

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| there. | <i>PUBLIC</i> | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| | | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Projekti: | Kysynnänjouston pilottiprojekti | Versio: | 2.0 |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Pvm: | 15.2.2016 |

Kysynnänjouston pilottiprojekti

Loppuraportti

Sisältö

| | |
|--|---|
| Loppuraportti..... | 1 |
| 1 Johdanto | 2 |
| 2 Tavoitteet..... | 2 |
| 3 Projektin toteutus..... | 3 |
| 3.1 Omakotitalot kysyntäjoustopaikoilla | 3 |
| 3.2 Toteutus | 3 |
| 3.2.1 Markkinapaikan ohjaustoiminnallisuudet | 6 |
| 3.2.2 Kuormatarjoukset ja ohjausikkuna | 6 |
| 3.2.3 Ohjausraportointi | 7 |
| 3.3 Testit | 7 |
| 3.4 Tulokset..... | 8 |
| 4 Jatkokehitys | 9 |
| Lähteet..... | 9 |

| | | | |
|--------------------|------------------------------|---------------------|--|
| | | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| | | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Projekti: | Kysynnäjoustopilottiprojekti | Versio: | 2.0 |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Pvm: | 15.2.2016 |

1 Johdanto

Fingrid ja There Corporation sopivat 2014 kysyntäjoustopilottiprojektiin liittyvän tutkimus- ja tuotekehityshankkeen toteutuksesta. Kysyntäjoustopilottiprojektin tarkoituksena on siirtää sähkön kulutusta kalliista – ja verkon tehotasapainon ja taajuuden kannalta – kriittisistä tehoaipeista edullisempiin ajankohtiin.

Kysyntäjoustopilottiprojektia on toteutettu tyypillisesti isojen teollisuuslaitosten ja paljon sähköä käyttävien julkisten toimijoiden kanssa, mutta energiamarkkina on muuttumassa erityisesti tuotantopuolella suuntaan, joka nostaa tarvetta kaikkien energiamarkkinoille osallistuvien osapuolten yhteistyöhön. Jatkossa suurempi osa tuotannosta on teknisesti vaikeammin säädettävää tai sen säätäminen ei ole taloudellisesti kannattavaa; esim. säätövarat aurinko- ja tuulivoima ja tasaisella teholla tuotettava ydinvoima. (Järventausta et al. 2014).

Suomessa kysynnäjoustopilottiprojektista on vastannut ensisijaisesti raskas teollisuus, jonka prosessien kuormaa on hyödynnetty tehotasapainon ylläpidossa. Uusina mahdollisuuksina säätösähkö- ja häiriöreservimarkkinaan nähdään myös pienempiä kuluttajien ohjauskuormia aggregoivat operaattorit. There Corporation, Fortum ja Helen ovat jo hyödyntäneet Elspot-markkinaan perustuvaa kysyntäjoustopilottiprojektia kuluttajamarkkinalla ohjaamalla kodin lämmitystä kuluttajille edullisiin ajankohtiin hinta-, kulutus- ja säätietoihin perustuvalla mallilla.

Potentiaalisenä kehityskaskeena nähdään kuluttajamarkkinan vahvempi kytkeminen kysyntäjoustopilottiprojektin ja kuluttajien lämmityskuormien hyödyntäminen kysyntäjoustopilottiprojektissa. Tässä mallissa operaattori aggregoi omakotitalojen älyohjattuja lämmityskuormia isommiksi ohjattavaksi kokonaisuuksiksi ja tarjoaa tätä kuormaa kysyntäjoustopilottiprojektin markkinoille. Tyypillisesti ohjattavat kuormat koostuvat suorasta sähkölämmityksestä, varaavasta vesikiertoisesta sähkölämmityksestä, varaavasta tai osittain varaavasta lattialämmityksestä ja käyttövesivaraajista.

Tämän mallin toteutusta, mahdollisuuksia ja mahdollisia ongelmakohtia Fingrid, Fortum, Helen ja There Corporation ovat kartoittaneet tässä pilottiprojektissa.

Tämä dokumentti on pilottiprojektin julkinen raportti. Lisätietoja projektista ja kuluttajien kysyntäjoustopilottiprojektista saa Fingridin ja There Corporationin yhteyshenkilöiltä:

Fingrid Oy

Jonne Jäppinen

There Corporation Oy

Ilkka Palola

2 Tavoitteet

Projektin tavoitteena on selvittää uusien potentiaalisten kysyntäjoustopilottiprojektien teknisiä ominaisuuksia ja niiden soveltuvuutta kysyntäjoustopilottiprojektin markkinoille. Tarkoituksena on ollut teknisten pilottien avulla selvittää, miten kotitalousasiakkaiden kulutuskohteita voidaan hyödyntää kysyntäjoustopilottiprojektin markkinalla; ensisijaisesti taajuusohjattuna häiriöreservinä ja säätösähkömarkkinoilla.

Pilottiprojektissa tavoitteeksi asetettiin tutkia

1. Millaisella kaupallisesti kannattavalla teknisellä toteutuksella kotitaloudet voivat osallistua kysyntäjoustopilottiprojektin markkinaan
2. Millaiset kotitaloudet sopivat häiriöreservi- ja säätösähkömarkkinalle
3. Miten luotettavia kotitalouksien lämmityskuormat ovat kysyntäjoustopilottiprojektin markkinalle
4. Millainen kulutuksen muutos mahdollisesta kuormanohjauksesta seuraa
5. Miten kotitalouskuormien aggregointi on toteutettavissa.

Seuraavissa kappaleissa on kuvattu pilottiprojektin keskeiset testaukset, toteutus ja tulokset.

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| there. | PUBLIC | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| Projekti: | Kysynnänjouston pilottiprojekti | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Versio: | 2.0 |
| | | Pvm: | 15.2.2016 |

3 Projektin toteutus

3.1 Omakotitalot kysyntäjoustoprojektilla

Suomessa on tilastokeskuksen mukaan noin miljoona omakotitaloa, joiden yleisin ensisijainen lämmitysmuoto on suora sähkölämmitys, varaava sähkölämmitys ja öljy- tai puulämmitys. Taulukossa 1 on yhteenveto eri lämmitysmuotojen yleisyydestä.

Kysyntäjoustoprojektin näkökulmasta tärkein piirre omakotitalojen lämmityksessä on sähkön käyttö joko talon lämmityksessä (suora sähkölämmitys, vesikiertoinen varaava sähkölämmitys) tai käyttöveden lämmityksessä.

Suomessa on Tilastokeskuksen (2013) mukaan noin 480.000 sähkölämmitteistä omakotitaloa, mutta käytännössä ohjattavaa kuormaa on enemmän koska myös iso osa öljylämmitteistä kodeista voidaan kytkeä kysyntäjoustoprojektin hyödyntämällä niissä varalla olevaa sähkövastusta lämmitykseen (Järventausta et al. 2014; Tilastokeskus 2013; There 2015; There 2014). Näiden lisäksi on myös noin 90.000 sähkölämmitteistä loma-asuntoa, joiden kuorma on ainakin kausittain ohjattavissa.

| Omakotitalojen lämmitysmuodot Suomessa | | |
|--|-------|--------|
| Päälämmitysmuoto | Osuus | Määrä |
| Sähkölämmitys | 43 % | 483600 |
| Öljy- ja kaasulämmitys | 23 % | 254800 |
| Maalämpö | 3 % | 33900 |
| Kaukolämpö | 5 % | 60700 |
| Puu- ja turvelämmitys | 23 % | 262400 |
| Muu | 3 % | 33900 |

Taulukko 1. Omakotitalojen lämmitysmuodot (Tilastokeskus 2013)

Arviot ohjattavissa olevista kuormista vaihtelevat lähteestä riippuen. DR-Poolin (Järventausta et al. 2014) tekemän kysyntäjoustoprojektin mukaan pelkästään AMR-mittarin kautta ohjattavaa kuormaa on 1.000 MW. Tässä pilottiprojektissa tutkittavan tekniikan avulla määrä voi nousta jopa 1,8-kertaiseksi.

Jos sähkölämmityskuormaan lisätään myös öljylämmityskohteiden sähkövastuksien ohjauspotentiaali, voi teoreettinen kotitalouksien kysyntäjoustoprojektin kuormapotentiaali lähestyä jopa 2.900 MW (There 2016).

| Ohjattavissa oleva kuorma | Kuorma | Arvio määrästä |
|---|--------|-----------------|
| Suora sähkölämmitys | 3-6 kW | 380.000-400.000 |
| Varaava lattialämmitys | 3-6 kW | 120.000-150.000 |
| Käyttövesivaraaja (sähkölämmityskodit) | 3 kW | 430.000-480.000 |
| Varaava sähkölämmitys (isot vesivaraajat) | 9-30kW | 50.000-60.000 |
| Öljylämmitys (sähkövastus öljykattilassa) | 6 kW | 140.000-180.000 |

Taulukko 2. Omakotitalojen kuormapotentiaalit (There 2016)

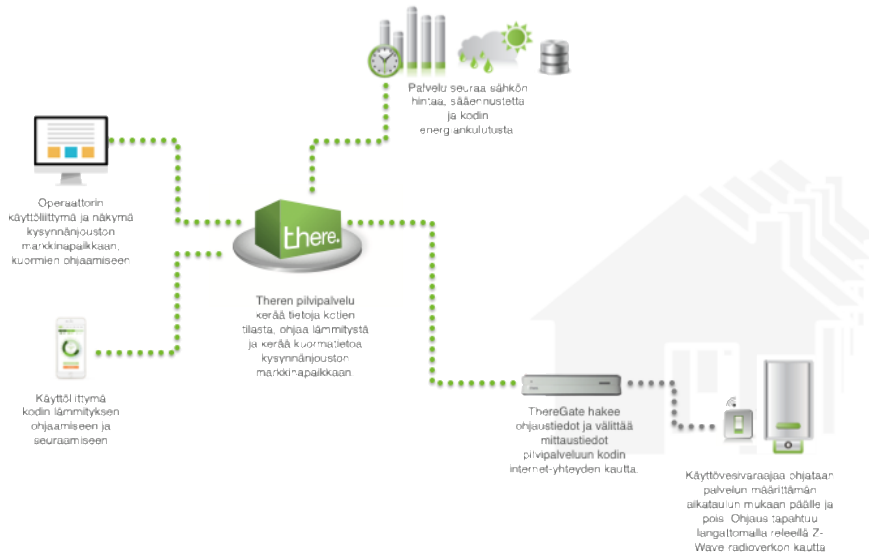
3.2 Toteutus

Kotitalouksen kuormaa voidaan ohjata ainakin kolmella eri tavalla: hyödyntämällä AMR-mittarin (*Automatic Meter Reading*) kuormanohjausrelettä ja siihen mahdollisesti kytkettyä kuormaa, erillisellä kodin energianhallintajärjestelmällä (HEM – *Home Energy Management System*) tai kiinteistöautomaatiojärjestelmällä (Järventausta et al 2014).

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| there. | PUBLIC | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| | | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Projekti: | Kysynnänjouston pilottiprojekti | Versio: | 2.0 |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Pvm: | 15.2.2016 |

Tässä pilottiprojektissa tutkittiin, miten Theren kehittämää kodinenergianhallintajärjestelmää voidaan hyödyntää kysyntäjoustoprojektissa. EHC-kuluttajaratkaisun (*Electric Heating Control* l. suoran sähkölämmityksen ohjaus) lisäksi kysyntäjoustoprojektin toteutukseen tarvitaan kuormien aggregointisovellus ja operaattorin käyttöliittymä, jonka kautta ohjauksen toteutusta voidaan välittää kohteisiin, nähdä tarjottavan kuorman määrä eri markkinoille ja todentaa toteutuneet ohjauksen toteutukset. Taajuusohjattu häiriöreservi aktivoidaan automaattisesti.

Havainnekuvasssa 1 on esitetty yksinkertaistettu kuvaus toteutuksesta ja siihen kuuluvista osista.

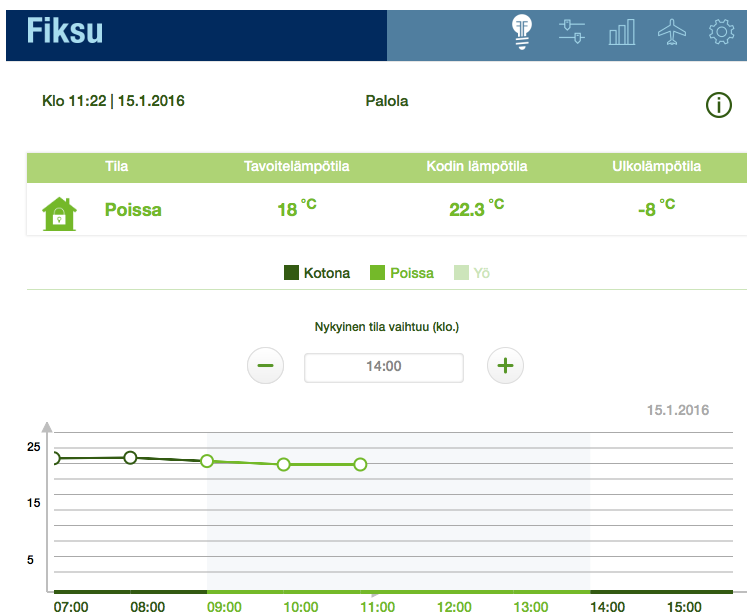


Kuva 1. Kysyntäjoustoprojektin havainnekuva.

Kysyntäjoustoprojektia ja kodin lämmitystä ohjataan Theren **pilvipalvelun** kautta. Pilvipalvelu on tietokantaohjattu sovellus, jolla hallinnoidaan palveluun kytkettyjä koteja, niiden asetuksia ja yhteyksiä. Pilvipalvelun käyttäjä voi seurata ja ohjata oman kodin lämmitystä henkilökohtaisen **käyttöliittymän** kautta (kuva 2). Pilvipalvelu on yhteydessä kotiin asennettavaan **ohjausyksikköön** internet-yhteyden kautta. Ohjausyksikkö ohjaa langattomasti lämmityksen **ohjauslaitteita** ja kerää tilatietoa **lämpömittarilta** ja ohjauslaitteilta. Käyttövesivaraajaa, varaavaa lattialämmitystä ja suoraa sähkölämmitystä ja ilmalämpöpumpua ohjataan langattomilla **ohjauslaitteilla**.

Kodin lämmityksen ohjauksen varten pilvipalveluun haetaan tietoa myös säästä, sähkönkulutuksesta ja sähkön hinnasta. Näitä tietoja hyödynnetään lämmityksen ohjauksessa.

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| | | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| | | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Projekti: | Kysynnänjouston pilottiprojekti | Versio: | 2.0 |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Pvm: | 15.2.2016 |



Kuva 2. Fortum Fiksu sähkölämmittäjälle -sovelluksen loppukäyttäjän käyttöliittymä.

Kodin lämmityksen ohjaus tapahtuu automaattisesti, ennalta asetettujen ohjausaikataulujen, lämpötilojen ja käyttäjän määrittelemän lämpötilan mukavuusalueen perusteella.

Kuluttajan energianhallintapalveluiden lisäksi kysyntäjoustoratkaisuun liittyy pilvipalveluun rakennettu kysyntäjoustoprojektin ominaisuus, eli **kysynnänjouston markkinapaikka**. Se sisältää **operaattorin käyttöliittymän** (kuva 3), josta kysynnänjouston aggregaattori voi kytkeä **kuormanohjauksia** päälle ja pois, **kuormanohjaustarjouksia** niin pitkälle ajalle kuin kodin lämmityssuunnitelmia on tarjolla, toteutuneita **kuormanohjausaktivointeja** ja niihin liittyviä **vasteaika- ja raportteja**.

| HÄIRIÖRESERVI | SÄÄTÖSÄHKÖ | |
|-----------------------------------|--|--|
| 09:46:48 | 9 - 10 | 10 - 11 |
| AKTIVOINTIAIKA | AKTIVOINTIAIKA | AKTIVOINTIAIKA |
| Aloitusaika: Heti Kesto: 30min | Aloitusaika: 9:00 Lopetusaika: 9:00 | Aloitusaika: 10:00 Lopetusaika: 10:00 |
| Tarjolla 24 kW | Tarjolla 24 kW | Tarjolla 6 kW |
| Aktivoi heti | Aktivoi | Aktivoi |

TARJOUKSET

| Päiväys | Tunti | Kuorma |
|------------|-------|--------|
| 11.12.2015 | 09-10 | 24 kW |
| 11.12.2015 | 10-11 | 6 kW |
| 11.12.2015 | 13-14 | 24 kW |
| 11.12.2015 | 18-19 | 30 kW |
| 11.12.2015 | 19-20 | 3 kW |

Kuva 3. Operaattorin käyttöliittymä kysynnänjouston markkinapaikkaan.

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| | | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| | | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Projekti: | Kysynnänjoustopilottiprojekti | Versio: | 2.0 |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Pvm: | 15.2.2016 |

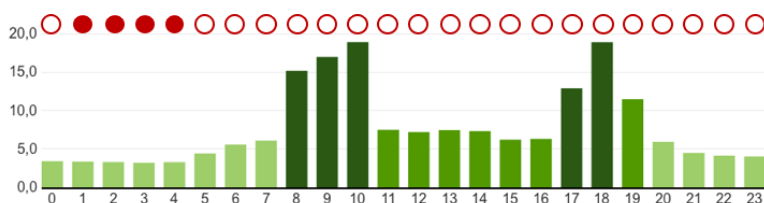
3.2.1 Markkinapaikan ohjaustoiminnallisuudet

Pilotointiympäristö markkinapaikassa on mahdollista toteuttaa seuraavat ohjaukset:

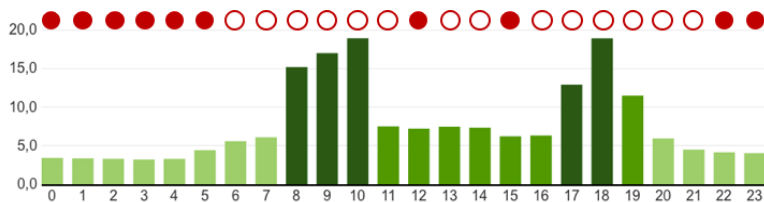
- Häiriöreservin ylössäätö.
- Häiriöreservin ylössäädön keskeytys.
- Ajastettu säätösähkö.
- Säätösähkön aktivoinnin peruutus.

3.2.2 Kuormatarjoukset ja ohjausikkuna

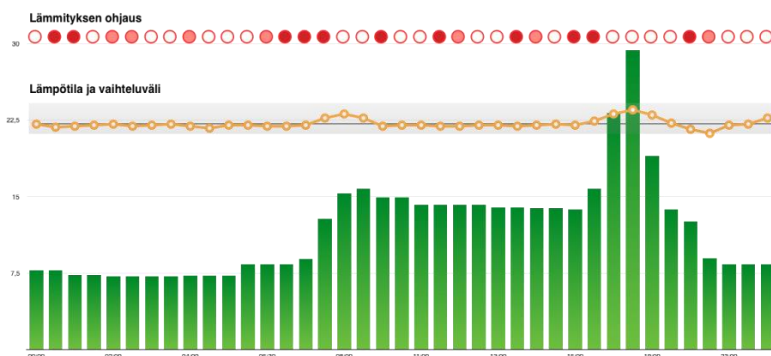
Kuormanohjauksia on tarjolla **tarjousääntöjen** ja saatavilla olevan **ohjausikkunan** mukaisesti. Kuvissa 4, 5 ja 6 on esimerkkejä ohjausaikataulusta eri sähkölämmityskategorioissa.



Kuva 4. Esimerkki: Käyttövesivaraajan ohjausaikataulu.



Kuva 5. Esimerkki: Varaavan lattialämmityksen ohjausaikataulu.



Kuva 6. Esimerkki: Suoran sähkölämmityksen ohjausaikataulu.

Pilotissa ohjausmalleihin tarjottiin ohjattaviksi käyttövesivaraajan kuormia tarjousmallilla, jonka toteutumistodennäköisyys oli lähellä 100%. Ennustemallien tarkentuessa voidaan kuormanohjauksia lisätä käyttövesivaraajien osalta, mutta myös muista älyohjauksessa olevista lämmityskuormista.

Ohjausikkuna vaihtelee vuorokauden ajankohdasta riippuen. Ohjausikkunaa rajoittava tekijä on sähkön tuntihinta, joka on yleensä saatavilla seuraavalle vuorokaudelle klo 15. Ohjausikkuna vaihtelee siis 9h-35h välillä.

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| there. | <i>PUBLIC</i> | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| Projekti: | Kysynnänjoustopilottiprojekti | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Versio: | 2.0 |
| | | Pvm: | 15.2.2016 |

3.2.3 Ohjausraportointi

Pilotin raportointinille asetettiin vaatimukseksi, että toteutuneet ohjaukset, ohjattu kuorma ja kuormanopeus voitiin todentaa. Toteutuksessa huomioitiin tämä niin, että raportointiosuuteen lisättiin:

- **Tarjoushistoria:** mitä kuormanohjauksia on tarjolla.
- **Kuormanohjaushistoria:** mitkä ohjaukset toteutettiin, niiden aloitusaika, kesto, aktivoitu kuorma, toteutunut kuorma korkeintaan 5s vasteajalla ja toteutunut kuorma korkeintaan 15min vasteajalla.
- **Kuormaerittely:** Ohjattujen kuormien erittely ohjaus- ja kohdekohtaisesti aikaleimoilla.

TARJOUSHISTORIA

| Päiväys | Tunti | Kuorma |
|------------|-------|--------|
| 14.12.2015 | 13-14 | 27 kW |
| 14.12.2015 | 09-10 | 21 kW |
| 14.12.2015 | 08-09 | 27 kW |
| 14.12.2015 | 00-01 | 24 kW |
| 13.12.2015 | 22-23 | 3 kW |
| 13.12.2015 | 21-22 | 3 kW |

Kuva 7. Tarjoushistoria

HISTORIA

| Päiväys | Aloitusaika | Kesto | Aktivoitu kuorma | Toteutuma 5 s | Toteutuma 15 min | |
|------------|-------------|-------|------------------|---------------|------------------|----------|
| 14.12.2015 | 13:40:20 | 30:00 | 21 kW | 21 kW | 21 kW | 13:40:20 |
| 14.12.2015 | 13:36:00 | 01:00 | 27 kW | 27 kW | 27 kW | 13:36:00 |
| 14.12.2015 | 13:34:18 | 00:53 | 27 kW | 27 kW | 27 kW | 13:34:18 |
| 14.12.2015 | 13:32:32 | 00:09 | 27 kW | 21 kW | 27 kW | 13:32:32 |

| Lisätiedot CSV-raportti | | | | | | |
|-------------------------|--------|------------|-------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| ThereGate | Kuorma | Pvm | Aloitusaika | Tila_asetettu(SwitchState) | Tila_voimassa(ActualSwitchState) | |
| 1895 | 3 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:20 | |
| 2229 | 3 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:19 | |
| 3660 | 3 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:19 | |
| 12884 | 6 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:23 | |
| 40122 | 3 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:19 | |
| 40375 | 3 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:18 | |
| 40467 | 3 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:19 | |
| 40474 | 3 | 14.12.2015 | 13:34:18 | 13:34:18 | 13:34:19 | |

Kuva 8. Kuormanohjaushistoria ja erittely

Toteutuneiden kuormien mittaukselle ei ollut vaatimusta asetettujen tiukkojen tarjousääntöjen vuoksi.

3.3 Testit

Kuormanohjaustestit koostuivat kahdesta eri testiympäristöstä ja -vaiheesta.

- Pilottikodeista, joissa oli Theren EHC-energianhallintaratkaisu kodin sähkölämmityksen ohjaukseen sekä
- yksinkertaistetuista pilottikohteista, joissa oli eri laite- ja asennuskokoonpanoja järjestelmän vasteaikojen mittaukseen.

Ensimmäisessä vaiheessa kehitettiin ja testattiin suoran sähkölämmityksen ohjausratkaisun ja erityisesti ohjausalgoritmien toimivuutta kuluttajaympäristössä. Myös asennettavuuteen ja kuormien määrän varmistukseen haettiin toimivia käytäntöjä.

Pilottikotien kokoonpano vaihteli yksinkertaisista suoran sähkölämmityksen kohteista varaavilla lattialämmityksellä ja ilmalämpöpumpuilla varusteltuihin kohteisiin. Kuormanohjauksen kannalta kriittisten komponenttien toiminta varmistettiin käyttämällä testeissä eri ohjausyksiköitä ja eri ohjausreletyyppejä.

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------------|--|
| there. | PUBLIC | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| Projekti: | Kysynnänjoustopilottiprojekti | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Versio: | 2.0 |
| | | Pvm: | 15.2.2016 |

Pilottikodit sijaitsivat pääkaupunkiseudulla, mutta II-vaiheessa tehdyissä vasteaikatesteissä huomioitiin myös maantieteellinen etäisyys ja laitteet sijoitettiin eri paikkakunnille. Testasimme myös eri verkkoyhteysvaihtoehtoja.

Pilottikohteisiin ladattiin vasteaikatestejä varten erikoishinnasto¹, jonka avulla voitiin ajaa samaa testiä useita kertoja haluttuina aikoina. Testeissä kerättiin tietoa ohjauksien saatavuudesta, aggregoinnissa toteutuneista kuormista ja vasteajoista.

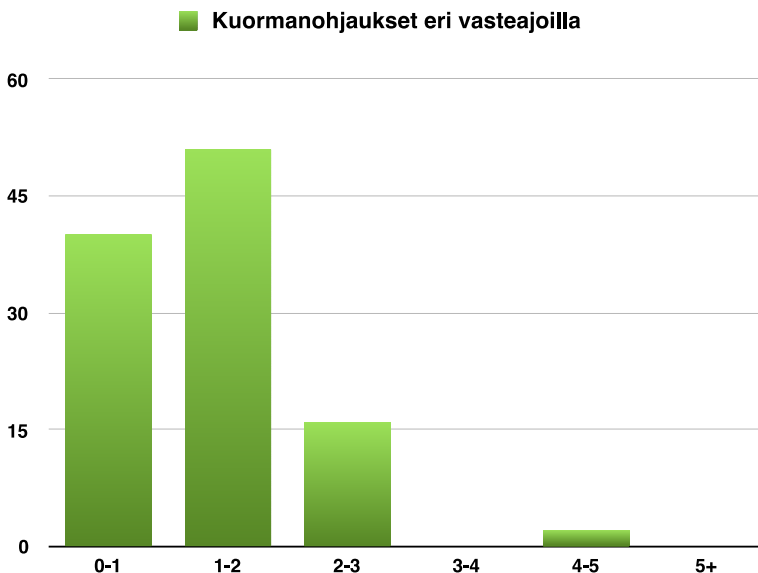
3.4 Tulokset

Pilotin tulosten perusteella kotien lämmityskuormat soveltuvat teknisesti hyvin kysyntäjoustopilottimarkkinalle. Keskeiset kysyntäjoustopilottin vaatimukset käytettävästä ohjaustekniikasta, kuormien luotettavuudesta ja kuormanohjauksen vasteajasta täyttyivät.

Tavoitteena ollut **tekninen toteutus** suoran sähkölämmityksen ratkaisulle pystyttiin varmentamaan ja markkinoilla olevat Theren kodin energianhallintaratkaisut (esim. *Fortum Fiksu*, *Helen Termo* ja *Kotitonttu*) voidaan haluttaessa kytkeä osaksi kuluttajan kysyntäjoustopilottitotarjontaa.

Kotitaloudet, joissa on älyohjattu käyttövesivaraaja soveltuvat sekä häiriöreservi- että säätösähkömarkkinalle. Projektissa mallinnettujen kuormanohjaustarjouksien perusteella suoran sähkölämmityksen käyttövesivaraajien kuormia voidaan tarjota liki 100% tarkkuudella molemmille kohdemarkkinoille.

Ohjauksien keskimääräinen läpimenoaika oli 2,3s, joten kaikki käytössä olevat asennuskonfiguraatiot täyttivät myös taajuusohjatun häiriöreservin reunaehdot. Kuvassa 9 on yhteenveto testin hyväksytyistä kuormanohjauksista ja niiden jakauma eri vasteajoille.



Kuva 9. Kuormanohjauksien toteutuminen eri vasteajoilla (kaikki hyväksytyt ohjaukset).

Kuormanohjauksen onnistumisen **todennäköisyys** oli testeissä 100%. Tämä oli todennäköisesti seurausta tiukoista tarjoussäännöistä ja pienestä otannasta. Isommissa volyymeissa varmistetaan kohteiden saatavuus valvonnalla, jonka perusteella kohteet, joihin ei saada yhteyttä tai joiden internet-yhteys on heikko, jätetään pois tarjouksista.

¹ Tavallisesti Elspotiin perustuvan hinnaston mukaan ohjatut varaajat ovat päällä yöaikaan, joten vasteaikatestejä varten ohjauksiköihin ladattiin erikoishinnasto, jonka avulla lämmityskuormia saatiin päälle myös muulloin. Näin samaa testiä voitiin toistaa useita kertoja haluttuina aikoina."

| | | | |
|--------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| there. | <i>PUBLIC</i> | Asiakas: | Fingrid |
| | | Kirjoittaja: | Ilkka Palola |
| | | Tarkastajat: | Sami Sailo; Anu Haapasalo; Fredrik Lasén |
| Projekti: | Kysynnänjouston pilottiprojekti | Versio: | 2.0 |
| Dokumentti: | Loppuraportti | Pvm: | 15.2.2016 |

automaattisesti. Todennäköisyytason määrittäminen tehdään keräämällä mittausdataa useammilla kuormatyypeillä ja isommilla ohjattavien kohteiden määrillä. Markkinoille riittävän todennäköisyyden varmistaminen tehdään mittausdatalla ohjattavalla aggregointialgoritilla.

Toteutuneesta kuormanohjauksesta seuraa yleensä aina lämmitysaikataulun uudelleenlaskenta, joka puolestaan voi aiheuttaa kuormanpudotuksen jälkeen kulutusprofiilimuutoksen eli ns. **jälkipiikin**. Sen vaikutus on kuitenkin pieni tai olematon lyhyissä kuormanohjauksissa, kuten esim. taajuusohjatussa häiriöreservissä, eikä se todennäköisesti vaikuta lämmityksen ohjausaikatauluihin. Pidemmässä kuormanohjauksissa (esim. säätösähkö) seurauksena on ohjattavasta kuormatyypistä riippuen lämmityksen uudelleenlaskenta. Tällöin pudotusta vastaava lämmityskuorma jakaantuu eri aikoihin kodin lämpötilan, ulkolämpötilan, lämpötila-asetusten, asiakkaan maksaman sähkön tuntihinnan ja ohjaussääntöjen mukaan.

4 Jatkokehitys

Pilottiprojektissa saadut tulokset olivat kaikkien osapuolten mielestä erittäin lupaavia kuluttajien kysyntäjoustoprojektin toteutukselle. Testien ja tulosten analysoinnissa todettiin, että kaupallistamisen ohella jatkokehitys kannattaa keskittää ohjattavan kuormapotentiaalin kasvattamiseen. Profiloimalla eri kohteiden lämmityskäyttäytymistä, esim. nopealla näytteenottotaajuudella, saadaan tarkempaa tietoa siitä, miten eri lämmityskuormat käyttäytyvät ja kerättävällä tiedolla voidaan tarkentaa aggregointialgoritmeja. Lisäksi jatkokehityksessä olisi hyvä isompaan mittausdataan perustuen tilastollisilla tutkimusmenetelmillä todentaa kuormien todennäköisyys. Näillä toimenpiteillä ohjattavaa kuormapotentiaalia saadaan lisää ja voidaan myös tarkentaa käytettäviä tarjoussääntöjä ja kasvattaa siten kaupallista potentiaalia.

Markkinapaikan kehityskohteena nähtiin tarjotun ja myydyin kapasiteetin erottelu sekä mahdollisuus jakaa ohjattavaa kuormaa (kuormatarjouksia) eri markkinoille.

Lähteet

Järventausta, Repo, Trygg, Rautiainen, Mutanen, Lummi, Supponen, Heljo, Sorri, Harsia, Honkiniemi, Kallioharju, Piikkilä, Luoma, Partanen, Honkapuro, Valtonen, Tuunanen, Belonogova: Kysynnän jousto – Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR Pooli). Tampereen teknillinen yliopisto. 2014

There Corporation Oy: HEM segmentointi. 2015.

There Corporation Oy: Suoran sähkölämmityksen ohjaus. Tuotekuvaus 2015.

There Corporation Oy: Öljylämmityksen ohjaus. Tuotekuvaus 2014.

There Corporation Oy: Varaajan älyohjaus. Tuotekuvaus. 2013

There Corporation Oy: DR P2 Testiraportti. 2015

There Corporation Oy: DR P2 Testiraportin liite: kuormanohjausten erittely. 2015

Tilastokeskus: Rakennukset pääasiallisen lämmitysaineen mukaan. Rakennustietokanta. 2013

Adato Energia Oy: Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011. Tutkimusraportti. 2013.