

Asennettujen etäluettavien mittareiden hyödyntäminen kysyntäjoustossa

Tämä paperi on valmisteltu pyynnöstä TEMin älyverkkotyöryhmälle. Paperin valmisteluun ovat osallistuneet Caruna Oy, Elenia Oy, Helen Sähköverkko Oy ja Rauman Energia Oy. Paperia on käsitelty myös Energiateollisuus ry:n asiaa seuraavassa työryhmässä.

1 Tausta

AMR -mittarin hyödynnettävyyttä kysynnänjoustomarkkinoilla on tutkittu mm. DR -pooli -kysynnänjousto-projektin selvityksessä. Hankkeeseen osallistui laajalti eri osapuolia, joihin kuului yliopistoja, verkkoyhtiöitä ja palveluntarjoajia. Tuloksissa on arvioitu jakeluverkkoyhtiöille tehtyyn kyselyyn perustuen Suomessa olevan nykyisellään 1800 MW etäluettaviin mittareihin kytkettyä ohjattavaa kuormitusta. Tarkempaa tietoa projektin tuloksista on saatavilla DR -tutkimushankkeen loppuraportista, joka on ladattavissa alla olevasta linkistä.

https://tutcris.tut.fi/portal/files/4776899/kysynnan_jousto_loppuraportti.pdf

Yleistä kuormanohjauksesta

Seuraavassa on kuvattu käytettyä termistöä eri kuormanohjaustavoille.

Markkinaehtoisen kuormanohjauksen voi jakaa karkealla tasolla kolmeen luokkaan:

- *Aikavyöhykeohjaus* on toistaiseksi voimassa oleva, ennalta määrätty, säännöllisesti toistuva profiili (vastaava kuin nykyinen yö-/päiväohjaus). Myyjä voi ilmoittaa määrävällein toistuvat aikajaottelusäännöt jakeluverkonhaltijalle, jonka jälkeen jakeluverkkoyhtiö huolehtii ohjauksista ilman erillisiä, ohjauskohtaisia pyyntöjä.
- *Tuntipohjainen ohjaus* voidaan toteuttaa aikaisintaan seuraavalle vuorokaudelle. Käytännössä tuntipohjainen ohjaus voidaan toteuttaa siten, että myyjä ilmoittaa ohjaustarpeestaan seuraavalle vuorokaudelle kullekin tunnille erikseen. Toimintamallin käyttöönotto edellyttäisi, että alalla määriteltäisiin ilmoitustapa ja aikarajat ohjaustoimille (esim. klo 22 mennessä) sekä yhteinen rajapinta, jonka mukaisesti ohjaukset tehdään.
- *Nopea ohjaus* käsittää yksittäiset ohjaukset, vasteaika minuutteja (<5 min). Nopea ohjaus edellyttää, että verkonhaltijoilla on käytössään standardirajapinta, johon myyjä voisi käyttöpaikkakohtaisesti ilmoittaa ohjauspyynnön. Nykyiset mittausjärjestelmät eivät pysty tähän laajamittaisesti ilman merkittäviä investointeja ja käyttöönotto vaatii myös standardointia.

Energiateollisuus on vuonna 2009 alustavasti hahmotellut yleisiä kuormanohjauskriteereitä yhteiselle toimintamallille. Kriteerit on listattu alla:

- Menettelytavan tulisi olla markkina-aluekohtainen, vähintään kansallinen
- Ohjauksen tulee olla käyttöpaikkakohtainen
- Ohjaus tapahtuu myyjän aloitteesta (myyjän ja asiakkaan sopimalla tavalla) erikseen kullekin ohjaustilanteelle tai vakio-ohjelman
- Voi olla erityyppisiä "ohjausluokkia" (kts. edellä)
- Ohjauspyyntöjen ilmoitustavat tulisi standardoida

- Tuntiohjauksen tehostamiseksi toimialalla olisi tarpeen määrittellä "vakiokaava-ke", jonka avulla myyjä ilmoittaa ohjaustarpeen verkolle, eli kaikki JVH:t vastaanottavat määrittelyt samalla tavalla
- Ohjaussignaaleissa ei saisi olla päällekkäisyyttä ohjausten osalta - jos asiakas on sopinut myyjän kanssa ohjauksista, JVH ei saisi enää käyttää ohjausta omiin tarkoituksiin

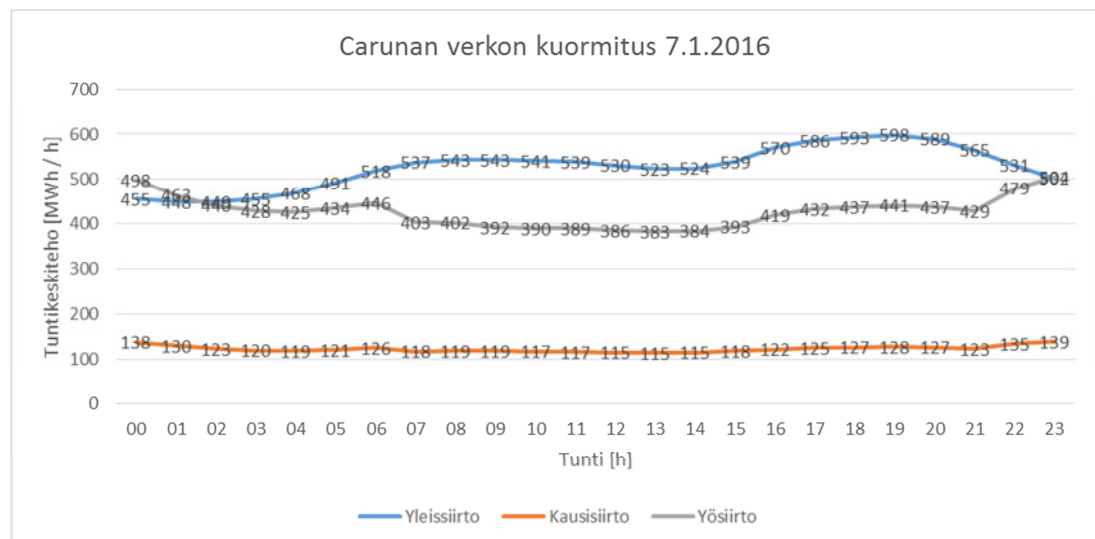
Yllä kuvatut kriteerit ovat ET:n jäsenyhtiöiltä saatuja alustavia näkemyksiä, mitkä asiat on huomioitava kun AMR-mittareihin kytkettyjä kuormia ohjataan markkinasignaalien mukaisesti.

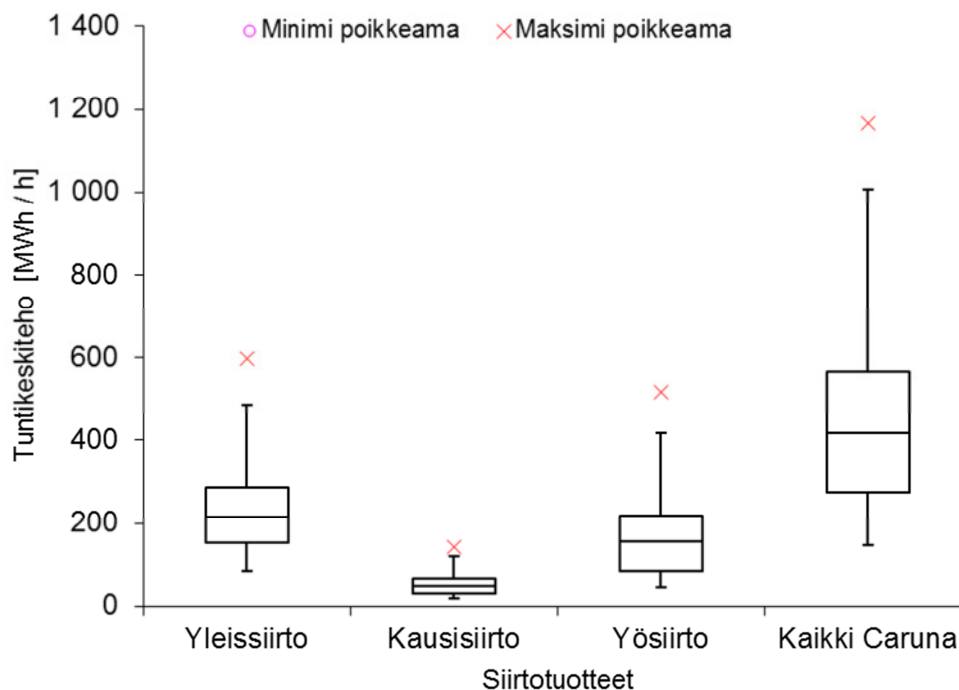
2 Mikä on olemassa oleva tekninen mahdollisuus/ohjauspotentiaali?

Alla on esitetty yhtiökohtaisesti, kuinka paljon verkkopalveluasiakkaiden kuormituksista on ohjattavissa etäluettavien mittareiden kautta. Useimmiten kyseisillä asiakkailla on käytössä yö/päiväsähkö.

2.1 Caruna

Carunan pienkuluttajien, joilla on kaksiaikatariffi ja korkeintaan 3 x 63A pääsulakkeet, maksimikulutus oli 517 MWh / h tunnilla 00 - 01, 8.1.2016. Vastaavan asiakasryhmän minimikulutus oli 44 MWh / h tunnilla 07 - 08, 3.7.2016. Teoreettinen kysyntäjoustokyky on edellä mainitulla asiakasryhmällä on 473 MWh / h, mutta todellinen kysyntäjoustokyky on päivän eri tunteilla selkeästi matalampi ja kesän minimikulutustunnilla nolla. Tarkastelemalla pelkästään huippukulutuspäivää Carunan edellä mainitulla asiakasryhmällä kysyntäjoustokyvyksi päivän ja yön välille saadaan 121 MWh / h. Kyseisen päivän tuntikulutus on esitetty alla olevassa kuvassa. Lisäksi sitä seuraavassa kuvassa on esitetty Carunan kyseisten asiakasryhmien tuntikeskitehojakaumat vuonna 2016.





Tarkempien laskelmien suorittaminen on hankalaa, koska tiedot asiakkaiden lämmitysmuodosta ja kuormanohjausreleen kytkennästä sähkökeskukseen ovat vaillinaisia. Edellä kuvatulla asiakasryhmällä on pääsääntöisesti asennettuna mittari kuormanohjausreleellä. Kokonaisuudessaan Carunan verkossa on noin 100 000 asiakasta, joiden mittarissa on asennettuna kuormaohjausrele ja puolella vielä lisäkuormanohjausrele. Olettaen 3kW:n kuorman pääkuormanohjausreleelle ja 2kW:n kuorman lisäkuormanohjausreleelle kysyntäjoustopotentialiksi voidaan arvioida Carunan osalta 400 MW.

2.2 Elenia

Elenialla kysynnänjoustopotentialia on n. 300 MW termostaattiohjattua lämmityskuormaa, joka on jo tällä hetkellä kytketty mittariohjausten piiriin. Maksimiohjauspotentialia toteutuu talviaikaan. Kesällä ohjauspotentialia on pienempi.

Tällä hetkellä ohjauksia käytetään kuormanohjaukseen, jolloin rele kytkee kuormituksen verkkoon iltakymmenen aikaan (kaikki kuormat eivät kytkeydy samalla kellon lyömällä).

2.3 Helen sähköverkko

HSV:n ohjauspotentialia sähkölämmitysasiakkaiden ohjattavien kuormien osalta on noin 100 MW, käyttöpaikkoja yhteensä noin 15 000 kpl.

2.4 Rauman Energia ja Vakka-Suomen Voima

Rauman Energia Sähköverkolla on tällä hetkellä varaavien yökuormien ohjauskapasiteettia n. 13 MW ja se toteutuu mittarin releohjauksella maksimaalisesti talviaikaan, kesällä ohjauspotentialia on merkittävästi pienempi. Kysyntäjoustopotentialia on n.

15 MW ja se voidaan toteuttaa milloin tahansa ohjaamalla mittarin relettä. Ohjausta tosin ei voida tällä hetkellä tehdä massa-ajona, joten potentiaali on huonosti realisoitavissa.

Vakka-Suomen Voimalla on tällä hetkellä varaavien yökuormien ohjauskapasiteettia n. 13 MW ja se toteutuu mittarin releohjauksella maksimaalisesti talviaikaan, kesällä ohjauspotentiaali on merkittävästi pienempi. Kysyntäjoustopotentiaalia ei ole tällä hetkellä olemassa. Mittarin releen kytkentämuutoksella esimerkiksi mittaria vaihdettaessa on otettavissa käyttöön n. 20 MW:n ohjauspotentiaali.

Tällä hetkellä kummankin verkon osalta ohjauksia käytetään varaavien lämmitysten kuormanohjaukseen, jolloin rele kytkee kuormituksen verkkoon klo 22-23 välisenä aikana mittarikohtaisesti (kaikki kuormat eivät kytkeydy samalla kellon lyömällä).

2.5 Koko Suomi

Suomen käyttöpaikoista vuonna 2015 sijaitsi noin 42% edellä mainittujen jakeluverkkoyhtiöiden verkkoalueelle. Jatkaen edellisten kappaleiden karkeaa arviointia voidaan olettaa koko Suomen etäluettavien mittareiden kysyntäjoustopotentiaalın vastaavan varsin hyvin DR-pooli-hankkeessa tehtyä arviota.

2.6 Kuormien osallistuminen joustomarkkinoille mittariohjauksilla toteutettuna

Nykyiset etäluettavat mittalaitteet on asennettu pääosin vuosien 2004 ja 2014 välillä. Mittareiden perustoiminnallisuudet ovat hyvin lähellä toisiaan, mutta joitakin eroavaisuuksia on. Alla on kuvattu yleisesti, minkälaisia mahdollisuuksia on nykyisen mittarinnan hyödyntämisessä osana joustomarkkinoita.

- 1 Nykyisillä mittalaitteilla ja mittausjärjestelmillä ei pystytä suorittamaan *nopeaa ohjausta*. Ohjauksien tulisi tapahtua sekunneissa tai minuuteissa suurelle massalle mittareita ja tähän ei nykyisten mittausjärjestelmien kapasiteetti riitä. Käytännössä nykyisillä mittalaitteilla ei siis pystytä suoraan osallistumaan Fingridin reservi- tai säätösähkömarkkinoille.
 - Yksittäisten mittalaitteiden käyttö kuorman markkinaperusteisessa ohjauksessa on periaatteessa mahdollista, mutta nykytilanteessa tämä vaatii manuaalisten ohjauskäskyjen lähettämisen mittarin releelle (ei järjestelmätukea olemassa).
- 2 *Tuntipohjaisen ohjauksen* toteuttaminen eli osallistuminen hintajousto-Elspot-markkinoilla on mahdollista päivittämällä etäluettavan mittalaitteen kalenteriohjausta esim. edellisen vuorokauden aikana. Käytännössä tämä voidaan tehdä etänä lähettämällä mittalaitteelle uusi ohjausaikataulu/kalenteri riittävän ajoissa
 - Päivitysten lähettäminen etäohjauksella mittalaitteille ja kalenterin päivittymisen validointi vaatii aikaa. Jos tätä toiminnallisuutta käytetään, tulee ohjausohjelma/kalenteri saada mahdollisimman nopeasti määritettyä pörsihintojen ratkettua, jotta ohjelmille on riittävän monta tuntia päivittyä mittareille.
 - Spot-hinta julkistetaan noin klo 13-14 koskien seuraavaa päivää. Ohjausilmoitus seuraavalle päivälle tulisi lähettää tuon hinnan julkistuksen jälkeen,

- jolloin mittarien ohjauskalenteri voidaan päivittää ennen seuraavaa vuorokautta.
- Helen Sähköverkolla on tuntipohjainen ohjaus käytössä noin 1000 käyttöpaikassa ja se on otettavissa käyttöön mittareiden etäpäivityksellä noin 2/3 Helen Sähköverkon sähkölämmityskohteista.
 - Kyseistä massaohjausta on testattu Elenialla. Testauksessa on tullut esille joitakin ongelmakohtia, jotka on ratkaistavissa alkuvaiheessa toistamalla ohjausten lähettäminen riittävän monta kertaa.
 - Jos kaikki etäluettavat mittarit, joiden takana on ohjauksia, halutaan palvelun piiriin, tulee nykyisiä ohjausjärjestelmiä kehittää ja mahdollisesti myös vaihtaa mittareita.
 - Ohjaukset tulee tapahtua markkinaehtoisesti, jolloin aloite muuttamisesta tulee sähkön myyjältä tai suoraan asiakkaalta.
- 3 *Aikavyöhykeohjauksen* toteuttaminen onnistuu jo nykyisillä järjestelmillä, jolloin nykyinen kalenteriohjelma päivitetään myyjän pyynnöstä sopivaan profiiliin. Tällöin myyjän oletetaan vaihtavan profiiliaan harvakseltaan.

3 Mitkä ovat kustannukset standardoidun rajapinnan avaamiseksi syrjimättömästi eri palveluntarjoajille kulutuksen ohjaamiseen?

Järjestelmien avaaminen markkinoiden käyttöön vaihtelee yhtiökohtaisesti. Alla on esitetty Carunan, Elenian ja Helen Sähköverkkojen osalta vaadittavat investoinnit, joilla mittareihin kytketyt ohjattavat kuormat on saatettavissa markkinoiden käyttöön. Vastaukset on esitetty alla yhtiökohtaisesti.

3.1 Caruna

Hidas ohjaus

Nykyjärjestelmillään Caruna pystyy toteuttamaan tuntipohjaisen ohjauksen päivityksen, jonka avulla teoriassa olisi mahdollista toteuttaa Elspot-hintoihin perustava kysyntäjousto. Tosin massamaisten käskyjen läpivientiä ei ole koskaan testattu. Tiedonsiirtokapasiteetti saattaa olla pullonkaula pikatilanteissa. Yhteys jakelumuuntamolle on 2g-modeemilla, mistä eteenpäin PLC-tekniikalla.

Nopea ohjaus

Päivittämällä nykyisen 412 000 mittarin firmware Caruna pystyy tarjoamaan mittariensa reaaliaikaisen ohjauksen, mikä vaatii kolmannen osapuolen laitteen ja palvelun. Käytännössä asiakkaalle pitää lähettää Zigbee-radiolla tai PLC-pistokkeella varustettu laite, joka hyödyntää asiakkaan internetyhteyttä tai sisältää oman internetyhteyden. Mittarien ja laitteen paritus tapahtuu automaattisesti etäohjattuna. Päivitykselle ei ole pyydetty tarjousta, mutta hinta-arvio on satoja tuhansia euroja.

3.2 Elenia

Tuntipohjainen ohjaus

Nykyisellään kuormien ohjaukset verkkoyhtiön tarpeisiin (päivä/yö) määritellään AMR -mittarin tariffiohjelmassa. Tariffiohjelmassa voidaan haluttaessa määritellä myös tunti tunnilta, onko rele auki vai kiinni eli onko kuorma päällä vai pois päältä. Tariffiohjelma

voidaan päivittää etänä jo nykyisellään ja päivitys voidaan tehdä kun ohjattavat tunnit ovat tiedossa esimerkiksi edellisenä päivänä.

Elenia on tariffiohjelman päivittämistä mittalaitteissaan, mutta todennut että toiminnallisuuden käyttöönotto vaatii varmistuksen, koska muutosviestit eivät aina välity tariffiohjelmaan. Varmistukset on toteutettavissa mittarin ohjelmistopäivityksellä tai varmistamalla järjestelmätasolla tariffiohjelman päivittyminen. Toiminto olisi tällä muutoksella jo nyt käytettävissä rajatulla mittarijoukolla. Lisäkustannuksia ei aiheudu.

Nopea ohjaus

Uusissa Elenian mittalaitteissa, joilla korvataan nykyistä AMR-mittalaitteita, on määritetty ulkopuolinen rajapinta, johon ulkopuolinen järjestelmä (esim. kotiautomaatio) voi liittyä. Nopea ohjaus ei näin ollen välttämättä vaadi mittalaitteelta muuta lisätoiminnallisuutta, jos mittaria hyödynnetään osana kotiautomaatiota. Tämä vaatii tietysti asiakkaalta lisäinvestointeja.

Nopean ohjauksen käyttöönotto joustomarkkinoilla hyödynnettäväksi vaatii kehitystä Elenian käyttämään kulutusmittauspistepalvelu -järjestelmään. Järjestelmää tulee kehittää tiedon läpimenon varmistamiseksi sekä toteuttaa rajapintamäärittelyt järjestelmän ja mittalaitteen välille. Rajapintamäärittelyihin ei tällä hetkellä ole olemassa standardia, mutta asiaa on pohdittu mm. SGEM -hankkeessa. Kustannusarvio alustan kehitystyölle on n. 500 t€ sekä jatkuvat transaktiokustannukset yksittäisten ohjausten toteuttamiseksi ja tiedon laadun varmistamiseksi ml. tietoliikenne. Lisäksi ohjausten käyttöönotto vaatii parametrimuutoksia mittalaitteille (jos laite on siis jo asennettu), joka on hoidettavissa etäpäivityksellä. Alustaratkaisu voidaan kehittää koko alaa tukeväksi ratkaisuksi tuleville mittarisukupolville, jos standardointi on edennyt riittävän pitkälle.

Ensimmäiset tämäntyyppisten mittalaitteiden asennukset on aloitettu vuonna 2017.

3.3 Helen sähköverkko

Helen Sähköverkossa on ollut jo viisi vuotta käytössä etäluettavilla mittareilla toteutettu spot-hinnasta ja ulkolämpötilasta riippuva dynaaminen kuormanohjaustoiminnallisuus (tuntiohjaus) hieman yli tuhannessa täysin varaavassa sähkölämmityskohteessa. Toiminnallisuus sisältää mahdollisuuden avoimen rajapinnan käyttöönottoon, johon ulkopuolinen taho voi lähettää ohjauksia. Mittausjärjestelmän osalta ominaisuus hankittiin osana mittalaitteiden hankintaa, jossa sille ei ole erillistä hintaa olemassa. Päivittäinen ohjausviestien lähetyskustannus on niin pieni, ettei sillä ole käytännön merkitystä toiminnallisuuden kannattavuuteen. Taustajärjestelmiin on tehty rajapintamuutoksia ohjausviestien välittämiseksi, näiden kustannus on noin 30 k€. Kyse on ensi sijassa järjestelmien välisten rajapintojen muodostamisesta, jossa yksikköhinta on arviolta 50 000 €/järjestelmä.

3.4 Koko Suomi

Suomessa on noin 80 jakeluverkon haltijaa ja 50 000€:n keskekustannuksella tuntipohjausten hitaiden ohjausten käyttöönoton hinnaksi tulee 4 miljoonaa euroa. Tosin toteutustavat ja aikataulut saattavat vaihdella, kuten yllä esitellyllä kolmella jakeluverkkoyhtiöllä.

4 Mitä standardoidun rajapinnan avaaminen käytännössä vaatisi ja millä aikataululla se olisi mahdollista toteuttaa?

4.1 Caruna

Kappaleen 3.1. nopean ohjauksen firmware-päivitys on todennäköisesti tehtävissä nopealla aikataululla noin vuodessa. Mittarin toimittajan aikataulua ei ole selvitetty. Hitaan ohjauksen tarjoaminen asiakkaille massamaisesti vaatii mittauspalveluiden toimittajalta järjestelmämuutoksia ja Caruna kilpailuttaa mittauspalveluiden toimittajan 2017. Tällöin hitaan ohjauksen toteuttaminen saattaa venyä jopa vuoteen 2019.

4.2 Elenia

Tuntipohjaisen ohjauksen avaaminen markkinaosapuolien käyttöön toteutettaisiin käytännössä siten, että sähkön myyjä/asiakas lähettää määrämuotoisen viestin käyttöpai- kasta sisältäen seuraavan vuorokauden ohjaustarpeet. Tämän käyttöönotto on mahdollista kohtuullisen nopealla aikataululla (kuukausissa) kun viestin sisältö on määritetty.

Nopean ohjauksen standardirajapinnan kehittämistä edistäisi merkittävästi rajapinnan pilotointi joidenkin yhtiöiden toimesta, jossa samalla pilotoinnin yhteydessä kehitetään ad hoc -standardi. Elenia on tarvittaessa halukas osallistumaan pilotointiin. Tämän jälkeen tiedonvaihtorajapinta on standardoitavissa kaikkia koskevaksi. Mukaan kannattaa ottaa teleoperaattorit, jotka tuntevat ympäristön jo tällä hetkellä täysin.

Pilotti on toteutettavissa vuoden sisällä, kun mukana ovat kysynnänjoustopalveluntarjoajat, operaattoriosuamasta ja rajapintatuntemusta yhdessä verkkoyhtiön laitteisto-osaamisen kanssa. Pilotti on mahdollista toteuttaa Elenian uusilla 2017 asennettavilla mittalaitteilla.

4.3 Helen sähköverkko

Edellyttää valtakunnallista toimintamallia, jossa on sovittu tiedonvaihtotapa sekä ilmoituskanava. Tässä auttaisi suuresti puheena ollut controlhub. HSV:n osalta käytössä olevat reilu 1000 dynaamista ohjausta (teho +20 MW) on liitettävissä palveluun nopealla aikataululla.

Osaan olemassa olevia mittauspisteitä vastaava toiminnallisuus on mahdollista tehdä etäpäivityksellä. Tämä etäpäivitysmahdollisuus koskee noin 2/3 HSV:n sähkölämmitys-kohteista. Mikäli otetaan käyttöön kattava ohjausjärjestelmä, edellyttää se noin 5000 mittarin ennenaikaista vaihtoa.

Koko asiakaskunnan kattava nopean ohjauksen toimintamalli edellyttää mittareiden uusintaa, mikä tehdään noin vuoteen 2025 mennessä.

4.4 Koko Suomi

Caruna, Elenia ja HSV omaavat erilaiset järjestelmät ja mittarikannan, mikä todennäköisesti kuvastaa hyvin koko Suomen tilannetta. Taloudelliseksi arvioitu ratkaisu olisi toteuttaa standardirajapinta nopealle ohjaukselle seuraavan sukupolven mittareissa.

Muutoin nopeasti kysyntäjoustomarkkinoille liitettävää kapasiteettia on hyvin rajallisesti, jos ratkaisu tarvitaan Fingridin säätö- ja reservisähkömarkkinoille.

Tuntipohjaisen ohjauksen, joka on tarkoitettu Elspot-markkinoille, kehittäminen on huomattavasti suoraviivaisempaa, mutta vaatii muutoksia olemassa oleviin tietojärjestelmiin. Suuria massoja olisi todennäköisesti saatavilla vasta 2020-alussa. Tarkkaa kustannusarviota ei vielä ole tehty.

5 Sähkönmyyjien näkökulma

Muutamit myyjät ovat alan käymissä keskusteluissa osoittaneet suurimmaksi ongelmaksi myyjän puolelta järjestelmäintegraatioiden ongelmaisuuden. Mittarin ohjauskäytön lisäksi yhtä merkittävä tekijä on tarjolla oleva rajapinta mittareille. Valtakunnallisesti toimiville myyjille keskeistä on yhdenmukainen toiminta ja rajapinta kaikkien verkkojen suuntaan. Myyjälle ei ole kustannustehokasta räätälöidä omia ratkaisujaan verkonhaltijakohtaisesti. Mittarin kautta tapahtuvan ohjauksen tulisi olla valtakunnallisesti käytettävissä ja ylläpidettävissä standardimuotoisena, jotta myyjän kannattaisi rakentaa siihen oma rajapinta.

Myyjille olennaista on, että rajapintoja on vähän. Myyjien kannalta ei pidetä toivottavana tilannetta, jossa myyjä joutuisi liittymään jokaisen verkonhaltijan rajapintaan erikseen. Mittarin kautta tarjottavan tuntipohjaisen (tai muun markkinajakson mukaisen) ohjauksen lisäksi myyjä tarvitsee tulevaisuudessa nopeampaa ja hienojakoisempaa liittymän takana olevan kulutuksen ohjaamista (esim. aurinkopaneelien tuotanto, akut, sähköautojen lataus/purku jne.). Myyjän tulee ottaa tämä huomioon, kun valitsee teknisiä ratkaisujaan ja rakentaa omia rajapintojaan asiakkaiden kuorman ohjaukseen.