälle kerrotaan olevan tyypillisesti 3-5 vuotta (OptiWatti b 2018), tosin järjestelmän takaisinmaksu ei tule kysynnän ohjauksesta aiheutuvasta säästöstä sähkölaskussa vaan kokonaisvaltaisesta sähkönkulutuksen laskusta, kun huoneistoa ei enää lämmitetäkään yli tarpeiden vaan automatiikka optimoi tarvittavan lämmityksen määrän huoneen käytön ja talossa olevan ihmismäärän perusteella.

Pörssisähkö Optimi OptiWatti-ohjausjärjestelmän kanssa on Helenin tarjoama sähkösopimus, jolla pääsee käsiksi kysyntäjoustoon. OptiWatti ei kuitenkaan ole osa Helen-konsernia,



joten kyseinen ohjausjärjestelmä on mahdollista ottaa käyttöön myös muiden sähköntoimitajien sopimusten kanssa, eikä sen käyttö edellytä pörssisähkön hintaan pohjautuvaa sähkö-sopimusta.

### **4.3 Energiaan pohjautuva tuote**

Kolmas keino pienasiakkaalle osallistua kysyntäjousto on hankkia tasahintainen sähköso-pimus. Tässä sopimuksessa asiakas sitoutuu pitämään kulutuksensa nykyisenlaisena ja mah-dollisesti seuraamaan kulutustaan ja siirtämään sitä huokeamman sähkön hinnan tunneille.

#### **4.3.1 eKaista Tasa**

eKaista Tasa (eKaista Tasa 2018) on eKaistan tarjoama kiinteähintainen sähköso-pimus sähkölämmitteisiin omakotitaloihin Suomessa. Tässä palvelussa asiakkaan kotiin asennetaan myös automaatiojärjestelmä optimoimaan kodin sähkökäyttöisten laitteiden (lämmivesiva-raajan, lämmitysjärjestelmän ja muiden sähkölaitteiden) kulutusta muun muassa sen perus-teella, onko sisätiloissa ketään. Palvelussa ohjataan laitteiden sähkönkulutusta automaatti-sesti pörssihinnaltaan edullisille ja sähköverkkoa vähän kuormittaville tunneille. Tasa-pal-veluun kuuluva älypuhelinsovellus myös auttaa asukasta ohjaamaan kulutustaan muun mu-assa ilmoittamalla sähkön hinnassa tapahtuvista muutoksista, jolloin asukas voi itse ohjata kulutustaan sähkön hinnaltaan halvemmille tunneille, jolloin sähkön kulutus on pienempää, ja toteuttaa täten kysyntäjousto leikkaamalla omaa kulutustaan huippukulutustunneilta. Asiakas maksaa sähköstään joka kuukausi saman verran riippumatta siitä, onko tämä kulut-tanut vähemmän sähköä kuin olisi kuluttanut ilman ohjausta. 20 000 kWh verran sähköä kuluttavien kotien keskimääräisen vuosisäästön kerrotaan olevan noin 200 euroa, ja ensim-mäisen vuoden säästöillä kustannetaan asiakkaan kotiin asennettavat automaatiolaitteet. Seuraavien vuosien säästöt luvataan asiakkaan saavan suoraan itselleen.

## 5. YHTEENVETO

Taulukossa 5.1 on esitetty yhteenveto kysyntäjoustotuotteista pienasiakkaille.

Taulukko 5.1 Yhteenveto kysyntäjoustotuotteista pienasiakkaille.

	Mitä	Hyvää	Huonoa	Esimerkiksi	Muuta
Sähkön hintatiedolla tapahtuva ohjaus	Sähkön pörssihinnan seuranta ja sähkönkulutuksen siirtämistä korkean hinnan tunneilta matalamman hinnan tunneille.	Helppo aloittaa koska vain, älypuhelinsoveluksen asentaminen riittää. Voi määrittää oman sitoutumisensa. Ilmainen tapa osallistua kysyntäjousto.	Vaatii sähkön spot-hintaan sidotun sähkösopimuksen tuodakseen asiakkaalle säästöjä. Vaatii aktiivisuutta ja hiukan perehtymistä ennen käyttöönottoa	Fortumin OmaFortum + Tarkka  Fingridin Tuntihintasovellus + Jonkin sähköyhtiön pörssisähkösopimus	Ei voi osallistua sääntösähkömarkkinoille ja siten hyötyä joustostaan rahallisesti, vaan hyöty tulee säästöstä ostetun sähkön hinnassa.
Automaatio tuote	Asiakkaan kotiin asennettava automaatiojärjestelmä, joka hallitsee kodin sähkölaitteita (kuten lämminvesivaraaja, ilmalämpöpumppu) joko palvelun tarjoaman yrityksen asetusten mukaan tai sähkön spot-hinnan perusteella.	Asennuksen jälkeen ei aiheuta toimenpiteitä asiakkaalle. Vaivaton. Helppo. Etäohjaus kodin laitteisiin.	Asennus ja/tai palvelu maksaa. Ei kannusta asiakasta miettimään omaa kulutustaan.	Fortum Fiksu Energiaseuranta  eKaista Ilma  OptiWatti	Laitteet asentanut yritys voi toimia aggregaattorina ja tarjota asiakkaidensa kotien kulutuksen joustoa markkinoille.
Energiaan pohjautuva tuote	Tasahintainen sähkösopimus, jossa asiakas sitoutuu olemaan nostamatta kulutustaan. Sisältää mahdollisia kehotuksia välttää kulutusta tiettyinä tunteina.	Tasahintainen sähkösopimus on vaivaton.	Ei pääse hyötymään mahdollisesta sähkön spot-hinnan laskusta.	eKaista Tasa	Ei ole keinoa sääntösähkömarkkinoille osallistumiseen.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kotitalouksille ei vaikuta ainakaan vielä olevan kovin montaa vaihtoehtoa kysynnän joustamiseen. Sähkön hintatiedolla tapahtuva ohjaus keskittyy tuomaan asiakkaalle tietoa sähkön hinnasta ja mahdollistavat asiakkaan osallistumisen kysyntäjoustoan auttamalla asiakasta välttämään korkean sähkönhinnan tunteja ja sitä kautta pienentämään asiakkaan talouden kulutushuippuja ja siirtämään kulutuksen näiltä huippukulutustunneilta pienemmän kuormituksen tunneille. Tämän käyttöönotto on helppoa, mutta syytä kysyntäjoustoan osallistumiseen ei asiakkailla oikeastaan ole kovin suurta porkkanaa – mahdolliset hyödyt näkyvät sähkön hankintaan mennessä pienemmässä summassa rahaa, mutta koska siirron osuus on useimmiten sähkölaskusta sähköenergian osuutta suurempi niin mahdollinen saavutettu rahallinen hyöty jää tuntumaan vähäiseltä.

Pienasiakkaiden kysyntäjoustoan automaatiotuotteet liittyvät ainakin esimerkkien perusteella pääasiassa asiakkaan kodin lämmityksen tai lämminvesivaraajan ohjaukseen niin sanotun turhan sähkökulutuksen ehkäisemiseksi; lämminvesivaraaja ei lämmitä jatkuvasti vettä asukkaiden ollessa lomamatkalla ja talon jokainen huone ei ole 25 celsiusasteessa talon asukkaiden ollessa töissä tai koulussa. Automaatiotuotteet ovat vaivattomia keinoja pienasiakkaille joustaa kysynnässään, ja sellaisen käyttöönotto tuo yleensä myös muita hyötyjä kotitalouteen, kuten etäohjauksen lämminvesivaraajaan tai ohjattavan ilmalämpöpumpun asu-  
mismukavuutta parantamaan. Jousto tapahtuu pääasiassa asiakkaiden huomaamatta, ja automaatiotuotteilla saavutettavaa joustoa on myös mahdollista myydä säätösähkömarkkinoilla, joten tämänkaltaiset tuotteet ovat tekijän mielestä parhaimpia keinoja saada pienasiakkaita mukaan kysyntäjoustoan.

Energiaan pohjautuvat tuotteet ovat oikeastaan vain sähkösopimuksia, joissa asiakas pyrkii pitämään kulutuksensa samankaltaisena kuin edellisenä vuonna. Tuotteen hyvyys joustoan kannalta riippuu siitä, kuinka paljon asiakas sitoutuu välttämään kulutusta huipputuntien aikana – jos lainkaan.

Kotitalouksien osalta kysyntäjousto on siis tällä hetkellä vielä aivan lapsenkengissään. On kuitenkin todennäköistä, että kysyntäjoustoan liittyviä aggregaattoreita ja kysyntäjoustoan tarjoavia yrityksiä syntyy tulevaisuudessa enemmän, etenkin jos toimitaan älyverkkotyöryhmän ehdotusten mukaan. Kun kysyntäjousto ei ole vain lieveilmiö kodin energiatehokkuuden parantamisessa, ja kun verkkoyhtiöt alkavat aktiivisesti etsimään markkinoilta kysyntäjoustoratkaisuja verkkonsa toiminnan tehostamiseksi, tulee pienasiakkaiden osallistuminen kysyntäjoustoan helpottumaan rutkasti nykyisestä.

## LÄHTEET

Albadi, M. and El-Saadany, E. (2007). Demand Response in Electricity Markets: An Overview. 2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting.

City of Glendale, Calif. 2014. GreenBiz101: What do you need to know about demand response? [verkkodokumentti]. [viitattu 24.11.2018]. Saatavissa <https://www.greenbiz.com/blog/2014/04/29/greenbiz-101-what-do-you-need-know-about-demand-response>

Järventausta, P, Repo, S, Trygg, P, Rautiainen, A, Mutanen, A, Lummi, K, Supponen, A, Heljo, J, Sorri, J, Harsia, P, Honkiniemi, M, Kallioharju, K, Piikkilä, V, Luoma, J, Partanen, J, Honkapuro, S, Valtonen, P, Tuunanen, J & Belonogova, N 2015, Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli): Loppuraportti. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

eKaista 2018. eKaista Lämmitä älykkäämmin. [verkkodokumentti]. [viitattu 24.11.2018]. Saatavissa <https://ekaista.fi/>

eKaista Ilma 2018. eKaista ja ilmalämpöpumppu. [verkkodokumentti]. [viitattu 24.11.2018]. Saatavissa <https://ekaista.fi/ekaista-ja-ilmalampopumppu/>

eKaista Tasa 2018. eKaista + Tasa. [verkkodokumentti]. [viitattu 13.12.2018]. Saatavissa <https://ekaista.fi/tasa/#form2>

Energiateollisuus ry 2017. Energiavuosi 2017 Sähkö. [verkkodokumentti]. [viitattu 24.11.2018]. Saatavissa [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/energiavuosi\\_2017\\_-\\_sahko.html](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiavuosi_2017_-_sahko.html)

Fingrid. 2017. Fingrid – kysyntäjousto. [verkkodokumentti]. [viitattu 7.5.2017]. Saatavissa <http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/Kysyntajousto/Sivut/default.aspx>

Fingrid. 2018. Esittely. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.3.2018]. Saatavissa <https://www.fingrid.fi/sivut/yhtio/esittely/>

Fingrid a. 2018. Markkinapaikat. [verkkodokumentti]. [viitattu 13.12.2018]. Saatavissa <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/kysyntajousto/markkinapaikat/>

Fingrid b. 2018. Tuntihinta-mobiilisovellus. [verkkodokumentti]. [viitattu 23.8.2018]. Saatavissa <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/kysyntajousto/tuntihinta-mobiilisovellus/>

Fortum. 2018. Toimimme puhtaamman maailman puolesta. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.8.2018]. Saatavissa <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/toimimme-puhtaamman-maailman-puolesta>

Fortum a. 2018. Fortum Tarkka – pörssisähköä ympäristöstä ja taloudestaan tarkalle. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa <https://www.fortum.fi/kotiasiak-kaille/sahkoa-kotiin/vertaa-sahkosopimuksia-ja-valitse-elamantilanteeseesi-sopivin-2>

Fortum b. 2018. Fortum Fiksu Energianseuranta – uusin palvelu suorasähköllä lämmittäville. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa <https://www.fortum.fi/kotiasiakkailla/fiksu-koti/fortum-fiksu-energianseuranta-uusi-palvelu-suorasahkolla-lammittaville>

Fortum c. 2018. Fortum Fiksu Energianseuranta –palvelun tilaus. [verkkodokumentti]. [viitattu 25.3.2018]. Saatavissa <https://fiksuenergianseuranta.fortum.fi/selfservice>

Fortum d. 2018. Ympäristöraportti. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.3.2018]. Saatavissa <https://energianseuranta.fortum.fi/raportti>

Helen. 2018. Tietoa meistä Helen-konserni [verkkodokumentti]. [viitattu 23.3.2018]. Saatavissa <https://www.helen.fi/yritys/helen-oy/tietoa-meista/organisaatiomme/helen-konserni/>

Helen b. 2018. Sähkösopimus. [verkkodokumentti]. [viitattu 23.8.2018]. Saatavissa <https://www.helen.fi/sahko/kodit/sahkosopimus/>

OptiWatti. 2018. Sähkön hinta kuriin. [verkkodokumentti]. [viitattu 23.8.2018]. Saatavissa <https://www.optiwatti.fi/saasta-sahkolammityksessa/sahkon-hinta-kuriin/>

OptiWatti b. 2018. Tarjouspyyntö. [verkkodokumentti]. [viitattu 23.8.2018]. Saatavissa <https://www.optiwatti.fi/tarjouspyynto/>

OptiWatti c. 2018. Hinta. [verkkodokumentti]. [viitattu 26.3.2018]. Saatavissa <https://www.optiwatti.fi/hinta/>

Pahkala T., Uimonen H. & Väre V. 2018. Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä; Älyverkkotyöryhmän loppuraportti [verkkodokumentti]. [viitattu 24.11.2018] Saatavissa [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161119/TEM\\_33\\_2018.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161119/TEM_33_2018.pdf)