



MOTIVA

Sähkön kulutusjousto teollisuus- ja palvelukiinteistöissä

Kulutusjouston asiantuntijaselvitys

31.12.2025

Esipuhe

- Teollisuuden ja palvelukiinteistöjen kulutusjousto on yhä tärkeämpi osa sähköjärjestelmän joustavuutta, koska uusiutuvan tuotannon vaihtelevuus kasvaa.
- Tämän asiantuntijaselvityksen tavoitteena on tarjota Motivan tarpeisiin päivitetty ja käytännöllinen kokonaiskuva kulutusjoustosta.
- Selvitys tarkastelee kulutusjouston teknisiä ja taloudellisia mahdollisuuksia, tyypillisiä haasteita sekä käyttöönoton parhaita käytäntöjä.
- Työn toteutti Granlund Oy. Tilaajana on Motiva Oy.
- Selvitystyön on rahoittanut Energiavirasto osana energiatehokkuussopimusten toimeenpanoa.

Johdanto

- Suomen energiajärjestelmä siirtyy kohti vähähiilisyyttä, mikä edellyttää sekä energiatehokkuuden parantamista että kulutuksen joustavaa ohjausta.
- Kulutusjoustolla tarkoitetaan sähkönkulutuksen (tai tuotannon) muokkaamista hinnan, kuormitustilanteen tai verkon vakaustarpeiden mukaan. Teollisuudessa ja palvelukiinteistöissä kulutusjousto voi tuottaa merkittäviä kustannussäästöjä ja lisätuloja sekä tukea sähköjärjestelmän tasapainoa ja uusiutuvan energian laajempaa hyödyntämistä.
- Parhaat tulokset saavutetaan, kun kulutusjousto kytketään osaksi organisaation energias strategiaa ja ohjausjärjestelmiä kehitetään ennakoivasti. Jouston käyttöönotto tuottaa usein myös oheishyötyjä, kuten kehittyneet olosuhdehallinnan mahdollisuudet, parantuneen raportoinnin ja energianhallinnan.

Kulutusjouston periaate

- Kulutusjoustossa erotetaan kaksi päämallia
 - **Implisiittinen** jousto (kustannuspohjainen): kuluttaja reagoi hintasignaaleihin (esim. pörssisähkön tuntihintoihin) ilman erillistä sopimusta. Kulutus siirtyy tai vähenee kalliiden tuntien aikana, ja säästö realisoituu suoraan joustajalle.
 - **Eksplisiittinen** jousto (palkkiopohjainen): toimija (tai aggregaattori) sitoutuu tarjoamaan joustokyvykkyyttä esimerkiksi reservi- ja säätösähkömarkkinoille ja saa korvauksen ylläpidetystä tehosta ja aktivoinneista.



Kulutusjouston hyödyt

Osapuoli	Keskeiset hyödyt
Systeemitaso / sähköjärjestelmä	- Kuormahuippujen tasaaminen ja reservien käytön optimointi, mikä vähentää kalliiden varavoimalaitosten tarvetta - Parantaa järjestelmän joustavuutta ja vastekykyä häiriötilanteissa - Mahdollistaa suuremman osuuden uusiutuvaa energiaa järjestelmässä, koska kysyntä voi reagoida tuotannon vaihteluun - Voi vähentää investointitarvetta siirto- ja jakeluverkkojen kasvattamiseen huippukuormien pienetessä - Säästöt tuotantokustannuksissa (esim. vähemmän fossiilisen tuotannon käyttöä, parempi kapasiteetin käyttöaste)
Jouston tarjoaja (liiketoiminta, teollisuus, kiinteistö)	- Tulonmuodostusmahdollisuus eksplisiittisillä joustomarkkinoilla aktivointikorvauksilla - Energia kustannusten säästö korkeiden hintojen aikaisten leikkausten avulla (esim. kulutuksen siirto halvempiin aikoihin) - Sähkön tehomaksun pieneneminen kulutushuippujen leikkauksen avulla - Optimointimahdollisuudet yhdistää oma tuotanto (esim. aurinko), varastot (akku, lämpövarasto) ja joustotoiminnot – Parantaa yrityksen energiariippuvuuden hallintaa ja vähentää hintariskiä - Mahdollisuus viestiä ympäristövastuullisena ja tukea kestävän kehityksen tavoitteita
Jouston ostaja / järjestelmäoperaattori / verkkoyhtiö	- Luotettava ja kustannustehokas tapa lisätä järjestelmän joustavuutta ja varareservejä - Parempi kapasiteetin ja tasesähkön hallinta - Vähemmän tarvetta aktivoida kallista tuotantoa hätätapauksissa - Tasapainotus- ja säätöpalvelujen kustannusten pienentyminen - Paremmat markkinamallit ja kilpailuetu toimijoille, jotka voivat tarjota joustoa
Sähkön tuottaja	- Ennustettavampi kysyntäkuorma ja vähentynyt säätövoiman tarpeen vaihtelu - Voi hyötyä siitä, että kulutusta voidaan lisätä äkillisesti ylituotantotilanteissa - Parempi tuotannon käyttöaste ja pienempi tarve ajaa alle optimaalisen kuormituskäyrän - Vähemmän hintapiikkejä, mikä voi tasata marginaaleja ja vähentää volatiliiteettia ja muita riskejä
Sähkön siirto- ja jakeluyhtiöt (jakeluverkko, Fingrid)	- Vähennetään paikallisia huippuja ja jännitekuormituksia, mikä vähentää ylikuormitusriskiä ja investointipaineita - Pidemmän tähtäimen verkon kapasiteettivarausten tarve pienenee - Parantaa verkon vakautta ja riskinsietokykyä dynaamisissa kuormitustilanteissa - Mahdollisuus tarjota joustopalveluita asiakkaille ja tukea alueellista energijärjestelmän optimointia

Joustotavat

- Pörssisähkön hinnan mukainen ohjaus siirtää kulutusta halvoille tunneille spot-hintojen perusteella.
- Tehomaksujen leikkauksessa rajoitetaan yksittäisiä tehopiikkejä ja pienennetään liittymän tehomaksua.
- Reservi- ja säätösähkömarkkinoilla myydään joustokykyä taajuudenhallintaan ja kulutuksen ja tuotannon tasapainotukseen (FFR, FCR-D/N, aFRR, mFRR).
- Siirtojenhallinnan FinFlex markkinalla tarjotaan joustoa Fingridin ja Helenin pullonkaulojen hallintaan. Markkina voi laajentua tulevaisuudessa.

					
Johdannais-markkinat	Vuorokausi-markkinat	Reservikapasi-teettimarkkinat	Päivänsäiset markkinat	Reservienergia-markkinat	Taseselvitys
Kaupankäynti					
10 vuotta - päivä eteenpäin	Huutokauppa: Huominen	Huutokauppa: Huominen	Huutokauppa ja jatkuva kaupankäynti	Reaaliaika	Toimituksen jälkeen
Ajanjaksot					
Vuosi, kvartaali, kuukausi ja viikko	Tunti	Tunti	15 min	15-60 min	Tasesähkö Tasaselvitysjakso: 15 min

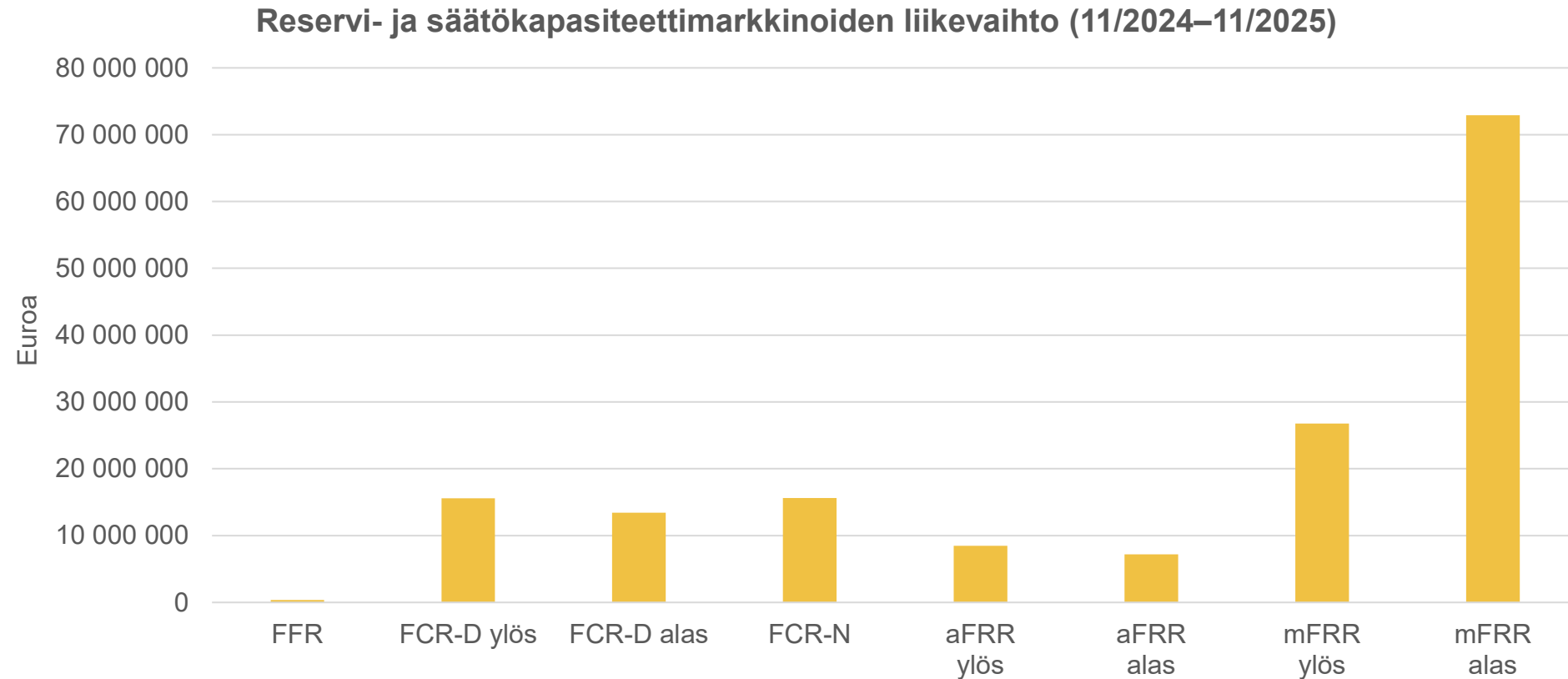
Fingrid Oyj. Nettisivut. Sähkömarkkinat, markkinapaikat.

<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyyss/johdanto-sahkomarkkinoihin/#sahkomarkkinoiden-aikajana>

Reservimarkkinat

- **FFR** aktivoituu merkittävässä alitaajuustilanteissa ja reagoi noin sekunnissa.
- **FCR-D** aktivoituu taajuuspoikkeamassa ja vaatii nopean vasteen.
 - Energiavarastoilla kesto vähintään 20 min, muilla 1 h.
 - Tarjotaan erikseen ylös- ja alassuuntaan, tunti- tai vuosimarkkinoille.
 - Dynaaminen säätö on suositeltavaa, sillä staattista reserviä hankitaan rajoitetusti.
- **FCR-N** ylläpitää taajuutta normaalialueella ja aktivoituu jatkuvasti.
 - Vaatii symmetristä aktivointia molempiin suuntiin ja nopean vasteen (1–3 min).
 - LER-resursseille (limited energy reservoir) energiavaatimus 1 h molempiin suuntiin.
- **aFRR** aktivoidaan automaattisella ohjaussignaalilla, täysi toteutus 5 min.
 - Ylös- ja alassäätömarkkinat erikseen, joissa kapasiteetti- ja energiamarkkinat.
- **mFRR** aktivoidaan erillisellä aktivointipyyntisignaalilla, täysi teho 12,5–15 min.
 - Ylös, alas-, kapasiteetti- ja energiamarkkinat.

Reservimarkkinat



Data koottu Fingrid Oyj:n Avoin Data –palvelusta. <https://data.fingrid.fi/>.

Reservimarkkinat

Markkina	Hankinta/käyttö	Aktivoinnin vasteaika	Aktivoinnin keston vaatimus	Minimi tarjouskoko	Markkinat	Markkina-aikajakso
FFR Nopea taajuusreservi	Matalan inertian aikoina suuressa taajuuden laskussa. Hankitaan osalle vuoden tunneista.	0,7 s / 49,5 Hz 1 s / 49,6 Hz 1,3 s / 49,7 Hz	5 s, jos deaktivointi max 20 %/s, muuten 30 s		Tuntimarkkinat	
FCR-D Taajuusohjattu häiriöreservi	Nopeassa taajuuden laskussa. Hankitaan jatkuvasti.	Teho: 86 % / 7,5 s Energia: 3,2 x kapasiteetti / 7,5 s Nopealla 0,4 Hz:n poikkeamalla	1/3 h energiavarastoille, 1 h muuten	1,0 MW	Tuntimarkkinat, vuosimarkkinat, ylössäätömarkkinat, alassäätömarkkinat	1 h
FCR-N Taajuusohjattu käyttöreservi	Pieneen jatkuvaan taajuussäätöön ylläpitämään taajuutta lähellä 50 Hz. Hankitaan jatkuvasti.	Siniaaltotesti, n. 63 % / 1 min ja n. 95 % / 3 min, 0,1 Hz taajuuspoikkeamalla		0,1 MW	Tuntimarkkinat, Vuosimarkkinat	
aFRR Automaattinen taajuudenpalautusreservi	Tuotannon ja kulutuksen tasapainottamiseen, vapauttaa nopeammat reservit, palauttaa taajuuden poikkeamasta takaisin 50 Hz:iin. Hankitaan vuoden joka tunnilla.	5 min sisään tilauksesta (maks 30 s valmistelu + 4,5 min aktivointi)	1 tunti	1,0 MW	Kapasiteettimarkkinat, energiamarkkinat, ylös- ja alassäätö erikseen	Kapasiteetti: 1 h Energia: 4 s, energiatarjoukset kuitenkin 15 min tarkkuudella
mFRR Säätösähkö- ja säätökapasiteettimarkkinat		15 min sisällä aktivoinnista				Kapasiteetti: 1 h Energia: 15 min

Tiedot koottu Fingrid Oyj:n nettisivuilta: <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit/>

Seuranta, ohjaus ja automaatio

- Kulutusjousto edellyttää reaaliaikaista ja tarkkaa päätötehon mittausta.
- FCR-markkinoille osallistuminen vaatii luotettavan taajuusmittauksen.
- Rakennusautomaation tulee tukea portaattomia säätöjä ja tietoturvallisia rajapintoja.
- Olosuhteiden seuranta varmistaa, ettei jousto heikennä tilojen olosuhteita.

Joustopotentialiaali

Joustoresurssi	Joustotapa	Tyypillinen kohde	Tekninen potentiaali	Taloudellinen potentiaali
UPS	FFR, FCR-D ylös	Datakeskukset	3	2
Akkuenergiavarasto	FCR-D ylös- ja alas, FCR-N, aFRR, mFRR, pörssisähkö, teholeikkaus	Teollisuus, kauppakeskus, toimisto	5	5
Sähkökattila	FCR-D, aFRR, mFRR, erityisesti alas, pörssisähkö	Teollisuus, toimisto, sairaala, kauppa ja kauppakeskus	4	5
Ilmanvaihdon puhaltimet	FCR-D, aFRR, mFRR, teholeikkaus, pörssisähkö	Toimisto, teollisuus, opetusrakennus, sairaala	3	3
Valaistus	FCR-D alas, teholeikkaus	Toimisto, teollisuus, kasvihuoneet, opetusrakennukset, sairaala, kauppa ja kauppakeskukset	2	1
Teollisuuden prosessit	aFRR, mFRR, siirtojenhallinta, teholeikkaus, pörssisähkö, tasehallinta	Teräs- ja metalliteollisuus, elintarviketeollisuus, kemianteollisuus	3	4
Varavoimakoneet	aFRR, mFRR, siirtojenhallinta, teholeikkaus, pörssisähkö, tasehallinta	Sairaalat, kaupat ja kauppakeskukset, teollisuus, datakeskukset	3	4
Lämpöpumput	Pörssisähkö, tehonleikkaus, FCR-N, aFRR, mFRR	Toimistot, sairaalat, kauppakeskukset	4	3
Vedenjäähdytys/kylmäkoneet	Pörssisähkö, tehonleikkaus, FCR-N, aFRR, mFRR	Kylmä- ja pakkasvarastot, elintarviketeollisuus, sairaalat, toimistot, jäähallit, kauppakeskukset, kaupat	3	3
Sähköajoneuvot	FCR-D, tehonhallinta, pörssisähkö, tasehallinta	Teollisuus/logistiikka, toimistot, kaupat ja kauppakeskukset, sairaalat	4	4

Suuntaa antavat asiantuntija-arviot joustopotentialiaaleista.

Joustavat resurssit

Ilmanvaihtojärjestelmät

- Puhaltimien tehoa voidaan säätää lyhytaikaisesti ilman merkittävää vaikutusta sisäolosuhteisiin
- Soveltuu erityisesti pörssisähköohjaukseen ja tehopiikkien leikkaukseen.

Lämpöpumput

- Ohjaus lämpöpumpun sisäisen automaation kautta spot-hinnan ja tehomaksujen mukaan
- Mahdollisuus siirtää lämmitystä tai jäähdytystä
- Soveltuu myös reservimarkkinoille, lähinnä mFRR.

Akkuenergiavarastot

- Tarjoavat nopeaa reagointia FCR- ja FRR-markkinoille
- Mahdollistavat energian varastoinnin ja kulutuksen optimoinnin.
- UPSit sopivat FFR:ään ja riippuen energiavaraston koosta ja kytkentätavasta myös FCR-D on mahdollinen.

Joustavat resurssit

Sähköajoneuvojen lataus

- Dynaaminen kuormanhallinta, hintaperusteinen ohjaus ja FCR-D
- Kaksisuuntainen lataus voi tuoda lisäarvoa reservimarkkinoilla.

Varavoimakoneet

- Voidaan käynnistää lyhytaikaisesti spot-hintojen mukaan tai huippukulutuksen leikkaukseen sekä hitaammilla reservimarkkinoilla
- Vaatii polttoaineen hallintaa ja nopean automaattisen ohjauksen, huomioitava varavoiman käyttötuntien kasvu

Valaistusjärjestelmät

- Lyhytaikainen himmennys tai sammutus ei vaikuta merkittävästi käyttäjäkokemukseen
- Tehoa voidaan nostaa käyttöajan ulkopuolella
- Soveltuu pörssisähköohjaukseen ja tehopiikkien hallintaan, jos keskitetysti ohjattavissa.

Joustavat resurssit

Teollisuuden prosessit

- Hyvin moninainen joukko erilaisia joustavia resursseja.
- Joustoa voidaan toteuttaa tuotannon ajoituksella ja ei-kriittisten laitteiden ohjauksella sähkön hintojen mukaan
- Myös hitaammilla reservimarkkinoilla.

Sähkökattilat

- Käytettävissä lämmityksen siirtoon ja monilla reservimarkkinoilla, mutta enimmäkseen alassäätömarkkinoilla
- Vaatii automaation ja ohjausjärjestelmän integraation sekä lämpönielun tai jatkuvan käytön tehon laskuun.

Kylmävarastot

- Lämpötilan hallinta mahdollistaa kulutuksen siirron ilman tuoteturvallisuuden vaarantamista
- Soveltuu pörssisähköohjaukseen ja hitaampiin reservimarkkinoihin

Yrityshaastattelut

- Osana selvitystä toteutettiin 10 yrityshaastattelua (kiinteistöala ja teollisuus)
- Nykyinen tietämys ja osaaminen
 - Tuntemus vaihtelee organisaatioiden sisällä; tieto keskittynyt harvoille henkilöille.
 - Kulutusjousto koetaan monimutkaiseksi ja vaikeatajuiseksi.
 - Lisätiedon ja tuen tarve suuri; tietoa haetaan Fingridiltä, Motivalta, sähköyhtiöiltä, konsulteilta ja järjestelmätoimittajilta.
 - Haasteita: rajalliset henkilöstöresurssit ja aika, erityisesti pienissä organisaatioissa.
- Taustasyyt ja tavoitteet kulutusjouston suunnittelulle ja toteutukselle
 - Energiakriisi ja geopoliittiset tapahtumat merkittäviä liikkeellepanevia voimia.
 - Hiilineutraalius ja vastuullisuus ohjaavat, mutta taloudellinen kannattavuus ratkaisee.
 - Hyödyt: energiasäästöt, reservimarkkinoiden tuotot, kiinteistön arvonnousu. Kulutusjousto nähdään osana energiatehokkuus- ja sähköistämisstrategiaa.

Yrityshaastattelut

- Toteutustavat
 - Kiinteistöt: lämpöpumput, IV-puhaltimet, hissit, akkuvarastot.
 - Teollisuus: prosessien ohjaus, pumppaamot, omat voimalaitokset, akustot ja sähkökattilat.
 - Lisäkustannuksia: automaation päivitykset, integraatiot, pilvipohjaiset ratkaisut.
- Haasteet
 - Epävarmuus taloudellisista tuotoista ja markkinoiden kehityksestä.
 - Tekninen monimutkaisuus, yllättävät kustannukset, kriittiset prosessit.
 - Pienet joustotehot ja hajautetut järjestelmät rajoittavat potentiaalia.
- Onnistumiset ja opit
 - Kulutusjousto-osallistuminen tuonut merkittäviä tuottoja akuissa ja teollisuudessa, erityisesti oman sähköntuotannon reservimarkkinaosallistumisen kautta.
 - Pilottihankkeet lisänneet ymmärrystä ja vähentäneet riskejä.
 - Suositeltavaa edetä yksinkertaisesti ohjattavilla resursseilla.

Prosessi

Tieto ja organisaatio	Tarvemäärittäminen	Kilpailutus	Toteutus	Käyttöönotto	Käyttövaihe
- Ylätason tavoite ja tahtotila kulutusjoustopille - Mahdollinen asiantuntijaselvitys - Kulutukset - Kuntoarvio/kartoitus - Laitteiston kunto - Automaatio ja ohjausten mahdollisuus - Tarvittavat toimenpiteet - Peilaus PTS:ään ja LTS:ään - PTS + LTS päivitys - Tarpeelliset erillishankkeet/-investoinnit - Onko resurssien joustaminen mahdollista vaikuttamatta muuhun negatiivisesti - Omien henkilöstöresurssien varmistaminen - Joustopien tavoitetason määrittäminen - Rahoitus ja mahdolliset tuet	- Joustopien suuruus - Joustopisteiden valinta - Automaatio-rajapinnat - Ohjauslogiikan muutostarpeet - Vaikutukset muihin järjestelmiin - Sähköverkon vaatimukset kulutukselle ja tuotannolle	- Keskustelut laitetoimittajien kanssa - Automaatiotoimittaja - Operaattori tai aggregaattori - Investoinnin taloudellisuuden tarkistus (kilpailutuksen jälkeen ja myös käytettäessä vuosittain)	- Suunnittelu - Kohteen tuntemus - Automaatiosaneeraus - Mahdolliset mittauskeskittimet, ohjainlaitteet - Esim. akkuinvestointi - Paloturvallisuus - Kapasiteetin varmistus ja investoinnit - Mahdollisuus syöttää verkkoon tai ajaa akkua ja verkkoa rinnan	- Asennukset - Ohjelmointi - Tiedonvaihtoyhteydet - Mahdolliset omat testit - Säätökokeet reservimarkkinoilla - Koulutus - Viestintä	- Operointi - Markkinoiden valinta ja optimointi - Resurssien ohjauksikäsky - Raportointi Fingridille - Raportointi resurssin omistajalle - Laskutus - Joustopien raportointi ja seuranta - Opit joustoista - Olosuhdeseuranta - Markkinoiden optimointi - Muutosten hallinta

Palvelumallit

- Kulutusjousto on nykyisin jo lukuisia palvelumalleja ja palveluntarjoajia
 - Aggregaattorit/jousto-operaattorit/VPP-palvelut (Virtual Power Plant)
 - Ohjelmistotarjoajat
 - Teknologia-toimittajat
 - Joustavat resurssit, kuten energiavarastot ja sähkökattilat
 - ICT (Information and Communications Technology) ja RAU (Rakennusautomaatio) eli tiedonsiirron ja automaation ratkaisujen toimittajat
 - Asiantuntijat/konsultointi
- Aggregointipalveluita tarjotaan yleensä erikoistuneesti tietyille resursseille (kuten akut, sähkökattilat, lämpöpumpot) tai suuremmille kiinteistöille ja teollisuudelle.
 - Pienien kohteiden kokonaisvaltaisia aggregaattoreita on vähemmän.
- Reservimarkkina-palveluntarjoajien päivittyvä lista löytyy Fingridin reservimarkkinat – [nettisivujen](#) liitteenä. Lisäksi Motivan Energiaosaajat-palvelusta löytyy kulutusjoustopalveluntarjoajia

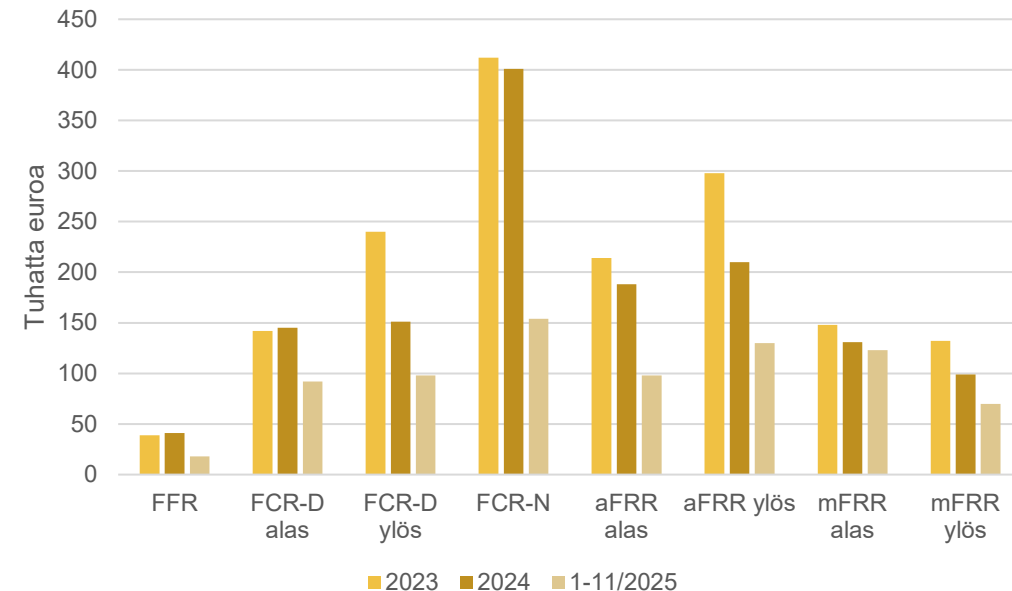
Mahdolliset kustannuserät

Oma ajankäyttö	Kulutusjoustop toteutus vaatii paljon aikaa mm. tarjousten hallintaan, sopimusten tekoon ja vastuumäärittelyyn, aiheeseen tutustumiseen, kiinteistön tietojen hankkimiseen ja kohdekäynteihin, palavereihin, projektointiin ja koordinointiin ja seurantaan
Sähkökapasiteetin vahvistaminen	Esimerkiksi sähköenergiavarastot tai sähkökattilat voivat vaatia kapasiteetin laajennusta liittymään sekä liittymän alapuoliseen sähköjärjestelmään.
Kartoitukset	Jos kiinteistön tai prosessin energiavirrat, laitteistojen ikä ja kunto, ohjattavuus, automaatiojärjestelmä sekä joustopotentiali eivät ole hyvin tunnettuja ja dokumentoituja, joudutaan nämä asiat selvittämään. Kartoitukset onkin hyvä toteuttaa samalla muiden, esimerkiksi energiakartoituksen yhteydessä.
Automaatio-ohjelmointi	Automaatiojärjestelmän ohjelmointityöhön, erityisesti jälkikäteen tehtynä, voi kulua yllättävänkin paljon aikaa ja rahaa. Pahimmassa tapauksessa jokainen ohjaus ja ohjauspiste pitää määrittää erikseen ja useassa järjestelmässä.
Rajapintojen avaukset	Laitteistojen ja automaatiojärjestelmien rajapintojen avauksella voi olla hinta.
Ohjauslaitteistot	Toimijasta riippuen automaatiojärjestelmää tai laitetta voidaan ohjata pilvipalvelun kautta tai tuoda kohteeseen fyysinen ohjauslaite. Myös olemassa olevat ohjauslaitteet voivat vaatia päivitystä.
Mittarit ja anturit	Toteutus voi vaatia mittarien päivittämistä tai lisäämistä. Lisäksi voidaan investoida anturointiin, jos halutaan varmistua esimerkiksi tilojen olosuhteiden pysyvyydestä.
Tietoliikenneyhteydet ja tietoturva	Kulutusjoustopissa on datan siirtoa ja tallennusta, viestintää ja tiedonvaihtoa Fingridin, resurssin sekä operaattorin välillä. Huomioitava erityisesti aFRR:ssä.
Väylä-, VAK- ja/tai valvomoparannukset	Kulutusjoustopista vastaa kiinteistötasolla lähtökohtaisesti rakennusautomaatiojärjestelmä. Riippuen kulutusjoustopin periaatteista ja joustomarkkinasta voi olla tarpeen päivittää käytettyjä väyläprotokollia tehokkaammiksi (voi edellyttää myös laitteiden vaihtamisen) ja/tai käytettäviä VAK- ja valvomorajapintoja. Vanhempia järjestelmiä voi joutua saneeraamaan täysin, jotta nykyaikaisia rajapintoja voidaan hyödyntää turvallisesti.
LVIAS- ja muu suunnittelu	Investoinnit ja muutokset ohjausjärjestelmiin voivat vaatia LVIAS-suunnittelijoita varmistamaan lisäohjausten toiminta ja vaikutukset muuhun järjestelmään.
Palvelumaksut ja provisiot	Aggregaattoreilla ja operaattoreilla on olemassa erilaisia palvelumaksumalleja. Näitä ovat mm. provisio reservimarkkinatuotoista tai muista säästöistä, kiinteät kuukausimaksut markkinoiden tai ohjauspisteiden lukumäärän mukaan, kiinteä palvelumaksu, aloitusmaksut kertamaksulla tai ohjauspisteiden määrän mukaan, huoltomaksut.
Vakuutukset	Erityisesti uusien investointien vakuuttaminen tuo luonnollisesti lisäkustannuksia, huomionarvoisesti sähköenergiavarastojen yhteydessä.
Sanktiot	Reservimarkkinatoiminnasta voi aiheutua Fingridin langettamia sanktioita, jos tarjottua reservikapasiteettia ei jostain syystä voitu aktivoida tai ylläpitää. Tämä yleensä vähennetään suoraan mahdollisista tuotoista, mutta sanktioiden jako on myös sovittavissa. Sanktioiden ei pitäisi olla merkittävä kuluerä, sillä niitä yritetään luonnollisesti välttää.

Haasteet ja riskienhallinta

- Markkinariski: hintojen vaihtelu pienentää tuottoja.
- Tekniset rajoitteet: vanhat järjestelmät ja rajallinen joustoteho.
- Dokumentaation ja tiedon puutteet
- Olosuhteet: raja-arvot ja palautekäytännöt
- Tarvittava anturointi olosuhteiden pysyvyyden seuraamiseksi ja sähkön mittarointi joustojen todentamiseksi ja joustopotentialin tunnistamiseksi.
- Tietoturva ja datan hallinta
- Kustannukset ja osaaminen: integraatiot ja ylläpito vaativat resursseja.

Reservien kapasiteettimarkkinoiden tuottopotentiali 1 MW:n kokoiselle jatkuvalla tarjoukselle. Vuosi 2023, 2024 ja 2025 marraskuuhun asti.



Fingrid Oyj. Nettisivut. Reservituottolaskuri.
<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit/reservituotteet-ja-markkinoille-osallistuminen/reservituottolaskuri/>

Kulutusjoustohanke-esimerkki

- Seuraavassa on esitetty kuvitteellinen tehdaskiinteistön kulutusjoustohankkeen eteneminen.
 - Tehtaan esiselvityksessä tunnistettiin joustavat resurssit, niiden energiankulutus ja (ohjaus)tekniikka sekä määritettiin konsepti, investoinnit ja tuotot. Näiden perusteella tehtiin investointipäätös nykyisen nestekaasukattilan, hankittavan sähkökattilan ja ilmanvaihtokoneiden kulutusjoustosta. Kulutusjousto-operaattoreihin oltiin yhteydessä ennen investointipäätöstä, jonka jälkeen valittiin sopiva operaattori.
 - Suunnittelussa valittiin joustotavat (polttoaineoptimointi, teholeikkaus ja FCR-D) ja huomioitiin saneeraustarpeet. Lisäksi varattiin mahdollisuus sähkövarastojen hankkimiseksi myöhemmin.
 - Toteutusvaiheessa tehtiin urakkasuunnittelu ja kilpailutukset, liitettiin automaatio kulutusjousto-operaattorin pilvipalveluun ja sovittiin tarvittavat liittynnät, sopimukset ja toimintarajat.
 - Kulutusjousto-operaattori liitti resurssit pilvipalveluun, suoritti Fingridin säätökokeet ja hoiti markkinaoperoinnin. Joustojen toteumia seurattiin myös tehtaan toimesta.

Jatkoselvitystarpeet

- Kulutusjoustohanke, jossa seurataan ja dokumentoidaan toteutus alusta loppuun eri kiinteistöille, ottaen huomioon tekniikka, ongelmat ja yllätykset mitä matkalla tulee.
- Lämpöpumppujen ja ilmanvaihtokoneiden kulutusjoustohankkeen konkreettinen kohdekatselmus ja ohjeet suunnittelussa huomioimiseen.
- Ilmanvaihtokoneiden liittämisen kustannukset – selvityksen tavoitteena tunnistaa kustannukset etukäteen ja siten edesauttaa käyttöönottoa.
- Lisäksi yleisestä selvityksestä kulutusjouston huomioimisesta suunnittelussa olisi apua uudishankkeille sekä kiinteistöille, joilla on tulossa taloteknisten järjestelmien saneerauksia.
- Lämpöpumppujen kompressorien eri käyttötapojen pilotti, kompressorien kyvykkyydet eri reservimarkkinoilla toimimisessa sekä vaikutukset muuhun lämmitysjärjestelmään.
- Kulutusjoustopalveluntarjoajien markkinaselvitys ja haastattelut.

Yhteenveto

- Kulutusjousto on tehokas keino vähentää sähkön hankinnan kustannuksia, tasata kustannusvaihtelua ja parantaa kilpailukykyä muuttuvilla markkinoilla.
- Yrityksille se tarjoaa lisätuloja reservimarkkinoilta ja taloudellisia säästöjä ohjaamalla omaa tuotantoa, joustavia resursseja sekä energiavarastoja.
- Sähköjärjestelmälle kulutusjousto tuo joustavuutta, vähentää huippukuormia ja tukee uusiutuvan energian integrointia.
- Onnistunut käyttöönotto edellyttää luotettavaa mittarointia, joustopotentialin ja –kohteiden tuntemusta ja tunnistamista, ajantasaista automaatiota sekä organisatorista sitoutumista.
- Joustohankkeissa kannattaa edetä taloudellisuus edellä olemassa olevilla resursseilla ja kyvykkyyksillä, tai uusia laiteinvestointeja tehdessä varmistaa joustojen laaja-alainen käytettävyys eri markkinoilla ja joustotavoilla.
 - Parasta on jos resurssilla on myös muuta käytännön hyötyä kuin toimia markkinoilla.