



Loppuraportti

Älykäs sähköverkko virtuaalivoimalaitoksen alustan mahdollistajana



ELENIA

1 Projektin yhteenveto

1.1 Yleiskuvaus

Älykäs sähköverkko toimii palvelualustana siirryttäessä kohti hajautetumpaa ja vähähiilistä sähköjärjestelmää. Älykkäiden sähköverkkojen ja kotien älyteknologian tulisi edistää osallistumista vähittäismarkkinoille. Uusiutuvan, säästä riippuvaisen tuotannon, kuten tuuli- ja aurinkovoiman lisääntyminen, kasvattaa tarvetta kulutuksen joustoon. Tulevaisuuden haasteina ovat sähkötehon riittävyys huippukulutuksen aikana, hetkellisten tuotannon ja kulutuksen muutosten hallinta ja tasapainon ylläpitäminen.

Työ- ja elinkeinoministeriön asettama älyverkkotyöryhmä on loppuraportissaan ehdottanut, että kuormanohjaustoiminnallisuus tulee sisällyttää seuraavan sukupolven älymittareihin niille asiakkaille, joilla on merkittäviä ohjattavia kuormia. Älyverkkotyöryhmän mukaan jakeluverkkoyhtiön roolina on luoda tekninen alusta ja palveluntarjoajat muodostavat varsinaiset ohjauksikäskyt verkkoyhtiöiden luoman rajapinnan kautta. Elenia pyrki toteuttamaan Älyverkkotyöryhmän visiota ja testaamaan teknologian toimivuutta yhdessä asiakkaidensa kanssa pilottiprojektilla.

1.2 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena oli toteuttaa verkkoyhtiön rajapinta, jonka kautta olisi mahdollista ohjata asiakkaiden kuormia sähkömarkkinatarpeiden mukaan lähes reaaliaikaisesti. Tavoitteena oli todentaa pilotin kautta teknologian toimivuus ja saada selville sen kehitystarpeet.

2 Projektin toteutus ja tuotokset

Tulevaisuuden ratkaisujen testaamiseksi Elenia toteutti pilottiprojektin, jossa tutkittiin seuraavan sukupolven älykkäiden sähkömittarien mahdollistamaa markkinatarpeiden mukaista sähkölämmitys- ja lämminvesivaraajakuormien ohjausta. Lisäksi projektissa selvitettiin tulevaisuuden kehitystarpeita sekä ohjausten vaikutuksia asiakkaiden asumismukavuuteen.

Projektin valmistelu ja sidosryhmien ja potentiaalisten yhteistyökumppanien kartoitus alkoivat vuonna 2017. Yhteistyökumppaneiksi projektiin valikoituivat Aidon Oy, Empower IM Oy, Telia Finland Oyj, Vattenfall Oy ja Visma Consulting Oy.

Suunnittelu ja järjestelmätoteutukset alkoivat vuonna 2018. Saman vuoden syksynä alkoi laboratoriotestaus ja viiden vapaaehtoisen Elenian työntekijän kotiin asennettiin uudet älykkäät sähkömittarit ensimmäisiä asuinkohteissa tapahtuvia testauksia varten. Puoli vuotta myöhemmin, toukokuussa 2019, kutsuttiin kulutuksen jouston testaukseen mukaan omakotitaloissa asuvia Elenian asiakkaita, joilla oli yösiirtotariffi ja ohjattavaa kuormaa. Pilotin aikana asiakkaat saivat sähköposti- ja/tai tekstiviestiraportteja tehdyistä ohjauksista.

Pilottiryhmässä oli mukana 76 Elenian verkkoalueen asiakasta. Heille asennettiin uudet älykkäät sähkömittarit, jotka mahdollistivat kulutuksen ohjauksen etänä aiempaa reaaliaikaisemmin. Ensimmäiset testiohjaukset asiakkaiden mittalaitteille tehtiin kesäkuussa 2019. Testiohjausten kestot ja määrät per yö sekä ohjattavien kohteiden määrät vaihtelivat testauksen aikana.

Testauksessa ohjauksia tekivät kaksi Elenian yhteistyökumppania, joista toinen ohjasi aluksi kaikkia pilotissa mukana olevia mittalaitteita Elenian tuottaman testiohjaussuunnitelman mukaisesti. Syyskuussa palveluntarjoaja aloitti säätösähkömarkkinoiden mukaiset ohjaukset

osalla pilottiryhmästä. Samaan aikaan sähkönmyyjä aloitti vuorokausimarkkinaohjaukset 13 kohteessa siten, että kuormat pyrittiin ohjaamaan päälle yön kuuden edullisimman tunnin aikana.

Testiprojektin oli tarkoitus kestää vuoden 2019 loppuun. Pilottia jatkettiin kuitenkin maaliskuun 2020 loppuun 64 asiakkaan kanssa, jotta saataisiin selville, miten talvikuukausien pakkaset vaikuttavat ohjattujen tehojen suuruuteen. Sähkönmyyjä jatkoi samankaltaisia ohjauksia kuin aiemmin. Palveluntarjoaja puolestaan siirtyi tekemään ohjauksia, joilla pyrittiin saamaan asiakkaiden kuormat päälle arkiöisin kello yhdeltä, jolloin tuloksista näkyisi selkeämmin etäohjauksen vaikutus.

Kuukausittaiset tyytyväisyyskyselyt asiakkaille

Asiakkaat vastasivat kuukausittain kyselyyn testiohjauksien vaikutuksesta asumismukavuuteen ja kertoivat mielipiteitään pilottiprojektista.

Taulukkoon 1 on koottu vastaukset kysymykseen ”Vaikuttivatko testiohjaukset asumismukavuuteesi?” ja laskettu keskiarvot tuloksille. Sen perusteella voidaan tulkita, että pääasiassa testiohjaukset eivät vaikuttaneet asumismukavuuteen ja niiltä osin kuin vaikuttivat, oli suurin osa koetuista vaikutuksista positiivisia. Positiivisiksi vaikutuksiksi oli mainittu esimerkiksi se, että lämpö on pysynyt tasaisena tai ettei ohjauksia ole huomannut lainkaan. Yhdessä kohteessa lattiat eivät lämmenneet asiakkaan mukaan riittävästi.

Taulukko 1. Asiakkaiden vastaukset kysymykseen ”Vaikuttivatko testiohjaukset asumismukavuuteesi?”

	Vastaus		Jos kyllä, niin millainen vaikutus?		
	Ei (%)	Kyllä (%)	Positiivinen (%)	Negatiivinen (%)	Ei tulkittavissa (%)
Heinäkuu	92	8,2	40	0,0	60
Elokuu	95	4,7	67	0,0	33
Syyskuu	91	8,8	50	17	33
Lokakuu	94	6,0	50	25	25
Marraskuu	94	6,5	75	25	0,0
Joulukuu	96	4,3	0,0	33	67
Tammikuu	92	8,2	80	20	0,0
Helmikuu	80	20	67	33	0,0
Maaliskuu	89	11	86	14	0,0
Keskiarvo	91	8,7	57	19	24

Asiakkaiden tyytyväisyys pilottiin oli yleisesti hyvällä tasolla. 2019 vuoden puolella asteikkona oli 0-10, jossa 0 oli huonoin arvosana ja 10 paras. Tuolloin keskiarvo asiakkaiden tyytyväisyydestä oli 9. Jatkossa asteikko muutettiin siten, että 1 oli huonoin ja 5 paras arvosana. Loppukyselyssä keskiarvo asiakkaiden tyytyväisyydestä oli 4,5.

Kyselyiden avoimessa palautteessa moni mainitsi erityisesti sen, ettei testiohjauksia ollut huomannut lainkaan tai että ne oli huomattu vasta ohjauraporteista, joita Elenia lähetti asiakkaille viikoittain. Palautetta tuli myös siitä, että mittalaitteasennuksissa oli ongelmia. Nämä korjattiin mahdollisimman nopeasti. Palautteessa oli myös kysymyksiä liittyen mm. ohjauraporttien sisältöön, taloudelliseen hyötyyn ja tulevaisuuteen.

Loppukyselyssä pyysimme asiakkaita pisteyttämään tärkeimmät kuormien ohjauksesta saatavat hyödyt. Tärkein kuormien ohjauksesta saatava hyöty asiakasnäkökulmasta oli taloudellinen hyöty. Seuraavaksi tärkein oli asumistarpeisiin perustuva ohjaus (esim. käyttöveden lisälämmitys vieraita varten), sitten lämmityksen etäohjausmahdollisuus (esim. kotona / poissa -ohjaus) ja viimeisenä vihreän sähkön tuotannon edistäminen. Avoimessa palautteessa mainittiin mm. sähköverkon ja -jakelun turvaaminen sekä auton lataus.

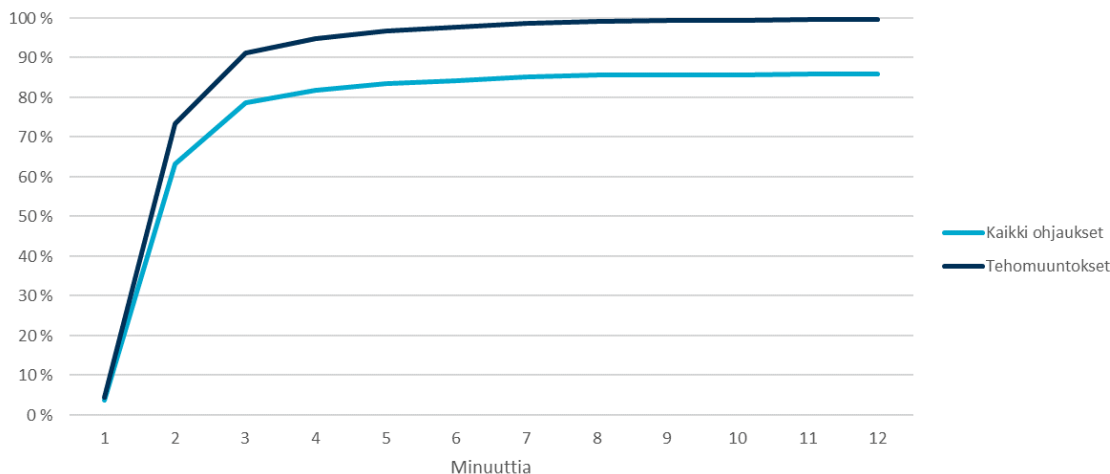
Projektissa havaittiin mm. seuraavia kehitystarpeita

- Mittalaitteiden releiden laatu
- Kuuluvuusongelmat → Lisäantennitarpeet
- Mittalaitteiden asetusten ja kalenteriohjausten toiminnan varmistaminen ennen asennusta
- Varmistus siitä, että mittalaitteen rele ohjaa kuormia eikä erillinen kello tai muu ohjauslaite
- Kesä- ja talviaikaan siirtymisen huomioiminen kaikissa ohjaukseen osallistuvissa järjestelmissä
- Välittömän ohjauksen jälkeinen releen tila, kun taustalla on myös kalenteriohjaukset
- Verkkoyhtiön järjestelmän käyttöliittymän kehittäminen ymmärrettävämmäksi
- Tietoliikenteen rajoitteiden huomioiminen

Testiohjaukset ja tehomuutokset

Ohjauksia toteutettiin aikavälillä 25.6.2019–31.2.2020 yhteensä 23 400 kappaletta, joista 9,2 % (2 100 kappaletta) jäi virhetilaan. Ohjausten läpimenoprosentti oli siis 91 %. Läpimenoprosentin osalta tulisi huomioida, että se sisältää virhetilanteita, jotka saatiin pilotin aikana korjattua. Viimeisenä kuukautena, jolloin järjestelmämuutoksia ja korjauksia ei enää tehty, läpimenoprosentti oli 98 %. Läpimenoprosentilla tarkoitetaan niiden ohjausten osuutta, joihin saatiin kuittaus ohjauksen läpimenosta. Ohjausten läpimeno kesti keskimäärin 69 sekuntia. 88 % ohjauksista onnistui alle 60 sekunnissa ja näiden alle minuutissa onnistuneiden ohjausten keskimääräinen läpimenoaika oli 30 sekuntia. Ensimmäinen tehomuutossanoma vastaanotettiin 86 % tapauksessa kaikista ohjauksista. Pisimmillään sanoman vastaanottamiseen kului aikaa n. 42 minuuttia ohjauksen aloittamisesta. Kyseessä oli käyttöpaikka, jonka kuuluvuus oli heikko, mikä selittää pitkän viiveen.

Kuvassa 1 on esitetty ensimmäisen tehomuutossanomien vastaanottamiseen kulutut aika ohjauksen lähettämisestä verkkoyhtiön järjestelmästä. Vaalean sininen viiva kuvaa tulosta suhteutettuna kaikkiin lähetettyihin ohjauksiin. Näistä 86 %:ssa vastaanotettiin tehomuutossanoma, loput jäivät virhetilaan. Tumman sininen viiva kuvastaa puolestaan ohjauksia, joista ensimmäinen tehomuutossanomien vastaanotettiin onnistuneesti. Tässä ryhmässä 90 %:ssa ohjauksista tehomuutos vastaanotettiin 3 minuutin kuluessa siitä, kun ohjauksikäsky oli lähetetty mittalaitteelle. Projektissa tavoiteltiin sitä, että 99 % ohjauksista olisi saatu tehomuutos alle 60 sekunnissa. Alle minuutissa saatiin tehomuutos kuitenkin vain 4 prosenttiin ohjauksista.



Kuva 1. Tehomuutossanomien vastaanottamiseen kulunut aika

Jokaisen testiohjauksen yhteydessä kohteesta saatiin tehotieto ennen ja jälkeen ohjauksen. Alla olevaan taulukkoon on koottu jokaiselta kuukaudelta suurimmat ohjatut kokonaistehot ja suurimmat keskimääräiset ohjatut tehot kohdetta kohti. Taulukkoon 2 on koottu vain palveluntarjoajan tekemien ohjausten tehojen summat, sillä sähkönmyyjä ohjasi kohteiden kuormia eri aikoihin. Suurin ohjattu kokonaisteho 204 kW saavutettiin joulukuussa. Kyseinen ohjaus tapahtui kello 23, jolloin todennäköisesti useimmissa kohteissa oli lämminvesivaraaja tai varaava sähkölämmitys päällä. Ohjauksessa oli tuolloin mukana 53 kohdetta. Ohjauskäskyt tosin lähetettiin 62 kohteeseen.

Taulukko 2. Suurimmat kuukausittaiset ohjatut kokonaistehot ja keskimääräiset tehot/kohde.

	Suurin ohjattu kokonaisteho (kW)	Suurin ohjattu keskimääräinen teho/kohde (kW)
Kesäkuu	21	2,6
Heinäkuu	168	3,1
Elokuu	203	3,6
Syyskuu	203	3,8
Lokakuu	138	4,0
Marraskuu	159	3,2
Joulukuu	204	3,9
Tammikuu	176	4,0
Helmikuu	179	4,0
Maaliskuu	175	3,9
Maksimi	204	4,0



Jatko-osassa haluttiin selvittää, miten pakkaset vaikuttavat tehomuutoksiin, mutta talvikuukaudet 2020 olivat keskimääräistä lämpimämpiä, eikä tuloksista nähdä haluttuja maksimimuutoksia. Suurin ohjattu keskimääräinen teho/kohde 4 kW saavutettiin jo lokakuussa, jolloin keskilämpötila oli vielä plussalla. Talvikuukausina suurimmat keskimääräiset muutokset olivat myös noin 4 kW.

Pilottiprojektin aikana selvitettiin myös energiankulutustietoja vertailemalla koko Elenian verkkoalueen pienasiakkaiden kuormanohjauspotentiaalia. Ohjauspotentiaaliksi saatiin noin 100 MW ympäri vuoden.

2.1 Tuotosten hyödyntäminen ja mahdolliset jatkotutkimustarpeet

Elenia jatkaa kulutusjoustoratkaisun, uusien mittalaitteiden ja mittausjärjestelmän kehitystyötä. Tavoitteenamme on mahdollistaa älykäs kulutusjousto kaikille pienasiakkaille vuoteen 2024 mennessä.