

# KUORMANOHJAUSRAJAPINNAN MÄÄRITTELY

Loppuraportti

26.4.2024

## Vastuuvapauslauseke

AFRY Management Consulting Oy ("AFRY") on laatinut tämän raportin Fingrid Oyj:n ("Asiakas") käyttöön. Raportin käyttö muuhun kuin Asiakkaan ja AFRYn välisessä sopimuksessa tarkoitettuun tarkoitukseen on sallittu ainoastaan AFRYn etukäteen antaman kirjallisen suostumuksen perusteella. Raportti on laadittu noudattaen AFRYn ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja. AFRYn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

Raportin sisältämät tiedot, tulkinnat ja johtopäätökset perustuvat AFRYn Asiakkaalta, raportin valmistelussa mukana olleilta yrityksiltä ja työryhmän jäseniltä, kolmansilta osapuolilta ja ulkopuolisista lähteistä saamiin tietoihin, eivätkä ne edusta AFRYn kantaa raportissa tarkasteltaviin asioihin. AFRY ei ole tarkistanut minkään kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saadun ja raportin laatimiseen käytetyn tiedon oikeellisuutta tai täydellisyyttä, koska se ei ole kuulunut AFRYn toimeksiannon laajuuteen. AFRY ei anna raportin perusteella tai siihen liittyen mitään vakuutusta (nimenomaista tai konkludenttista), eikä vastaa sen sisältämien tietojen ja arvioiden oikeellisuudesta.

AFRY ei vastaa kolmannelle osapuolelle tämän raportin käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	4
Määritelmät .....	5
1 Johdanto .....	7
1.1 Selvityksen tausta ja toimeksianto .....	7
1.2 Selvityksen tavoitteet ja rajaukset.....	7
1.3 Selvityksen toteutus .....	9
2 Mittauslaitteiden ja -järjestelmien kuormanohjaustoiminnallisuus .....	10
2.1 Ohjauksen piirissä olevat asiakkaat .....	10
2.2 Ohjausten hyödyntäminen kuormanohjaustarpeisiin .....	11
2.3 Kuormanohjaustavat .....	12
2.4 Mittauslaitteiden kuormanohjaustoiminnallisuudet .....	13
2.5 Mittausratkaisun suorituskyky .....	14
3 Kuormanohjausrajapinnan toteutusvaihtoehdot.....	14
3.1 Aiemmat selvitykset .....	14
3.2 Tunnistetut vaihtoehdot .....	15
3.3 Vaihtoehtojen alustava arviointi .....	16
3.3.1 Kuormanohjausrajapinnalle asetettavat vaatimukset .....	16
3.3.2 Toimintaympäristön muutokset.....	17
3.3.3 Keskitetty vai hajautettu toteutus .....	18
3.3.4 Tarkasteltavat vaihtoehdot .....	19
4 Suositeltavan toteutusmallin määrittely.....	20
4.1 Kuormanohjauksen osapuolet ja vastuut .....	20
4.2 Kokonaisarkkitehtuuri .....	22
4.3 Kuormanohjausprosessi .....	23
4.3.1 Valtuuttaminen .....	23
4.3.2 Valtuutuksen muutos.....	24
4.3.3 Kuormanohjauspyyntö .....	25
4.3.4 Valtuutuksen tarkastaminen ja validointi .....	25
4.3.5 Kuormanohjaussanomien välittäminen jakeluverkonhaltijalle.....	25
4.3.6 Kuormanohjausten toteuttaminen .....	26
4.3.7 Kuittaukset.....	26
4.4 Tietosisällöt .....	27
4.4.1 Kuormanohjaussanoma.....	27
4.4.2 Datahubin uudet tietosisällöt .....	27
4.5 Joustohubin toiminnallisuudet .....	28
4.5.1 Tietoturva ja kyberturvallisuus.....	29
4.5.2 Reititykset.....	29
4.5.3 Validointi.....	29

4.5.4	Valtuutusten tarkastus.....	30
4.5.5	Kuormanohjaussanomien puskurointi .....	30
4.5.6	Kuittausten välitys .....	30
4.5.7	Valvontatyökalut.....	31
4.5.8	Vikasietoisuus ja suorituskyky .....	31
4.6	Tukipalvelut.....	31
4.7	Vikatilanteiden selvittely .....	32
4.8	Toimialan yhteiset menettelyohjeet kuormanohjauksille .....	32
5	Toteutusvaihtoehtojen arviointi .....	34
5.1	Arviointiperusteet.....	34
5.2	Toteutuskustannukset.....	36
5.2.1	Toteutusvaihtoehtoriippuvaiset kustannukset.....	36
5.2.1.1	Investointikustannukset .....	36
5.2.1.2	Vuosikustannukset .....	37
5.2.1.3	Joustohubin kokonaiskustannukset.....	39
5.2.2	Jakeluverkonhaltijoiden kustannukset.....	39
5.2.3	Joustopalveluntarjoajan kustannukset .....	41
5.2.4	Kokonaiskustannukset .....	42
5.2.5	Vertailu aiempaan kustannusarvioon .....	42
5.3	Laadullinen arvio.....	43
5.4	Suositus kuormanohjausrajapinnan toteutusmallista.....	44
6	Seuraavat tehtävät .....	45
6.1	Seuraavat tehtävät ja niiden aikataulutus.....	45
6.2	Riskit ja epävarmuudet .....	47
6.3	Lainsäädännön muutostarpeet .....	48
7	Yhteenveto sekä suositus toteutustavasta .....	49
	Liite 1 – Työryhmätyöskentelyyn osallistuneet tahot .....	52
	Liite 2 – Työpajojen asialistat .....	53
	Liite 3a – Yhteenveto mittauslaitteiden kuormanohjaustoiminnallisuuksista.....	55
	Liite 3b – Yhteenveto mittauslaitteiden kuormanohjaustoiminnallisuuksista.....	56
	Liite 4 – Prosessikuvaus – Valtuutus .....	57
	Liite 5 – Prosessikuvaus – Valtuutus muuttuu tai päättyy.....	58
	Liite 6 – Prosessikuvaus – Ajastettu kalenteriohjaus.....	59
	Liite 7 – Prosessikuvaus – Välitön ohjaus.....	60

## Tiivistelmä

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi syyskuussa 2023 Fingridille tehtäväksi määritellä kuormanohjausrajapinta, joka mahdollistaisi uusien etämittauslaitteiden kautta toteutettavat kuormanohjaukset. Tässä raportissa kuvataan vaihtoehdot kuormanohjausrajapinnan toteuttamiselle ja annetaan suositus toteutustavasta ministeriön lainsäädäntötyön tueksi. Selvitykseen ei sisälly kuormanohjausrajapinnan hyötyjen arviointia, eikä siinä oteta kantaa kuormanohjausrajapinnan toteuttamiseen.

Kuormanohjausrajapinnalla tarkoitetaan teknistä alustaa, joka mahdollistaa joustopalveluntarjoajan muodostamien kuormanohjaussanomien välittämisen jakeluverkonhaltijan toteutettavaksi. Ratkaisulla mahdollistettaisiin mittauslaitteen kuormanohjausreleen ajastetut kalenteripohjaiset ohjaukset ja välittömästi toimeenpantavat yksittäisohjaukset, joita voitaisiin hyödyntää esimerkiksi aikajaotuksen mukaisissa tariffiohjauksissa ja vuorokausimarkkinoiden spot-hintaan perustuvissa ohjauksissa.

Selvityksessä tarkasteltiin kahta kuormanohjausrajapinnan toteutusvaihtoehtoa: 1) datahubista erillistä kuormanohjausrajapintaa, joka hyödyntää datahubin valtuutuskäsittelyä ja 2) kuormanohjausrajapinnan toteuttamista osana datahubia.

Toteutusvaihtoehtojen välinen kustannusvertailu osoittaa, että kuormanohjausrajapinnan toteuttaminen osana datahubia on elinkaarikustannuksiltaan muita toteutusvaihtoehtoja edullisempi ratkaisu. Datahubiin toteutettavan "joustohubin" investointi- ja operointikustannuksiksi arvioitiin 1,3 miljoonaa euroa kymmenelle vuodelle, kun erillisen joustohubin kustannus olisi 2,0–3,7 miljoonaa euroa riippuen siitä, toteuttaako kuormanohjausrajapinnan jakeluverkkoverkkoyhtiöt yhdessä vai Fingrid Oyj. Kaikki toteutusvaihtoehdot arvioitiin laadullisesti riittävän hyviksi, eikä niihin liittynyt ratkaisevia eroja.

Markkinaehtoisen kuormanohjauksen kokonaiskustannukseksi arvioitiin kymmenelle vuodelle 23,9–26,3 miljoonaa euroa. Kustannuksista valtaosa on jakeluverkonhaltijoiden kustannuksia (17,8 miljoonaa euroa). Joustopalveluntarjoajien laskennallisiksi kustannuksiksi arvioitiin 4,8 miljoonaa euroa olettaen, että yhteensä kymmenen joustopalveluntarjoajaa alkaisi tarjoamaan palvelua.

Raportin valmisteluun osallistuneiden toimialan edustajien suositus toteutustavasta on kuormanohjausrajapinnan toteuttaminen osana datahubia Fingrid Datahub Oy:n toimesta. Datahub-toteutusta puoltavat alhaisempien kokonaiskustannusten lisäksi olemassa olevan datahub-ratkaisun hyödyntäminen ja toteuttamisen selkeä vastuutaho.

Työryhmä pitää tärkeänä, että ennen lopullista päätöstä toteutustavasta datahub-toteutuksesta tulisi saada luotettava hintaindikaatio datahub-järjestelmän toimittajalta. Mikäli kustannukset osoittautuisivat tässä raportissa esitettyä kustannusarviota suuremmaksi, Fingridin tulisi pyytää tarjoukset myös joustohubin toteuttamisesta erillisenä ratkaisuna muilta mahdollisilta toimittajilta.

Joustohubin ensimmäinen toteutusversio tulisi tehdä mahdollisimman kustannustehokkaasti ja sisältäen vain tarpeellisimmat toiminnallisuudet, koska todellista asiakas- ja ohjauspotentiaalia ja siten saatavia hyötyjä ei tiedetä. Markkinaosapuolten toteutuskustannuksia voidaan kontrolloida myös siten, että joustohubiin liittyminen sallitaan myös muulla sertifioidulla tietojärjestelmällä kuin asiakastietojärjestelmällä tai mittaustiedonhallintajärjestelmällä.

## Määritelmät

**Aikajaotuksen mukainen ohjaus.** Yksiaikasiirtoon, yö- ja päiväenergiaan perustuvaan kaksiaikasiirtoon tai talviarkipäiväenergiaan ja muuhun energiaan perustuvaan kausiaikasiirtoon perustuva ohjaus.

**Ajastettu ohjaus.** Mittauslaitteelle tehtävä ohjaus, jolla ei ohjata kuormanohjausrelettä välittömästi, vaan jolle on asetettu ohjauksen alkamisajankohta.

**Asiakas.** Luonnollinen henkilö, yritys, yhdistys tai muu yhteisö esim. kunta, jolla on sähkönmyynti-, sähköntoimitus- ja/tai sähkönostosopimus myyjän kanssa ja/tai verkkosopimus jakeluverkonhaltijan kanssa, ja joka hankkii tai tuottaa sähköä pääasiassa omaan käyttöönsä. Sähkön loppukäyttäjä. Asiakkaasta voidaan käyttää myös termiä sähkönkäyttäjä tai käyttäjä.

**Datahub.** Sähkön vähittäismarkkinoiden keskitetty tiedonvaihtoratkaisu.

**DR-pooli.** ST-poolin vuosien 2013–2015 välillä toiminut tutkimushanke.

**Dynaamisen hinnan sähköntoimitussopimus.** Sähköntoimittajan ja loppukäyttäjän välinen sähköntoimitussopimus, joka seuraa spot-markkinoiden, vuorokausimarkkinat ja päivänsisäiset markkinat mukaan lukien, hintavaihteluja aikaväleillä, jotka vastaavat vähintään markkinoiden selvitysaikavälejä.

**Fingrid Oyj.** Kantaverkkoyhtiö. Voidaan käyttää jatkossa lyhyempää muotoa Fingrid.

**Fingrid Datahub Oy.** Datahubin operatiivista toimintaa varten perustettu Fingrid Oyj:n kokonaan omistama tytäryhtiö. Voidaan käyttää jatkossa lyhyempää muotoa Fingrid Datahub.

**FSP.** Flexibility Service Provider. Joustopalveluntarjoajasta myös suomenkielisessä tekstissä käytetty lyhenne, ks. määritelmä 'joustopalveluntarjoaja (FSP)'.

**Joustohub.** Tarkoittaa yleisesti kuormanohjausrajoitusta ja sen toiminnallisuuksia, joista keskeisimpiä on kuormanohjaussanomien vastaanotto ja välitys sekä riippuen toteutustavasta kuormanohjauksiin liittyvien valtuutusten tarkistaminen. Termiä joustohub käytetään tässä raportissa yleisnimityksenä kuormanohjausrajoitustalle toteutusvaihtoehdosta riippumatta.

**Joustopalveluasiakas.** Asiakas, joka on sopinut joustopalveluntarjoajan kanssa käyttöpaikkansa sähkökuorman ohjauksesta.

**Joustopalveluntarjoaja (FSP).** Asiakkaan sähkönmyyjä (avoin toimittaja), itsenäinen aggregaattori tai muu joustopalveluntarjoaja tai muu energiapalveluyritys, joka tarjoaa asiakkaille kuormanohjauspalvelua.

**Kalenteriohjaus.** Kuormanohjauskalenteriin perustuva ohjaus, jota voidaan käyttää ajastettuihin ohjauksiin tai aikajaotuksen mukaisiin ohjauksiin.

**Kuormanohjauskalenteri.** Mittauslaitteen kalenteri, johon voidaan ohjelmoida kuormanohjausreleiden ohjaukset. Voidaan käyttää myös termiä kuormanohjaustaulukko tai pohjakalenteri.

**Kuormanohjausrajoitus.** Mittauslaitteen kuormanohjausreleiden ohjauksille tarkoitettu vakioitu rajoitus, joka mahdollistaa joustopalveluntarjoajille kuormanohjaussanomien lähettämisen jakeluverkonhaltijoille toteutettaviksi.

**Kuormanohjausrele.** Mittauslaitteen kiinteä tai erillisasennettava komponentti, jolla voidaan ohjata asiakkaan releen taakse kytkemää sähkökuormaa.

**Mittausasetus.** Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta (767/2021).

**Rajapintaoperaattori.** Toimija, joka vastaa kuormanohjausrajoituksen operoinnista ja ylläpidosta.

**Spot-hinta.** Sähkön hinta, joka muodostuu sähkön ostajien ja myyjien käymän kaupankäynnin perusteella tulevalle vuorokaudelle kaupankäyntijaksoittain. Ks. myös dynaamisen hinnan sähköntoimitussopimus.

**ST-pooli.** Sähköntutkimuspooli eli Energiateollisuus ry:n koordinoima sähköalan tutkimusta edistävä yhteistoimielin.

**Sähkökäyttöpaikka** (käyttöpaikka). Fyysiseen sijaintiin, esimerkiksi asuntoon, liittyvä käsite, joka yhdistää asiakkaan verkko- ja myyntisopimuksen kautta jakeluverkonhaltijaan sekä sähkön myyjään ja jossa sähkön kulutusta tai tuotantoa voidaan mitata.

**TEM.** Työ- ja elinkeinoministeriö.

**Työryhmä.** Fingridin kuormanohjausrajoituksen määrittelytyön tueksi perustama työryhmä, joka koostuu jakeluverkonhaltijoiden, sähkömyyjien, joustopalveluntarjoajien ja etujärjestöjen edustajista.

**Uusi etämittauslaitteisto.** Etälueuttava sähkömittauslaite, joka täyttää mittausasetuksessa (767/2021) asetetut uuden etämittauslaitteiston toiminnalliset vaatimukset.

**Varttimittaus.** 15 minuutin jaksoissa tapahtuvaa sähkön määrän mittaamista ja mittaustiedon rekisteröintiä mittauslaitteiston muistiin siten, että tunnin ensimmäinen 15 minuutin jakso alkaa tasatunnin alusta.

**Varttimittausvelvoite.** Mittausasetuksen asettama pääsääntö, jonka mukaan sähkökulutuksen ja sähköntuotannon mittauksen sähköverkossa tulee perustua varttimittaukseen ja mittauslaitteen etäluentaan. Varttimittausvelvoitteen poikkeukset on eritelty mittausasetuksessa (767/2021).

**Välitön ohjaus.** Mittauslaitteelle tehtävä kuormanohjaus, joka toteutetaan heti. Voidaan käyttää myös termiä ad hoc -ohjaus, yksittäisohjaus tai on-demand ohjaus.

**Älyverkkotyöryhmä.** Työ- ja elinkeinoministeriön perustama työryhmä, jonka linjaukset ovat tämän selvitystyön lähtökohtana. Työryhmä julkaisi loppuraporttinsa syksyllä 2018.

# 1 Johdanto

## 1.1 Selvityksen tausta ja toimeksianto

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi syyskuussa 2023 Fingridille tehtäväksi määrittellä kuormanohjausrajapinta, joka mahdollistaisi älymittareiden kautta toteutettavan kuormanohjauksen. Määrittelytyössä tuli huomioida seuraavat näkökulmat:

- Määrittelytyön lähtökohtana ovat Älyverkkotyöryhmän linjaukset ja valtioneuvoston asetuksessa sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta (767/2021, 'mittausasetus') asetetut velvoitteet mittaukselle ja kuormanohjaukselle.
- Toteutuksen kustannustehokkuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.
- Mahdollisille rajapinnan toteutusvaihtoehdoille tulee arvioida kustannukset.
- Fingridin tulee osallistaa sidosryhmät riittävällä tavalla määrittelytyöhön.
- Ministeriö valmistelee määrittelytyön perusteella säädösmuutokset, jotka mahdollistavat kuormanohjausrajapinnan toteutuksen.

Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) vuonna 2016 asettama Älyverkkotyöryhmä ehdotti, kuormanohjaustoiminnallisuus tulee sisällyttää seuraavan sukupolven älymittareihin niille asiakkaille, joilla on merkittäviä ohjattavia kuormia. Lisäksi Älyverkkotyöryhmä ehdotti, että jakeluverkkoyhtiöiden toteuttamasta kuormanohjauksesta luovutaan hallitusti ja siirrytään markkinaehtoiseen dynaamisempaan kulutuksen ohjaukseen.

Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelmassa 20.6.2023 linjataan kulutusjouoston mahdollistamisesta seuraavasti:

*Poistetaan esteitä tarjota kuluttajille riittävän helppoja tapoja säästää rahaa kulutuksen ajoitusautomaattilla. Velvoitetaan sähköverkonhaltijat asennuttamaan etäohjauksen mahdollisuus sähkölämmitteisiin kiinteistöihin ja tarjoamaan sen käyttö kuluttajien sekä heidän valtuuttamiensa joustosäästötarjoajien käyttöön.*

Älykkäiden sähkömittareiden kautta saatava kulutusjousto palvelee kuluttajia sähkön käyttöön liittyvien kustannusten hallinnassa ja tukee sähköjärjestelmän hallinnan tarpeita uusiutuvan sääriippuvaisen tuotannon lisääntyessä.

## 1.2 Selvityksen tavoitteet ja rajaukset

Tämän selvityksen tavoitteena on määrittellä kuormanohjausrajapinnan tekninen toteutus etämittausratkaisujen kautta toteutettavan kuormanohjauksen mahdollistamiseksi. Selvityksen tuloksena syntyy tekninen ja toiminnallinen ratkaisukuvaus kuormanohjausrajapinnalle, joka mahdollistaa ministeriön säädösmuutosten valmistelun.

Tässä selvityksessä ei oteta kantaa siihen, tulisiko kuormanohjausrajapinta toteuttaa. Sen sijaan selvityksessä esitetään ratkaisukuvaus toteutustavasta, mikäli kuormanohjausrajapinta päätetään toteuttaa ja se arvioidaan tämän selvityksen kustannusarviot ja muiden selvitysten hyötyarviot huomioiden kansantaloudellisesti kannattavaksi.

Kuormanohjausrajapinnalla tarkoitetaan teknistä alustaa, joka mahdollistaa joustopalveluntarjoajan ohjauskomentojen välittämisen vakioidun ja keskitetyn ohjausalustan kautta jakeluverkonhaltijoille. Toisin sanoen joustopalveluntarjoajan ei tarvitse sopia ja toteuttaa ohjaussanomien reititystä jakeluverkonhaltijakohtaisesti. Toteutusmallia on havainnollistettu kuvassa 1.





Kuva 1. Kuormanohjauksen tiedonsiirtoketju

Kuormanohjausrajapinta kattaa vakioidut rajapinnat joustopalveluntarjoajan ja rajapintaoperaattorin sekä rajapintaoperaattorin ja jakeluverkonhaltijan välillä sekä tarvittavat kuormanohjauksen vastaanottamiseen ja välittämiseen liittyvät toiminnallisuudet. Mikäli rajapintaoperaattoreita olisi useampia, tulisi myös näiden välillä olla integraatiot, jolloin joustopalveluntarjoajan ja jakeluverkonhaltijan tarvitsee liittyä vain yhden rajapintaoperaattorin kuormanohjausrajapintaan. Näitä rajapintatoteutuksia ei ole tarkasteltu tässä raportissa.

Valtioneuvoston mittausasetuksesta (767/2021) ja sen perustelumuiutiosta on johdettavissa seuraavat reunaehdot kuormanohjausrajapinnan toteutukselle:

- Uudessa etämittauslaitteistossa tulee olla kuormanohjausrele, jonka avulla mittauslaitteisto kykenee vastaanottamaan ja panemaan täytäntöön tai välittämään eteenpäin viestintäverkon kautta lähetettäviä kuormanohjauskomentoja. Rajapintatoteutuksen tulee siten mahdollistaa kuormanohjaustoiminnallisuus mittausasetuksessa määritellyille sähkökäyttöpaikoille, joihin on asennettu kuormanohjausrele.
- Verkonhaltijan tietojärjestelmän tulee mahdollistaa verkonhaltijan välittämän tai antaman kuormanohjaustoiminnon toteuttaminen kuuden (6) tunnin sisällä ohjauskäskyn antamisesta. Siirtymäsäännöksen mukaan tämä tulee toteuttaa 1.1.2026 mennessä.
- Kuormien ohjaamisen käyttöpaikalla tulisi olla mahdollista sekä kalenteriohjauksina että yksittäisohjauksina. Eri ohjaustavat on kuvattu tarkemmin luvussa 2.3).

Edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamiseksi selvitykseen on sisällytetty seuraavat tehtäväkokonaisuudet:

- Mittauslaitteiden kuormanohjausreleen kautta tehtävien ohjausten sekä mittauslaitteiden- ja järjestelmien ohjauskyvykkyyden kuvaus (luku 2).

- Kuormanohjausrajapinnan toteutusvaihtoehtojen kuvaukset (luku 3).
- Kuormanohjausrajapinnan keskeisten toiminnallisuuksien sekä markkinaosapuolten roolien ja kuormanohjausprosessien määrittely (luku 4).
- Kuormanohjausrajapinnan toteutusvaihtoehtojen kustannusten arviointi ja laadullinen arvio sekä suositus kuormanohjausrajapinnan toteutusmallista (luku 5).
- Kuormanohjausrajapinnan seuraavien toteutusvaiheiden ja tehtävien kuvaus sekä toteutukseen liittyvien riskien ja epävarmuuksien tunnistaminen (luku 6).

Selvityksen ulkopuolelle rajataan seuraavat asiakokonaisuudet:

- Etämittaustaitteiden kautta toteutettavan kuormanohjauksen hyötyjen arviointi. Toimeksianto koskee kuormanohjausrajapinnan teknistä määrittelyä ja toteutusvaihtoehtojen kustannusten arviointia mahdollisimman kustannustehokkaan toteutusvaihtoehdon löytämiseksi. Selvitykseen ei ole sisällytetty kustannushyötyanalyysiä. Jouston markkinapaikkojen ja liiketoimintamallien määrittelystä sekä kuormanohjausten hyödyistä on laadittu erillinen ST-poolien rahoittama ja Vanguard Consulting Oy:n toteuttama selvitys ('Toimialan kuormanohjausrajapinnan kaupallistamisen kehitystarpeiden määrittely', julkaistaan toukokuussa 2024).
- Kuormanohjausrajapinnan kustannusten jakosuhteet markkinaosapuolittain. Selvityksessä arvioidaan kokonaiskustannus, mutta ei oteta kantaa siihen, kuinka joustohub-in investointi- ja operointikustannukset tulisi kohdentaa markkinaosapuolille. Selvityksessä ei ole myöskään tarkasteltu jakeluverkonhaltijan kustannusten huomioimista Energiaviraston valvontamenetelmissä.
- Kuormanohjausrajapinnan yksityiskohtainen tekninen vaatimusmäärittely. Yksityiskohtainen ratkaisunkuvaus riippuu valitusta toteutustavasta ja rajapinnan toteuttavasta tahosta, minkä vuoksi yksityiskohtainen tekninen määrittely on perusteltua laatia rajapintaratkaisun hankinnan yhteydessä. Ratkaisukuvaus on laadittu sillä yksityiskohtaisuuden tasolla, joka mahdollistaa säädösmuutosten valmistelun.
- Markkinaosapuolten kuormanohjauksiin liittyvät sisäiset prosessit, koska ne ovat toimijakohtaisia ja niiden ei arvioida riippuvan rajapinnan toteutustavasta. Selvityksessä kuvataan markkinaosapuolten roolit.
- Kuormanohjaukseen liittyvien yleisten sopimusehtojen määrittely. Ehtojen määrittely nähdään toimialan yritysten yhteisenä tehtävänä, joka ei riipu kuormanohjausrajapinnan toteutustavasta.

Tämän selvityksen ulkopuolelle rajatut asiat sekä luvussa 6.1 (Seuraavat tehtävät ja niiden aikataulus) kuvatut asiat tulee ratkaista ja määrittellä viimeistään kuormanohjausrajapinnan käyttöönottoprojektin yhteydessä säädösmuutosten valmistuttua.

### 1.3 Selvityksen toteutus

Fingrid kutsui kuormanohjausrajapinnan määrittelytyötä varten koolle sidosryhmien edustajista koostuvan työryhmän, jonka jäsenet edustivat seuraavia tahoja:

- Jakeluverkkoyhtiöt
- Sähkön myyjät
- Joustopalveluntarjoajat
- Etujärjestöt

Myös työ- ja elinkeinoministeriö asetti edustajansa sidosryhmätyöhön.

Fingrid nimesi työryhmän jäsenet yhdessä edunvalvontajärjestöjen kanssa. Työryhmätyöskentelyyn osallistuneet tahot on listattu liitteessä 1.

Työryhmä kokoontui työpajoihin yhteensä viisi kertaa joulukuun 2023 ja huhtikuun 2024 välisenä aikana. Työpajojen tavoitteena oli osallistaa sidosryhmät toteutusvaihtoehtojen määrittelyyn ja arviointiin sekä kuulla sidosryhmien näkemyksiä kuormanohjausrajapinnan toiminnallisuuksista ja kuormanohjaustarpeista. Työpajojen asialistat on kuvattu tarkemmin tämän selvityksen liitteessä 2.

Työpajoihin osallistui lisäksi Fingrid Oyj:n, Fingrid Datahub Oy:n ja AFRY Management Consulting Oy:n edustajia.

Lisäksi projektin aikana on kuultu seuraavia mittauslaitteiden ja -järjestelmien toimittajia: Aidon Oy, Kamstrup A/S ja Landis+Gyr Oy.

AFRY Management Consulting Oy on laatinut tämän raportin Fingridin toimeksiannosta. AFRYn rooli projektissa on ollut avustaa Fingridiä sidosryhmätyön suunnittelussa, valmistelussa ja läpiviennissä sekä dokumentoida sidosryhmätyöpajojen tulokset ja laatia näiden pohjalta selvityksen loppuraportti.

## 2 Mittauslaitteiden ja -järjestelmien kuormanohjaustoiminnallisuus

### 2.1 Ohjauksen piirissä olevat asiakkaat

Mittausasetus edellyttää, että uusissa etämittauslaitteistoissa on *”kuormanohjausrele, jonka avulla mittauslaitteisto kykenee vastaanottamaan ja panemaan täytäntöön tai välittämään eteenpäin viestintäverkon kautta lähetettäviä kuormanohjauskomentoja.”*

Kuormanohjausreleen asentaminen mittauslaitteistoon on pääsääntö. Asetuksen mukaan *”kuormanohjausrelettä ei kuitenkaan tarvitse olla mittauslaitteistossa, joka asennetaan yli 3 x 63 ampeerin pääsulakkeilla varustettuun sähkönkäyttöpaikkaan taikka sähkönkäyttöpaikkaan, joka sijaitsee yli kahden asunnon asuinrakennuksessa tai toimisto-, liike-, teollisuus- tai varistorakennuksissa”.*

Käytännössä vaatimus varustaa etämittauslaitteisto kuormanohjausreleellä koskee omakotitaloja, paritaloja ja vapaa-ajan asuntoja, joiden pääsulakekoko on enintään 3 x 63 ampeeria ja joihin on jo vaihdettu asetuksen mukainen uusi etämittauslaitteisto. Kuormanohjausrajapinnan käyttöönotto mahdollistaisi mittauslaitteiden olemassa olevan kuormanohjaustoiminnallisuuden uudenlaisen käytön.

Ohjauksen piiriin eivät sisälly rivi- ja kerrostalot, sillä näissä ei ole merkittävästi releen avulla ohjattavaa kuormaa tai mittauslaitteistot sijaitsevat erillään itse huoneistoista. Suuremmilla, yli 3 x 63 ampeerin pääsulakkeilla varustetuilla käyttöpaikoilla asiakkailla on yleisemmin käytössä muita automaatiojärjestelmiä, joiden avulla ohjauksia voidaan toteuttaa joustavammin.

Jakeluverkonhaltijoiden on tullut asentaa mittausasetuksen mukaisia uusia etämittauslaitteistoja 1.5.2023 alkaen. Jo käytössä olevat etämittauslaitteistot tulee korvata uusilla 4. heinäkuuta 2031 mennessä. Käytännössä uusi etämittauslaitteisto tullaan asentamaan suurimpaan osaan käyttöpaikoista vuoden 2028 loppuun mennessä varttimittausvelvoitteen takia. Mikäli kuormanohjausrajapinta otettaisiin käyttöön vuoden 2026 alkuun mennessä, kaikissa mittausasetuksen velvoittamissa

käyttöpaikoissa ei ole vielä tuolloin uutta etämittauslaitetta. Käyttöpaikalla voi olla kuitenkin tunti- tai varttimittauslaitteita, joiden kuormia on mahdollista ohjata.

Vuonna 2015 tehdyssä DR-poolin Kysynnän jousto -selvityksessä arvioitiin jakeluverkkoyhtiöille tehdyn kyselyn perusteella etäluettaviin mittareihin kytkettyä ohjattavaa kuormaa olevan yhteensä noin 1 800 MW<sup>1</sup>. Ohjattavasta kuormasta tehonrajoitusreleen piirissä (rele 1) arvioitiin olevan noin 800 MW ja yöaikareleellä (rele 2) noin 1 000 MW. Ohjattavan kuorman tämänhetkinen määrä ei ollut tiedossa tätä selvitystä tehdessä.

Kuormanohjausreleen avulla tehtävien ohjausten joustopotentiaalia, erityisesti yö-päiväohjauksen piirissä olevat asiakkaita, selvitetään erillisessä ST-poolin ja Vanguard Consulting Oy:n toteuttamassa selvityksessä.

## 2.2 Ohjausten hyödyntäminen kuormanohjaustarpeisiin

Mittausasetuksessa kuormanohjauspyyntöjen läpimenoajaksi on asetettu maksimissaan kuusi (6) tuntia. Älyverkkotyöryhmän ehdotuksen mukaan kuormanohjaustoiminnallisuuden tulisi mahdollistaa osallistuminen myös päivän sisäiselle markkinalle ja niille kaavailtuihin huutokauppoihin, kuitenkin niin, että kuormanohjauskäskyjen läpimenoon kuluva aika olisi joitain tunteja. Mittauslaitteen kautta tapahtuvaa reaaliaikaista säätöä ei kustannusten kannalta voida pitää järkevänä.

Tämän selvityksen tekemiseen osallistunut työryhmä linjasi, että kuormanohjausreleen kautta tehtävien ohjausten ensisijainen tarve liittyy loppuasiakkaiden sähkönkulutuksen ajalliseen optimointiin heidän sähkölaskunsa minimoiseksi. Tämä tarkoittaa käytännössä seuraavia ohjauksia:

- **Jakeluverkon aikajaotuksen mukaiset ohjaukset** (yö- ja päiväenergiaan perustuva kaksiaikasiirto ja talviarkipäiväenergiaan ja muuhun energiaan perustuva kausiaikasiirto). Nykyisessä vähittäismarkkinamallissa jakeluverkot vastaavat aikajaotuksen mukaisista ohjauksista ja mittauslaitteen kuormanohjauskalenterin konfiguroinnista. Valmisteilla oleva sähkömarkkinalain muutos tarkoittaa, että kuormanohjauksista vastaisivat jatkossa sähkönmyyjät ja joustopalvelujen tarjoajat, kuten itsenäiset aggregaattorit.
- **Pörssisähkön hintaan perustuvat ohjaukset.** Nyt käytössä oleva kaupankäyntijakso vuorokausimarkkinoilla on yksi tunti. Vuoden 2025 alussa vuorokausimarkkinoilla otetaan käyttöön 15 minuutin kaupankäyntijakso, mikä mahdollistaa pörssisähkösopimuksissa 15 minuutin hinnoittelun tuntihinnoittelun ohella.

Työryhmän ehdottamat ensisijaiset kuormanohjaustarpeet ovat päivän sisäistä kaupankäyntiä ja huutokauppoja lukuun ottamatta linjassa Älyverkkotyöryhmän ehdotusten kanssa. Kuormanohjaustoiminnallisuudella saataisiin siirrettyä suuri osa nykyisen yösähköohjauksen piirissä olevista asiakkaista kustannustehokkaalla tavalla markkinaehtoisien kulutusjouston piiriin.

Releohjaisia kuormanohjauksia on mahdollista käyttää myös päivän sisäiseen jatkuvaan kauppaan sekä päivän sisäiseen huutokauppaan, jota raportin kirjoittamisen ajankohtaan mennessä ei ole vielä käyttöön otettu. Työryhmä ei nähnyt tätä

<sup>1</sup> Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli): Loppuraportti. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/116742>

kuitenkaan ensisijaisena ja ensivaiheen ohjaustarpeena, sillä jakeluverkonhaltijoiden mittausratkaisujen suorituskyky ja mittausasetuksen kuuden (6) tunnin enimmäisläpimenoaika kuormanohjauspyynnöille ei tue kovin hyvin reaaliaikaisempaa ohjaustarvetta esimerkiksi tasehallinnan tarpeisiin. Seuraavan päivän pörssihintaan liittyvä tasehallinta on kuitenkin mahdollista.

Työryhmä tunnisti myös muita ohjaustarpeita, joihin relepohjaiset ohjaukset voisivat soveltua, mutta joita ei ensivaiheessa nähty tarpeelliseksi huomioida määrittelytyössä. Näitä ovat muun muassa sähköautojen latauksen ohjaus sekä kanta- ja jakeluverkon hallinnan tarpeet esimerkiksi suurepohjaisilla ohjauksilla.

Jakeluverkonhaltijalla tulisi kuitenkin olla mahdollisuus käyttää kuormanohjausrelettä verkon normaaleista käyttötilanteista poikkeavissa tilanteissa, kuten sähköverkon tai sähköjärjestelmän häiriötilanteissa, sähkökulutuksen säännöstelemiseksi sähköpulatilanteissa tai valmiuslain tarkoittamissa poikkeusoloissa.

Lisäksi lainsäädännössä tai toimialan menettelytavoissa tulisi huomioida tilanteet, joissa asiakkaan sähkönmyyjä ei tarjoa relepohjaista kuormanohjausta asiakkaan käyttöpaikalle (ks. 4.8).

## 2.3 Kuormanohjaustavat

Kuormanohjausrele kytkee siihen joko suoraan tai välireleen kautta liitettyjä kuormia päälle tai pois päältä kuormanohjausreleen saamien kuormanohjauskomentojen mukaisesti.

Mittausasetuksen taustamuistiossa todetaan, että kuormien ohjaamisen käyttöpaikalla tulisi olla mahdollista sekä kalenteriohjauksina että yksittäisohjauksina etäyhteydellä. Tarkempaa määrittelyä toteutustavasta ei ole esitetty.

Selvityksessä tarkasteltiin Taulukko 1 esitettyjä tapoja kuormien ohjaamiseksi.

*Taulukko 1: Kuormanohjausreleen ohjaustavat*

Ohjaustapa	Selite
Välitön ohjaus (yksittäisohjaus, ad hoc -ohjaus)	Kuormanohjausreleen tilaa (päälle/pois) ohjataan välittömästi ilman ohjauskäskyn ajastusta myöhempään ajanhetkeen.
Ajastettu ohjaus	Kuormanohjausreleen tilaa ohjataan ennalta määriteltyinä ajankohtina esimerkiksi kalanteritoiminnallisuuden avulla.
Kalenteriohjaus	Kuormanohjausreleen tilaa ohjataan toistaiseksi voimassa olevalla kuormanohjauskalenterilla, joka määrittelee ohjauskomennot jokaiselle viikonpäivälle.
Suureeseen perustuva ohjaus	Ohjauskomento perustuu jonkin suureen (esimerkiksi taajuuden tai jännitteen) paikallisen raja-arvon ylitykseen tai alitukseen.

Työryhmä linjasi, että kuormanohjausrajapinnan ensimmäiseen versioon ei sisällytettäisi suurepohjaista ohjausta, jota olisi periaatteessa mahdollista hyödyntää taajuusohjatuilla reservimarkkinoilla. Mittausasetuksessa ei ole kuitenkaan asetettu toiminnallisuusvaatimusta mittauslaitteen paikalliselle taajuusmittaukselle. Uusissa etämittauslaitteissa tämä toiminnallisuus voi olla saatavilla, mutta jakeluverkonhaltijat eivät välttämättä ole ottaneet toiminnallisuutta käyttöön, eikä automaatiikkaa releen ohjaamiseksi ole määritetty. Lisäksi suureohjauksen mahdollisesti edellyttämä jatkuva releen päälle- ja pois kytkeminen saattaa johtaa releen ennenaikaiseen

vikaantumiseen. Mittauslaitevalmistajat arvioivat kuormanohjausreleen kestävän muutamia kymmeniä tuhansia ohjauksia.

Kuormanohjausrajapinnan toteutuksessa kuormanohjaustapoja ei sidota tiettyihin kuormanohjaustarpeisiin, vaan jakeluverkkoyhtiöiden on mahdollista toteuttaa kuormanohjaukset mittausasetuksen mukaisten mittauslaitteidensa kyvykkyyksien mukaisesti (ks. mittauslaitteiden kyvykkyydet luvusta 2.4 ja kuormanohjausten toteuttaminen luvusta 4.3.6).

## 2.4 Mittauslaitteiden kuormanohjaustoiminnallisuudet

Mittauslaitevalmistajat ovat toteuttaneet omissa mittausratkaisuisaan kuormanohjaustoiminnallisuuden eri tavoin. Selvityksessä tarkasteltiin kolmen merkittävimmän Suomen markkinoille uusia etämittauslaitteita toimittaneen mittauslaitevalmistajan toteutusmalleja.

Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto kuormanohjaustoiminnallisuuksista laitevalmistajakohtaisesti. Laajempi kuvaus on esitetty liitteissä 3.

*Taulukko 2: Mittauslaitteiden kuormanohjaustoiminnallisuus*

Ohjaustapa	Aidon Oy	Kamstrup A/S	Landis+Gyr Oy
Kalenteriohjaus, esim. aikajaotuksen mukaiset ohjaukset	X, mittauslaitteelle konfiguroitavissa oleva kiinteä kalenteri.	X, mittauslaitteelle konfiguroitavissa oleva kuormanohjaustaulukko.	X, toistaiseksi voimassa oleva pohjakalenteri.
Ajastettu ohjaus kalenteriohjauksina, esim. spot-hintaohjaukset	X, dynaaminen kalenteriohjaus mahdollistaa päiväkohtaisen ohjauskalenterin asettamisen.	X, kuormanohjaustaulukon päiväkohtainen päivittäminen.	X, kalenteriohjaus seuraavalle vuorokaudelle erikoispäiväkäsitteillä.
Välittömät yksittäisohjaukset, esim. tasehallinnan tarpeeseen	X, heti tai ajastettuna yhdelle ohjausjaksolle.	O, tuki puuttuu luentajärjestelmästä. Erilliset päälle-pois-ohjaukset.	X, välitön ohjaus. Erilliset päälle-pois-ohjaukset.
Ohjaustapojen priorisointi	1. Välitön ohjaus 2. Dynaaminen kalenteriohjaus 3. Kalenteriohjaus	Uusi ohjauskomento korvaa aiemman tietyin rajoittein.  Ohjaukset palautuvat lopulta kalenterin mukaisiin ohjauksiin.	Viimeinen komento pätee -periaate.  Ohjaukset palautuvat lopulta kalenterin mukaisiin ohjauksiin, mikäli kalenteri pohjalla.

Kaikkien kolmen tarkastellun laitetoimittajan mittauslaitteet tukevat kalenteripohjaisia aikajaotuksen mukaisia ohjauksia ja spot-hintaan perustuvia ohjauksia. Näidenkin toteutukseen voi liittyä nykyisiin mittauslaitteiden ja luentajärjestelmien ohjelmistoversioihin liittyviä rajoitteita. Esimerkiksi ajastettua ohjausta ei välttämättä voida tehdä kuluvalle vuorokaudelle, vaan ohjaus täytyy toteuttaa useammalla välittömällä ohjauksella. Kaikissa ratkaisuisa yksittäiselle ohjauskomennolle ei voida asettaa ohjauksen kestoa, vaan releen palautus edelliseen tilaan vaatii erillisen komennon. Myös eri ohjaustapojen samanaikaiseen käyttöön voi liittyä rajoitteita. Kaikkiin laitteisiin voidaan kuitenkin asettaa pohjakalenteri, jota ohjaukset palautuvat noudattamaan, jollei uusia ohjauskomentoja ole lähetetty.

Kuormanohjaustoiminnallisuuksia on mahdollista kehittää ja laajentaa mittauslaitteiden ja luentajärjestelmien ohjelmistoja päivittämällä tai kehittämällä.

Kuormanohjausrajapinnan määrittelyssä tulee kuitenkin huomioida olemassa olevat rajoitteet ja reunaehdot sekä mahdollisen kehittämisen aiheuttamat lisäkustannukset jakeluverkonhaltijoille.

## 2.5 Mittausratkaisun suorituskyky

Mittausasetuksessa säädetään, että verkonhaltijan tietojärjestelmän tulee mahdollistaa verkonhaltijan välittämän tai antaman kuormanohjaustoiminnon toteuttaminen kuuden (6) tunnin sisällä ohjauskäskyn antamisesta. Käytännössä ohjauskomentojen läpimenoaika jakeluverkkoyhtiöiden järjestelmissä on nopeimmillaan muutamia kymmeniä sekunteja ja pääsääntöisesti enimmillään vain muutamia minuutteja. Mittausasetuksessa vaadittua läpimenoaikaa nopeampaa välitystä ei voida taata, vaan ohjaukset toteutetaan verkonhaltijan mittausjärjestelmissä best effort-periaatteella kuuden tunnin sisällä. Mittauslaitteiden vikaantumisten ja tiedonsiirtohäiriöiden vuoksi kaikkia ohjauspyyntöjä ei saada aina välitettyä mittauslaitteelle. Samoin useiden tuhansien samanaikaisten kuormanohjauspyyntöjen kohdalla läpimenoajat voivat olla yksittäisiä kuormanohjauspyyntöjä pitempiä.

Kuormanohjauspyyntöjen läpimenoaikoihin vaikuttaa myös kuormanohjausrajapinnan suorituskyky sekä mahdollinen kuormanohjaussanomien jonokäsittely, jossa jakeluverkonhaltija hakee kuormanohjausrajapinnasta kuormanohjaussanomia. Kuormanohjausrajapinnan tulisi toimia mahdollisimman reaaliaikaisesti, jotta kuormanohjauspyyntöjen kokonaisläpimenoajat eivät olennaisista piteneisi.

Läpimenoaika on kriittisin välittömissä ohjauksissa, mikäli niitä käytetään esimerkiksi tasehallinnan tarpeisiin päivänsisäisillä markkinoilla. Jos läpimenoaika olisi useita minuutteja ja siihen liittyisi suurta vaihtelua, niin 15 minuutin kaupankäyntijakson sisällä tapahtuviin ohjauksiin liittyisi huomattava riski. Myös ohjauksen porrastuksesta aiheutuvat satunnaisviiveet tulee huomioida.

Kalenteripohjaisissa ohjauksissa läpimenoaikaan liittyvää riskiä voidaan lieventää sillä, että ohjaussanomien lähetetään jakeluverkonhaltijoille riittävän ajoissa, esimerkiksi seuraavan päivän spot-hintojen julkaisemisen jälkeen. Koska ohjauskomennot ohjelmoidaan suoraan mittauslaitteelle, ajastettujen kuormanohjausten toteuttamiseen eli kuormanohjausreleen ohjaamiseen liittyvä riski koskee lähinnä kuormanohjausreleen vikaantumista.

## 3 Kuormanohjausrajapinnan toteutusvaihtoehdot

### 3.1 Aiemmat selvitykset

Toteutusvaihtoehtojen tarkastelun lähtökohtana olivat Älyverkkotyöryhmän taustaselvitykset, joiden keskeinen sisältö on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: Toteutusvaihtoehtojen tunnistamisessa hyödynnetyt aiemmat selvitykset

Selvitys	Keskeinen sisältö
Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä  <i>Työ- ja elinkeinoministeriö (2018)</i>	Älyverkkotyöryhmän loppuraportti.  Työryhmän tehtävänä oli selvittää ja esittää konkreettisia toimia, joilla älykäs sähköjärjestelmä voi osallistua sähkömarkkinoille ja edistää toimitusvarmuuden ylläpitoa.  Älyverkkotyöryhmä ehdotti loppuraportissa, että seuraavan sukupolven älymittareihin sisällytetään kuormanohjaustoiminnallisuus.
Kuormanohjausrajapinta AMR-mittarin kautta toteutettaviin ohjauksiin  <i>Työ- ja elinkeinoministeriö (2018)</i>	Älyverkkotyöryhmän taustaselvitys.  Selvityksen tavoitteena oli kuvata vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa avoin rajapinta, joka mahdollistaisi kuormanohjauksen seuraavan sukupolven älymittareiden kautta.  Selvityksessä suositeltiin rajapinnan toteuttamista sanomaoperaattorimallin kautta. Seuraavaksi tulisi määritellä mallille käyttötapaukset ja tietosisällöt.
Kuormanohjausrajapinnan määrittely  <i>Empower IM Oy (2020)</i>	Energiateollisuuden alaisen sähköntutkimuspoolin tilaama taustaselvitys.  Selvityksen tavoitteena oli luoda toteutuskelpoinen malli kuormanohjausrajapinnalle, sisältäen käyttötapaukset ja tietosisällöt, yhdessä keskeisten sidosryhmien kanssa.  Selvityksessä määriteltiin toteutustapa sanomaoperaattorimallille. Reaaliaikainen "joustohub" nähtiin pitkän aikavälin tavoitetilana.

## 3.2 Tunnistetut vaihtoehdot

Aiemmissa selvityksissä tunnistettiin Kuva 2 esitetyt toteutusvaihtoehdot kuormanohjausrajapinnalle.

Kuva 2: Aiemmissa selvityksissä tunnistetut toteutusvaihtoehdot kuormanohjausrajapinnalle

1. KAUPALLISTEN RAJAPINTAOPERAATTORIEN PALVELU
2. TOTEUTUS KANTAVERKKOYHTIÖIDEN DATAHUBISSA
3. KESKITETTY REAALIAIKAINEN JOUSTOHUB
- (4. Ediel-sanomiin perustuva tiedonvaihto)
- (5. EPC-tiedonvaihtoaustaa hyödyntävä keskitetty malli)

**Kaupallisten rajapintaoperaattorien palvelu (1)** ('sanomaoperaattorimalli') on Ediel-sanomaliikenteeseen perustuva malli, jossa sanomaliikenneoperaattorit vastaavat kuormanohjaussanomien reitityksestä ja rajapinnan tarjoaminen on kilpailtua liiketoimintaa. Jakeluverkkoyhtiöt veloitettaisiin liittymään ainakin yhden rajapintaoperaattorin tarjoamaan järjestelmään. Kuormanohjausten valtuutuksia hallittaisiin datahubissa.

Ediel-pohjaisen mallin katsottiin aiemmissa selvityksissä olevan nopein toteuttaa, koska Ediel-sanomaliikennettä hyödynnettiin niiden tekemisen aikaan laajasti sähköön vähittäismarkkinoilla.



**Toteutus kantaverkkoyhtiön datahubissa (2)** hyödyntäisi datahubin rajapintoja ja toiminnallisuuksia. Aiemmissa selvityksissä datahubin soveltuvuutta ei voitu arvioida kattavasti, koska datahub ei ollut tuolloin vielä käytössä. Datahubia ei pidetty ensisijaisena toteutustapana kuormanohjauksille, koska sen ei uskottu olevan riittävän reaaliaikainen.

**Keskitetty reaaliaikainen joustohub (3)** on pitkän aikavälin tavoitetilaa edustava keskitetty malli, jossa tiedonvaihto tapahtuisi reaaliaikaisesti.

Joustohubin ajateltiin olevan datahubista erillinen keskitetty tiedonvaihtovaluuta, joka olisi suunniteltu reaaliaikaiseksi. Valtuutuksen voitaisiin käsitellä joko datahubissa tai toteutus tehtäisiin kokonaan datahubista erillisenä.

Mallit 4–5 mainittiin aiemmissa selvityksissä, mutta niitä ei pidetty harkinnan arvoisina toteutustapoina eikä niistä laadittu ratkaisukuvausta:

- Ediel-sanomiin perustuva tiedonvaihto (4), jossa valtuutuskäsittely tapahtuisi datahubin sijaan hajautetusti. Kukin verkkoyhtiö vastaisi valtuutuskäsittelystä omille sähkökäyttöpaikoilleen. Muuten malli olisi yhtenevä kaupallisten rajapintaoperaattorien palvelun kanssa (ks. yllä oleva taulukko).
- ECP-tiedonvaihtovaluuta hyödyntävä keskitetty malli (5), jossa tiedonsiirto tapahtuisi reservimarkkinoiden tiedonsiirtoa vastaavalla tavalla. Mallin heikkoutena nähtiin vaatimaton kattavuus kohdeyritysten piirissä, ja siitä johtuva todennäköisesti korkea käyttöönottokustannus. Kyseessä on pelkkä tiedonvaihtovaluuta, eikä varsinainen rajapintaratkaisu kuormanohjaussanomien välittämiseksi.

Kaikkiin malleihin sisältyi vakioitu rajapintatoteutus, johon jakeluverkonhaltijat ja joustopalvelujen tarjoajat integroituisivat.

### 3.3 Vaihtoehtojen alustava arviointi

Työryhmä arvioi aiemmissa selvityksissä tunnistettuja toteutusvaihtoja työryhmän kuormanohjausrajapinnalle asettamien vaatimusten näkökulmasta, ja huomioiden toimintaympäristön muutokset, joiden tunnistettiin tapahtuneen aiempien toteutusvaihtoehtojen määrittelyn jälkeen. Työryhmä karsi ja kehitti aiemmin tunnistettuja toteutusvaihtoehtoja yksityiskohtaisempaa ratkaisukuvausta varten. Lisäksi arvioitiin mahdollisuutta toteuttaa kuormanohjausrajapinta joko keskitetysti tai hajautetusti.

#### 3.3.1 Kuormanohjausrajapinnalle asetettavat vaatimukset

Työryhmä asetti kuormanohjausrajapinnalle seuraavat vaatimukset, jotka huomioivat lainsäätäjän tavoitteet ja reunaehdot, markkinaosapuolten ja loppuasiakkaiden näkemykset työryhmän jäsenten tulkitsemana sekä käytössä oleviin uusiin etämittauslaitteisiin ja ratkaisuihin liittyvät mahdollisuudet ja rajoitteet:

- Kuormanohjausrajapinnan ensimmäisen toteutusversion tulee olla kustannustehokas ja toiminnallisuuksiltaan suoraviivainen.
- Ratkaisun tulee olla toteutettavissa siten, että kuormanohjauksia voidaan alkaa välittää jakeluverkonhaltijoille viimeistään 1.1.2026.
- Rajapinnan ja mittausratkaisun muodostaman kokonaisuuden tulee mahdollistaa ohjauskomentojen läpimeno vähintään lainsäädännön vaatimassa kuuden tunnin vasteajassa luotettavasti. Kuormanohjauskomennot tulisi kuitenkin toteuttaa jakeluverkonhaltijoita velvoittamatta mahdollisimman

nopeasti best effort -periaatteella mittausratkaisun teknisen suorituskyvyn puitteissa.

- Kuormanohjausrajapinnan tulee tukea välittömiä ohjauksia ja kalenteripohjaisia ohjauksia, jotka voivat olla ajastettuja. Toteutuksen tulee mahdollistaa aikajaotuksen mukaiset ohjaukset ja spot-ohjaukset 15 minuutin resoluutiolla sekä välittömät ja ajastetut ohjaukset kuluvalle vuorokaudelle.
- Toteutus ei saa edellyttää jakeluverkonhaltijoilta kohtuuttoman laajaa ja kallista lisäkehitystä ja se on oltava toteutettavissa asetuksen vaatimusten mukaisissa uusissa etämittausratkaisuissa etäpäivityksellä.
- Rajapinnan tulee olla jatkokehitettävissä siten, että seuraavassa toteutusversiossa voidaan ottaa käyttöön tarpeen mukaan uusia toiminnallisuuksia.
- Rajapinnan tulee olla helposti ylläpidettävä ja operoitava.

### 3.3.2 Toimintaympäristön muutokset

Työryhmä tunnisti kuormanohjauksia koskevassa toimintaympäristössä tapahtuneen ainakin seuraavia muutoksia edellisten selvitysten toteutusvaihtoehtojen määrittelyn jälkeen:

- Valtioneuvoston mittausasetus (767/2021), jossa uusien etäluettavien mittauslaitteiden ja jakeluverkonhaltijan tietojärjestelmien vähimmäistoiminnallisuudet määriteltiin, tuli voimaan edellä mainittujen selvitysten jälkeen. Vähimmäistoiminnallisuudet eivät olleet täysin tiedossa edellisissä selvityksissä, eivätkä uusien etämittausratkaisujen hankinnat olleet vielä käynnistyneet laajamittaisesti.
- Sähkön vähittäismarkkinoiden keskitetty tiedonvaihtojärjestelmä datahub otettiin käyttöön helmikuussa 2022. Datahubin käyttöönottohetken toiminnallisuudet eivät olleet vielä kaikilta osin tiedossa eikä datahubin käytettävyydestä, soveltuvuudesta ja jatkokehitysmallin toiminnasta ollut kokemusta.
- Datahubin käyttöönoton myötä sähkön vähittäismarkkinoilla luovuttiin Ediel-sanomaliikenteestä, johon aiemmissa selvityksissä ensisijaiseksi esitetty toteutusmalli perustui.
- Sähkömarkkinalain (9.8.2013/588) muutokset ovat valmisteilla, jotka perustuvat muun muassa Älyverkkotyöryhmän ehdotuksiin. Nämä pitävät sisällään jakeluverkkojen siirtohinnoittelun yleisten rakenteiden harmonisoinnin tehomaksun käyttöönoton edistämiseksi sekä jakeluverkkojen kuormanohjauksesta luopumisen, mikä liittyy keskeisesti kuormanohjausrajapinnan määrittelyyn.
- Kulutusjoustoan liittyvää uutta sähkömarkkinalainsäätöä on otettu käyttöön ja muun muassa itsenäisen aggregaattorin rooli on huomioitu. Verkonhaltijoita koskeviin hinnoittelun valvontamenetelmiin on lisätty uutena kannustimena joustokannustin.
- Sähkömarkkinoilla on siirrytty viidentoista minuutin taseselvitysjaksoon 22.5.2023 ja kaupankäynti vuorokausimarkkinoilla on siirtymässä varttiin vuonna 2025.
- Jouston tarve sähkömarkkinoilla on kasvanut ja jouston markkinapaikkojen sääntöjä reservimarkkinoilla on tarkennettu.
- Konsolidaatiokehitys sähkön vähittäismarkkinoilla, mikä on kasvattanut sähkönmyyjien kokoeroja.

Konkreettisimmin kuormanohjausrajan toteutusvaihtoehtoihin vaikuttavia muutoksia ovat olleet Ediel-sanomaliikenteestä luopuminen sähkön vähittäismarkkinoilla datahubin käyttöönoton myötä sekä tieto ja kokemus datahubin toiminnallisuudesta ja toiminnasta vähittäismarkkinoiden keskitettyä tiedonvaihtoratkaisuna.

### 3.3.3 Keskitetty vai hajautettu toteutus

Työryhmä kävi keskustelua mahdollisuudesta toteuttaa kuormanohjausrajan joko keskitetysti tai hajautetusti.

Keskitetty toteutus tarkoittaisi sitä, että velvoite rajapintaratkaisun toteutuksesta, operoinnista, ylläpidosta ja kehittämisestä määrättäisiin ainakin yhdelle toimijalle. Tämä ei välttämättä tarkoittaisi sitä, että kyseisestä toiminnasta muodostettaisiin monopoli, vaan kilpailevien ratkaisujen tulo markkinoille voisi olla mahdollista.

Hajautettu ratkaisu tarkoittaisi sitä, että kuormanohjausrajan toteutettaisiin markkinaehtoisesti ja sitä voisi tarjota markkinaosapuolille useampi kilpaileva toimija, kuten aiemmissa selvityksissä esitetystä sanomaoperaattorimallissa. Palvelutarjonnan syntymisestä vastaisivat kaupalliset toimijat.

Keskitetyn ja hajautetun vaihtoehdon edut ja haitat on kuvattu työryhmässä käydyn keskustelun pohjalta taulukkoon Taulukko 4

Taulukko 4: Hajautettu ja keskitetty toteutus

Toteutustapa	Plussat	Miinukset
Hajautettu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikäli rajapintapalvelua alkaisi tarjota useampi toimija, voisi se johtaa markkinapohjaisena ratkaisuna alhaisempiin hintoihin palvelun käyttäjille.</li> <li>Kehittäminen tapahtuu markkinaehtoisesti.</li> <li>Ei synnytä uutta monopolitoimintaa eikä edellytä siihen liittyvää valvontaa Energiavirastolta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinointi edellyttää keskitettyä vastuutahoa.</li> <li>Edellyttää etukäteen määriteltyä, yksityiskohtaista ratkaisukuvausta, jotta toteutuksista tulee yhdenmukaisia ja yhteensopivia.</li> <li>Toteutusratkaisujen tulee olla yhteensopivia, jotta joustopalveluntarjoaja voi kilpailuttaa ja valita vapaasti palvelun tuottajan. Toteutukset tulee integroida keskenään, mikä monimutkaistaa ratkaisua ja nostaa kustannuksia.</li> <li>Valtuutuskäsittely edellyttää kaikilta tarjoajilta samojen integraatioiden rakentamista datahubiin.</li> <li>Tarjontaa ei välttämättä synny lainkaan, mikäli markkinat osoittautuvat kaupallisesti kannattamattomiksi, tai palvelun tarjoajat voivat poistua markkinalta.</li> </ul>

Keskitetty	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rajapinnan kehittäminen tapahtuu toimialalla yhdenmukaisesti ja koordinoitusti.</li> <li>Palvelun saatavuus voidaan varmistaa.</li> <li>Mahdollistaa jo olemassa olevien rakenteiden tehokkaamman hyödyntämisen.</li> <li>Mikäli oikeus ja velvoite asetettaisiin kantaverkkoyhtiölle, toiminta voitaisiin toteuttaa olemassa olevassa monopolissa.</li> <li>Keskitetty ratkaisu voidaan toteuttaa myös niin, että kilpailevien palvelujen tarjontaa ei estetä, mutta varmistetaan tarjonta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toteutuskustannusten hallinta ja kustannustehokkaan toiminnan varmistaminen, mikäli oikeus ja velvoite asetetaan vain yhdelle toimijalle.</li> <li>Uusien toiminnallisuuksien toteuttaminen hitaampaa.</li> <li>Parhaiden käyttöön soveltuvien teknologioiden ja ratkaisujen käyttöönotto markkinaehtoista toimintaa hitaampaa.</li> </ul>
------------	--	---

Työryhmän enemmistön näkemys oli, että hajautettuun ratkaisuun liittyvät riskit ovat keskitettyä suuremmat ja hyötyjen toteutuminen epävarmempaa. Hajautetussa ratkaisussa ei esimerkiksi voitaisi taata kuormanohjauspalvelun saatavuutta, ja sen käyttöönottoon voisi liittyä huomattava aikatauluriski, koska kuormanohjausrajapinnan toteutusvastuuta ei asetettaisi määrätylle taholle. Siksi kuormanohjausrajapinnan toteutusvastuun velvoittaminen yhdelle toimijalle nähtiin ensisijaisena vaihtoehtona.

### 3.3.4 Tarkasteltavat vaihtoehdot

Työryhmä linjasi, ettei aiemmissa selvityksessä tunnistettuja vaihtoehtoja voida hyödyntää sellaisenaan kuormanohjausrajapinnan toteutusmallina toimintaympäristön muutosten ja kuormanohjausrajapinnan tarkentuneiden vaatimusten vuoksi.

Työryhmä muodosti aiempien selvitysten pohjalta kuvassa 3 esitetyt jatkoselvitettävät vaihtoehdot. Kuormanohjausrajapinnasta päätettiin käyttää työnimeä ”joustohub”, jolla tarkoitettaisiin tässä yhteydessä kuormanohjauskomentoja joustopalveluntarjoajien ja verkkoyhtiöiden välillä välittävää palvelua riippumatta siitä, toteutettaisiinko palvelu datahubista erillisenä ratkaisuna (vaihtoehto 1) vai osana datahubia (vaihtoehto 2). Nimitystä ei tule sekoittaa aiemmissa selvityksissä esitettyyn keskitettyyn reaaliaikaiseen tiedonvaihtolustaan, jonka esitettiin olevan datahubista erillinen.



Kuva 3: Jatkoselvitettävät toteutusvaihtoehdot

Datahubista **erillinen kuormanohjausrajapinta (1)**, joka vastaanottaa kuormanohjaussanomiam joustopalvelujen tarjoajilta ja välittää niitä edelleen jakeluverkonhaltijoille. Ratkaisussa hyödynnettäisiin datahubin valtuutuskäsitteilyä. Ratkaisussa voitaisiin hyödyntää myös muita datahubin olemassa olevia toiminnallisuuksia, jos se osoittautuisi tarkoituksenmukaiseksi. Datahubista erillinen

kuormanohjausrajapinta mahdollistaisi laajemmin uusien toteutusteknologioiden ja -tapojen käyttämisen, koska tätä eivät rajoittaisi datahubissa käytössä olevat ratkaisut.

Datahubista erillinen kuormanohjausrajapinta voi olla joko **jakeluverkkoyhtiöiden yhdessä hallinnoima (1a)** tai se voi olla **Fingridin hallinnoima (1b)**, joka toteutettaisiin kuitenkin datahubista erillisenä. Vaihtoehdon tarkastelussa ei oteta kantaa siihen, olisiko yhden keskitetyn ratkaisun asemesta mahdollisuus useammalle hajautetulle ja kilpaillulle rajapintaratkaisulle.

**Kuormanohjausrajapinta datahubissa (2)** on kokonaan datahubissa toteutettava keskitetty malli, jossa kuormanohjausrajapinta toteutetaan lähtökohtaisesti osana Datahubin nykyistä järjestelmäarkkitehtuuria ja palvelumallia. Järjestelmän tekninen toteutus noudattaisi pääpiirteittäin datahubin nykyisiä ratkaisuja ja tietosisältöjä.

Seuraavia aiempien selvitysten vaihtoehtoja ei otettu jatkoselvitettäväksi:

- **Sanomaoperaattorimalli** poissuljettiin, koska Ediel-sanomaliikenteestä on luovuttu sähkön vähittäismarkkinoiden tiedonvaihdossa. Myös täysin hajautettu, Ediel-sanomiin pohjautuva malli, jossa kuormanohjauksiin liittyvä valtuutuskäsittely toteutettaisiin datahubin asemesta jakeluverkonhaltijan järjestelmissä, suljettiin pois jatkoselvityksestä samasta syystä.
- **Datahubista kokonaan erillinen keskitetty reaaliaikainen joustohub**, jossa ei hyödynnettäisi lainkaan datahubin tietosisältöjä tai toiminnallisuuksia. Toista rinnakkaista datahubin kaltaista laajaa keskitettyä ratkaisua ei työryhmässä nähty järkevänä toteuttaa, vaan toteutuksessa tulisi pyrkiä hyödyntämään olemassa olevia rakenteita kustannustehokkaan ratkaisun saavuttamiseksi.

Jatkoselvitettävien vaihtoehtojen määrittelyn yhteydessä ei otettu kantaa siihen, voisiko keskitetyn toteutusmallin rinnalle tulla tulevaisuudessa myös kilpailevia kaupallisia vaihtoehtoja.

## 4 Suositeltavan toteutusmallin määrittely

Tässä luvussa on kuvattu joustohubin toiminnallisuusvaatimukset toteutusvaihtoehtojen arvioinnin perustaksi. Raportin liitteenä olevat kuormanohjausprosesseista laaditut kuvaukset, kokonaisarkkitehtuurin kuvaus ja joustohubin toiminnallisuuden yksityiskohdat on laadittu datahubiin perustuvalla toteutukselle (vaihtoehto 2), johon työryhmä päätyi toteutusvaihtoehtojen arvioinnin (ks. luku 5.4) perusteella. Muilta osin toiminnallisuuksia on tarkasteltu molempien toteutusvaihtoehtojen näkökulmasta ja niiden keskeisiä eroavaisuuksia esille nostamalla.

### 4.1 Kuormanohjauksen osapuolet ja vastuut

Taulukossa 5 on esitetty kuormanohjauksiin liittyvät osapuolet sekä näiden keskeiset tehtävät ja vastuut.

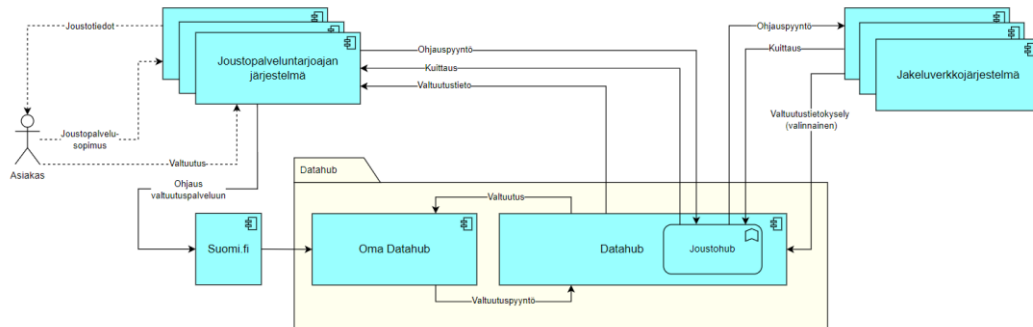
Taulukko 5: Kuormanohjauksen osapuolet ja näiden tehtävät

Osapuoli	Vastuut
Asiakas (sähkönkäyttäjä)	<p>Asiakkaalla on käyttöpaikan jakeluverkonhaltijan kanssa solmittu verkkopalvelusopimus ja sähkön myyjän kanssa solmittu sähkönmyyntisopimus.</p> <p>Valtuuttaa joustopalveluntarjoajan ohjaamaan käyttöpaikan kuormia sekä sopii joustopalveluntarjoajan kanssa nimenomaisesti kuormanohjauksista. Vastaa sopimuksen mukaisten ohjausten seuraamuksista.</p> <p>Vastaa siitä, että kuormanohjausreleeseen on kytketty ohjattavaa kuormaa.</p> <p>Vastaa osaltaan valtuutusten ylläpidosta niissä tilanteissa, joissa valtuutus ei päivitty automaattisesti datahubin liiketoimintaprosessien perusteella.</p>
Joustopalveluntarjoaja (FSP)	<p>Sopii asiakkaan kanssa käyttöpaikan kuormanohjauksesta osana sähkönmyyntisopimusta tai erillistä joustopalvelusopimusta. Hankkii asiakkaalta valtuudet ohjata kuormia.</p> <p>Toteuttaa kyvykkyyden lähettää määrämuotoisia kuormanohjaussanomiam kuormanohjausrajapintaan sekä muodostaa ja lähettää kuormanohjausrajapintaan kuormanohjauskomennot jakeluverkonhaltijan toteutettavaksi. Vastaa ohjauksiin liittyviä sanomia ja kuittauksia.</p> <p>Vastaa mahdollisissa sanomien lähetykseen liittyvissä virhetilanteissa sanomien uudelleenlähetyksestä.</p> <p>Hyödyntää kuormanohjauksia asiakkaan kanssa sovitussa käyttötarkoituksissa. Vastaa sopimusveloitteista asiakkaalle.</p> <p>Joustopalveluntarjoajan tulee solmia palvelusopimus datahubin kanssa, jos ei ole jo datahubin osapuolena. Vastaa järjestelmiensä sertifiointista kuormanohjausrajapintaa operoivan tahon ohjeistuksen mukaisesti.</p> <p>Tarjoaa asiakkaalle ensivasteen tukipalvelun mahdollisia ongelmatilanteita ja asiakaskyselyjä varten. Selvittää mahdollisia ongelmatilanteita jakeluverkonhaltijan ja kuormanohjausrajapintaa operoivan tahon kanssa.</p>
Jakeluverkonhaltija	<p>Vastaa uusien etämittauslaitteiden asennuksista ja ylläpidosta sekä kuormanohjausreleen asentamisesta mittausasetuksen mukaisiin käyttöpaikkoihin.</p> <p>Ohjeistaa ja myöntää tarvittaessa luvan kytkeä ohjattavaa kuormaa mittauslaitteen kuormanohjausreleelle sekä aktivoi releen käyttöön.</p> <p>Ylläpitää tietoa datahubissa käyttöpaikoista, joihin on asennettu kuormanohjauksen mahdollistava kuormanohjausrele tai releet (tieto releen olemassaolosta).</p> <p>Toteuttaa valmiuden vastaanottaa määrämuotoisia kuormanohjaussanomiam ja välittää niitä uusille etämittauslaitteille sekä suorittaa kuormanohjausrajapintaa operoivan tahon edellyttämät sertifiointit.</p> <p>Hakee tai vastaanottaa joustopalveluntarjoajan lähettämiä ohjaussanomiam kuormanohjausrajapinnasta ja välittää sanoman mukaiset ohjaukset etämittauslaitteelle toteutettavaksi. Palauttaa kuormanohjaussanomiamin liittyvät kuittaukset kuormanohjausrajapinnan kautta joustopalveluntarjoajalle.</p> <p>Vastaa joustopalveluntarjoajan selvityspyyntöihin mahdollisissa ohjauksiin liittyvissä virhe- tai ongelmatilanteissa sekä asiakkaan mahdollisiin kyselyihin käyttöpaikan ohjattavuudesta.</p> <p>Informoi joustopalveluntarjoajaa tilanteissa, joissa jakeluverkonhaltija on joutunut ohittamaan joustopalveluntarjoajan määrittelemät ohjaukset.</p>

<p>Rajapintaoperaattori</p> <p><i>Mikäli rajapintaoperaattorina toimisi työryhmän esityksen mukaisesti Fingrid Datahub Oy, siirtyvät nämä tehtävät Fingrid Datahub Oy:n vastuiksi (ks. seuraava kohta).</i></p>	<p>Määrittelee, hankkii ja toteuttaa kuormanohjausrajapinnan määriteltyine toiminnallisuuksineen.</p> <p>Vastaa sertifiointivaatimuksista ja sertifiointeista sekä ylläpitää tietoa sertifioiduista osapuolista.</p> <p>Vastaanottaa määrämuotoisia kuormanohjauspyyntöjä joustopalveluntarjoajilta ja välittää ne edelleen jakeluverkonhaltijoille toteutettavaksi.</p> <p>Tarkistaa ohjaussanoman lähettäjän valtuuden ohjata sähkökäyttöpaikkaa sekä validoi sanoman määrämuotoisuuden ennen sanoman välittämistä.</p> <p>Muodostaa sekä vastaanottaa ja välittää kuormanohjauksiin liittyviä kuittaussanomia sovittujen palvelutasovaatimusten mukaisesti.</p> <p>Vastaa kuormanohjausrajapinnan operoinnista ja ylläpidosta sekä kehittämisestä yhteistyössä rajapintaa käyttävien toimijoiden kanssa.</p> <p>Tarjoaa kuormanohjausrajapintaan liittyviä tukipalveluja sekä vika- ja ongelmatilanteiden selvitystä muille osapuolille.</p>
<p>Fingrid Datahub Oy</p>	<p>Ylläpitää keskitetysti jakeluverkonhaltijoiden toimittamaa tietoa käyttöpaikkojen ohjattavuudesta.</p> <p>Ylläpitää keskitetysti asiakkaiden antamaa valtuutustietoa joustopalveluntarjoajista, joilla on oikeus ohjata käyttöpaikkojen kuormia.</p> <p>Välittää tiedon asiakkaan antamasta valtuutuksesta tai valtuutuksen päättymisestä joustopalveluntarjoajalla sekä toteutustavasta riippuen myös rajapintaoperaattorille.</p> <p>Päätää asiakkaan myöntämän valtuutuksen etukäteen määritellyissä tilanteissa, kuten määräaikaisen valtuutuksen päättyessä tai asiakkaan muuttaessa.</p>

## 4.2 Kokonaisarkkitehtuuri

Kuormanohjaustapahtumaan liittyvät järjestelmät ja niiden väliset tietovirrat on esitetty ylätasolla kuvassa 4. Tietovirrat liittyvät joustopalvelusopimukseen, valtuutukseen ja ohjauksiin. Kuvassa valtuutuskäsittely on kuvattu osaksi datahubia työryhmän suositteleman toteutusvaihtoehdon mukaisesti. Lisäksi kuvassa oletetaan, että ohjaus valtuutuspalveluun tapahtuu joustopalveluntarjoajan järjestelmän kautta. Arkkitehtuurikuvassa ei oteta kantaa siihen, millä järjestelmällä joustopalveluntarjoaja tai jakeluverkonhaltija kytkeytyy joustohubiin. Järjestelmän tulee olla kuitenkin sertifioitu.



Kuva 4: Kuormanohjaukseen liittyvät järjestelmät ja tietovirrat (vaihtoehto 2: kuormanohjausrajapinta datahubissa)

*Selitteet: Katkoviivalla tarkoitetaan kuvassa manuaalisia toimintoja, jotka asiakas toteuttaa.*

### 4.3 Kuormanohjausprosessi

Tässä luvussa on esitetty kuvaukset kuormanohjaukseen liittyvistä keskeisistä prosesseista. Kuormanohjauksissa tarvittavat tietosisällöt ja joustohubilta vaadittavat toiminnallisuudet on kuvattu seuraavissa luvuissa.

Esimerkkikuvaukset on laadittu seuraavista käyttötapauksista:

- Asiakas valtuuttaa joustopalveluntarjoajan ohjaamaan mittauslaitteen kautta käyttöpaikan releohjattavia kuormia.
- Käyttöpaikan valtuutus päättyy tai muuttuu.
- Joustopalveluntarjoaja ohjaa käyttöpaikan kuormia ajastettuna, esimerkkinä mittauslaitteen kuormanohjauskalenteria hyödyntäen.
- Joustopalveluntarjoaja tekee käyttöpaikalle yksittäisohjauksen välittömänä ohjauksena.

#### 4.3.1 Valtuuttaminen

Valtuutusprosessiin sisältyy seuraavat tehtävät:

1. Asiakas sopii käyttöpaikkansa releohjattavan kuorman ohjauksista joustopalveluntarjoajan kanssa. Ohjauksista voidaan tehdä erillinen nimenomainen joustopalvelusopimus tai ohjauksista voidaan sopia osana asiakkaan sähkönmyyntisopimusta.
2. Asiakas valtuuttaa joustopalveluntarjoajan ohjaamaan kuormia. Kirjautuminen datahubin asiakasportaalissa tapahtuu vahvalla tunnistautumisella nykyisin Suomi.fi-palvelussa ja tulevaisuudessa mahdollisesti suoraan joustopalveluntarjoajan palvelun kautta.
3. Mikäli käyttöpaikka ei ole ohjattavissa esimerkiksi siksi, että käyttöpaikan mittauslaite ei tue kuormanohjauksia taikka uusien valtuutusten antaminen on estetty olemassa olevien valtuutusten takia, asiakas saa ilmoituksen, ettei valtuutusta voida tehdä. Asiakas voi välittää tästä tiedon joustopalveluntarjoajalle.
4. Kun asiakkaan antama valtuutus on rekisteröity datahubiin, valtuutuksesta välitetään tieto rajapinnan kautta joustopalveluntarjoajalle.
5. Asiakas ja joustopalveluntarjoaja solmivat nimenomaisen sopimuksen kuormanohjauksista ennen ohjausten aloittamista.



6. Kun asiakas on valtuuttanut joustopalveluntarjoajan ohjaamaan käyttöpaikan releohjattavia kuormia ja siitä on laadittu nimenomainen sopimus, joustopalveluntarjoaja voi käynnistää sopimuksen mukaiset ohjaukset.

Esitetty valtuutusmalli mahdollistaa sekä käyttöpaikan ohjattavuuden tarkistamisen että ohjaukset samalla valtuutuksella.

Datahubin asiakasportaalissa asiakkaan on mahdollista antaa myös kestoaltaan rajatumpia valtuutuksia asiakastiedon, käyttöpaikan perustiedon ja käyttöpaikan sopimustilanteen tarkistamiseksi sekä mittaus tietojen hakemiseksi. Valtuutusprosessi on siten mahdollista toteuttaa kahdessa vaiheessa niin, että asiakas valtuuttaa datahubin asiakasportaalissa joustopalveluntarjoajan tarkastamaan käyttöpaikkansa ohjattavuuden ennen kuin solmii joustopalveluntarjoajan kanssa sopimuksen kuormansa ohjaamisesta. Käyttöpaikan ohjattavuuden tarkastaminen perustuu jakeluverkonhaltijoiden datahubiin ilmoittamaan tietoon siitä, onko sähkönkäyttöpaikalle asennettu kuormanohjausrele. Mikäli käyttöpaikka on ohjattavissa ja asiakas solmii joustopalvelusta sopimuksen, asiakas valtuuttaa erikseen joustopalvelun tarjoajan ohjaamaan kuormia. Tämä on molemmille osapuolille hieman työläämpi vaihtoehto, mutta estää mahdolliset väärinkäytökset tilanteissa, joissa ei ole voimassa olevaa joustopalvelusopimusta.

Datahubista erillisessä toteutuksessa voimassa olevat valtuutukset tallennettaisiin datahubin lisäksi erilliseen joustohubiin. Erillisessä joustohubissa olisi vain niiden käyttöpaikkojen valtuutustiedot, joissa on voimassa oleva valtuutus. Jokaisen ohjauksen yhteydessä varmistettaisiin, että joustopalveluntarjoajalla on oikeus ohjata käyttöpaikan kuormia.

#### 4.3.2 Valtuutuksen muutos

Valtuutuksen muutoksen voi käynnistää asiakas itse tai muutos voi olla seuraus datahubin muista liiketoimintaprosesseista. Asiakkaan tehtävä on päättää valtuutus, mikäli sopimus joustopalveluntarjoajan kanssa päättyy ja jos joustopalveluntarjoajalle ei sallita valtuutuksen päättämistä sopimuksen päättyessä.

Valtuutus voisi olla myös määräaikainen, esimerkiksi 2 vuotta, jolloin asiakas voi jatkaa valtuutusta sovittuaan siitä ensin joustopalveluntarjoajan kanssa. Asiakkaalla olisi kuitenkin lähtökohtaisesti aina mahdollisuus päättää valtuutus, mutta tilanteissa, joissa tämä rikkoisi joustopalveluntarjoajan kanssa tehtyä sopimusta, seuraamukset jäisivät osapuolten keskenään ratkaistaviksi. Tieto valtuutuksen päättymisestä välitetään aina joustopalveluntarjoajalle.

Datahubin muut liiketoimintaprosessit voisivat päättää valtuutuksen automaattisesti määrättyissä tilanteissa. Esimerkiksi mikäli asiakas ilmoittaa sähkönmyyjälle ulosmuutosta, niin tämä päättäisi ulosmuuttohetkellä automaattisesti myös joustopalveluntarjoajan valtuutuksen ohjata kyseisen käyttöpaikan kuormia. Lisäksi mikäli valtuutus on annettu määräaikaisena, määräajan umpeutuessa valtuutus päättyisi automaattisesti ilman asiakkaalta vaadittavaa toimenpidettä. Ilmoitus määräaikaisen valtuutuksen päättymisestä välitettäisiin etukäteen joustopalveluntarjoajalle, joka voi sopia valtuutuksen jatkamisesta asiakkaan kanssa.

Datahubista erillisessä toteutuksessa kaikki muutokset valtuutuksista välitettäisiin datahubista erillisen joustohubin valtuutustietokantaan. Päättäneet valtuutukset poistettaisiin, jolloin joustopalveluntarjoajan kuormanohjaussanomien välitys jakeluverkonhaltijoille estettäisiin. Mikäli verkonhaltija on asettanut mittauslaitteelle esimerkiksi asiakkaan valitseman siirtotuotteen ajakaotuksen mukaisen

pohjakalenterin ja joustopalveluntarjoajan sallitaan tehdä ohjauksia vain kuluvalle ja tulevalle vuorokaudelle, valtuutuksen päättyessä ohjaukset palautuvat aina pohjakalenterin mukaisiin ohjauksiin.

Valtuutuksiin tulee ottaa kantaa yksityiskohtaisemmin toimialan menettelyohjeissa (ks. luku 4.8).

#### 4.3.3 Kuormanohjauspyyntö

Joustopalveluntarjoajan tehtävänä on sopia asiakkaan kanssa käyttöpaikan kuormien ohjauksesta sekä hankkia asiakkaalta tarvittava valtuutus, jota ylläpidetään datahubissa. Joustopalveluntarjoaja sopii asiakkaan kanssa ohjaustavoista, eikä joustohub ota niihin kantaa.

Joustopalveluntarjoaja muodostaa vakiomuotoiset kuormanohjaussanomiat omassa tietojärjestelmässään, josta se lähettää kuormanohjauspyynnöt joustohubiin ja joustohub edelleen valtuutuksen tarkastuksen ja sanoman validoinnin jälkeen jakeluverkonhaltijalle toteutettavaksi (ks. luku 4.4.1 Kuormanohjaussanoma).

Ratkaisunkuvauksessa ei tarvitse ottaa kantaa siihen, mitä järjestelmää joustopalveluntarjoaja käyttää sanomien muodostamiseen ja niiden lähettämiseen joustohubiin. Toisin sanoen järjestelmä, jolla joustopalveluntarjoaja liittyy joustohubiin voi olla kuormanohjausten osalta muukin kuin asiakastietojärjestelmä. Suositellussa toteutusmallissa järjestelmä tulee kuitenkin sertifioida datahubia vasten.

Datahubista erillisessä joustohubissa joustopalveluntarjoaja lähettäisi kuormanohjaussanomiat erilliseen joustohubiin, joka lähettäisi pyynnöt jakeluverkonhaltijalle toteutettavaksi.

#### 4.3.4 Valtuutuksen tarkastaminen ja validointi

Datahubin osana toteutettava joustohub tarkastaa ohjaussanomian vastaanotettuaan joustopalveluntarjoajan oikeuden ohjata kyseisen käyttöpaikan kuormia sekä validoi sanoman määrämuotoisen sisällön. Mikäli kuormanohjausvaltuutus on voimassa ja sanoman muoto oikea, niin sanoman sisältämä pyyntö siirretään kyseisen käyttöpaikan jakeluverkonhaltijan sanomajonoon noudettavaksi. Vastaavasti virhetilanteesta lähetetään joustopalveluntarjoajalle negatiivinen kuittaus syykoodeineen.

Datahubista erillisessä joustohubissa valtuutuksen tarkistaminen ja sanoman validointi tehtäisiin joustohubissa. Datahub olisi kuitenkin lähdejärjestelmä valtuutuksille. Tiedot uusista, muuttuneista ja päättyneistä valtuutuksista välitettäisiin datahubista erilliseen joustohubiin.

#### 4.3.5 Kuormanohjaussanomian välittäminen jakeluverkonhaltijalle

Datahubissa käytetään osapuolille välitettävien sanomien toimittamiseen sanomajonotekniikkaa. Joustopalveluntarjoajan lähettämät ja datahubin tarkastamat kuormanohjauspyynnöt toimitetaan jakeluverkonhaltijan osapuolikohtaiseen sanomajonoon ja ne merkitään erillisellä aihetunnisteella ('domain'). Jakeluverkonhaltija noutaa kuormanohjauspyynnöt sisältävät sanomat sanomajonosta aihetunnisteen perusteella omien määrittelyjensä ja datahubin ohjeistuksen asettamien rajoitteiden mukaisesti. Sanomien noutamisessa tulee kuitenkin huomioida, että välittömät ohjaukset tulisi välittää mittauslaitteelle välittömästi.

Ratkaisunkuvauksessa ei tarvitse ottaa kantaa siihen, mihin järjestelmään jakeluverkonhaltijan vastaanottaa kuormanohjaussanomat datahubista. Toisin sanoen järjestelmä, jolla jakeluverkonhaltija liittyy datahubiin voi olla kuormanohjausten osalta muukin kuin asiakastietojärjestelmä tai mittaustiedonhallintajärjestelmä, mutta järjestelmä tulee sertifioida vaadittavassa laajuudessa datahubia vasten. Yhden jakeluverkkoyhtiön kuormanohjaussanomat voidaan käytännössä välittää vain yhteen järjestelmään.

#### 4.3.6 Kuormanohjausten toteuttaminen

Selvityksen yhteydessä ilmeni, että jakeluverkonhaltijoiden käyttämissä mittauslaitteissa ja -järjestelmissä on olennaisia eroja mahdollisuudessa ja tavassa toteuttaa kuormanohjauksia. Vakiomuotoista ohjaussanomaa, joka voitaisiin välittää suoraan kaikille mittauslaitteille sellaisenaan ei ole mahdollista määrittellä erilaisten toteutustapojen vuoksi.

Työryhmässä linjattiin seuraavat ohjaustarpeet, jotka jakeluverkonhaltijan mittausratkaisun tulisi voida täyttää:

- Aikajaotuksen mukaiset ohjaukset, jolloin ohjaukset toteutetaan viikonpäivästä tai vuodenajasta riippuen aina vakioaikoina toistaiseksi voimassa olevana. Säännöllisesti toistuvat ohjausajat voivat perustua myös muihin aikoihin kuin aikajaotukseen. Ohjaukset toteutetaan mittauslaitteen kuormanohjauskalenterissa, joka tulee olla aina kaikkien ohjausten pohjalla (pohjakalenteri), mikäli mittauslaitteelle ei ole annettu muita ohjauksia. Tällä varmistetaan, ettei mittauslaitteen kuormanohjausrele jää auki pitkäaikaisesti. Aikajaotuksen mukaisten ohjausaikojen päivitystarve on hyvin vähäinen tai sitä ei ole.
- Ajastetut ohjaukset, joita voidaan tehdä yksittäiselle tai useammalla ohjausjaksolle kuluvalle päivälle tai seuraavalle päivälle.
- Välittömät ohjaukset, jotka ovat yksittäisohjauksia yhdelle ohjausjaksolle ja joilla ohjataan mittauslaitteen kuormanohjausrelettä välittömästi. Välittömiin ohjauksiin tulee olla asetettavissa ohjauksen päättymisajankohta, jolloin rele palautuu ohjausta edeltävään tilaan. Mikäli tieto ohjauksen päättymisajankohdasta puuttuu, rele alkaa noudattaa ohjauksia pohjakalenterin mukaisesti.
- Tuki 15 minuutin ohjausjaksoille jo versiossa 1.0, jolloin vuorokaudelle on valittavissa yhteensä 96 ohjausjaksoa. Tässä ei oteta kantaa ohjausten enimmäismäärään, mikä tulisi mahdollistaa vuorokaudessa.

Toimittajakohtaisten eroavaisuuksien takia toteutuksesta ei oteta kantaa siihen, millä tavalla jakeluverkonhaltija toteuttaa edellä kuvatut ohjaukset. Esimerkiksi, jos ajastettuihin ohjauksiin liittyy rajoitteita, ohjaus voidaan toteuttaa kalenteriohjauksen asemesta jakamalla useita ohjausaikoja sisältävät sanomat yksittäisiksi ohjauksiksi ja puskuroimalla sanomia jakeluverkonhaltijan järjestelmissä ohjausajankohtaan saakka.

#### 4.3.7 Kuittaukset

Kuormanohjaussanomien vastaanotosta ja toteutuksesta tulee saada ok-kuittaus tai virheilmoitus syykoodeineen. Mikäli jokaisesta ohjauksesta välitettäisiin kuittaus, kuittausten määrä voisi muodostua merkittäväksi. Lisäksi koska osalle kuittauksista ei olisi todellista tarvetta, kuittausten osalta esitetään seuraavaa:

- Joustohub lähettää joustopalveluntarjoajalle virheilmoituksen, mikäli valtuutus puuttuu tai sanomassa havaitaan virhe.

- Jakeluverkonhaltija lähettää kuittauksen joustohubiin joustopalveluntarjoajalle edelleen välitettäväksi välittömästi ohjauksesta tai sen epäonnistumisesta.
- Jakeluverkonhaltija lähettää kuittauksen joustohubiin joustopalveluntarjoajalle edelleen välitettäväksi ajastetun ohjauksen vastaanottamisesta tai ohjelmoinnista mittauslaitteelle tai virheestä. Kuittausta ei kuitenkaan lähetetä varsinaisesta ohjauksesta.
- Osapuolet vastaavat sanomiin liittyvistä lokituksista.

## 4.4 Tietosisällöt

### 4.4.1 Kuormanohjaussanoma

Kuormanohjaussanomien tietosisällön ja muodon tulee olla vakioitu, jotta osapuolet pystyvät vastaanottamaan ja välittämään ohjauksia. Sanoman tulee olla sisällöltään ja rakenteeltaan mahdollisimman yksinkertainen. Tavoitteena on määritellä yksi ohjaussanoma, joka mahdollistaisi erilaisten ohjaustarpeiden toteuttamisen. Käytännössä voi olla kuitenkin tarve määritellä erilliset sanomat aikajaotuksen mukaisille mittauslaitteen pohjakalenterin päivityksille, ajastetuille ohjauksille ja välittömille ohjauksille. Tätä tulee tarkentaa hankintaan liittyvässä määrittelyvaiheessa.

Kuormanohjaussanomien tulee sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- Ohjattavan käyttöpaikan GSRN-tunnus
- Kalenteripohjaisissa ohjauksissa ja ajastetuissa ohjauksissa ohjausjaksojen päivämäärät ja kellonajat sekä releen tila (päällä/pois) kunkin ohjausjakson aikana. Vuorokaudessa 15 minuutin ohjausjaksoja on 96, joista ohjausajat valitaan. Rajauksena, että mittauslaitteen kuormanohjauskalenteri on toistaiseksi voimassa oleva (pohjakalenteri) ja ajastettuja ohjauksia on mahdollista tehdä vain kuluvalle ja seuraavalle vuorokaudelle.
- Välittömissä ohjauksissa ohjauksen päättymisajankohta sekä releen tila ohjauksen aikana ja ohjauksen päätyttyä (päällä/pois).
- Reitityksen, kuittausten ja lokituksen vaatimat yleiset sanoman tunnistetiedot: mm. sanoman ID, lähettäjä, sanoman lähetyksen aikaleima
- Tieto ohjattavasta releestä, mikäli käyttöpaikalla on kaksi joustopalveluntarjoajan ohjattavissa olevaa relettä.

Ohjaussanoma tulee olla käyttöpaikkakohtainen ja mikäli käyttöpaikalla on kaksi ohjattavissa olevaa relettä, ohjaussanomien tulee olla lisäksi relekohtainen. Samalla sanomalla ei voi välittää ohjauksia useammalle käyttöpaikalle tai mittauslaitteen molemmille releille. Pakatut sanomat monimutkaistaisivat sanomien käsittelyä ja niihin liittyviä kuittauksia.

Kuormanohjaussanomien tietosisältö tulee määritellä yksityiskohtaisemmin hankintaan liittyvässä määrittelyvaiheessa.

### 4.4.2 Datahubin uudet tietosisällöt

Joustohubin toteuttaminen osana datahubia edellyttää uusia tietosisältöjä datahubiin. Suppeimmillaan nämä datahubiin määriteltävät uudet tiedot ovat seuraavat:

- Tieto käyttöpaikan ohjattavuudesta käyttöpaikkatiedoissa. Käytännössä tämä tarkoittaa tietoa asiakkaan käyttöön varatusta mittauslaitteen kuormanohjausreleestä. Mikäli käyttöpaikalla on kaksi asiakkaan käyttöön

varattua ohjattavissa olevaa relettä, datahubissa tulee olla tieto molemmista releistä.

- Asiakkaan antama valtuutus joustopalveluntarjoajalle ohjata käyttöpaikan kuormia. Valtuutus voi olla määräaikainen tai toistaiseksi voimassa oleva. Määräaikaisuus voi perustua asiakkaan ja joustopalveluntarjoajan keskinäiseen sopimukseen tai valtuutuksen enimmäiskesto voidaan määritellä datahubiin, esimerkiksi kahdeksi (2) vuodeksi.

Mittausasetuksen mukainen kuormanohjausvaatimus koskee uusia etämittauslaitteita. Jakeluverkonhaltijat eivät ole välttämättä asentaneet kuormanohjausrelettä kaikkiin mittausasetuksen edellyttämiin uusiin etämittauslaitteisiin (esim. kesämökit), vaan asennus voidaan tehdä asiakkaan pyynnöstä jälkiasennuksena riippuen laitetyypistä. Tieto siitä, onko käyttöpaikassa mittausasetuksen edellyttämä uusi etämittauslaite antaisi joustopalveluntarjoajalle mahdollisuuden tarkistaa asia. Toisaalta myös muut, kuin uudet etämittauslaitteet voivat olla ohjattavissa, joten tieto ohjattavuudesta voisi sisältää myös nämä käyttöpaikat.

Datahubin käyttöpaikkatiedoissa on nykyisin "aikavyöhyke"-tieto, jossa vaihtoehtoina on yksiaikamittaus, kaksiaikamittaus (yö/päivä) ja kaksiaikamittaus (talvipäivä/muu). Datahubissa on myös käyttöpaikan verkkopalvelutuotteen tuotetiedot. Näiden pohjalta joustopalveluntarjoajan on mahdollista optimoida ohjauksia huomioiden sekä sähkön pörssihinnat ja verkon siirtotariffit.

Tieto käyttöpaikalla olevasta ohjattavan kuorman määrästä ja sen ominaisuuksista olisi olennainen joustopalveluntarjoajalle. Datahubiin on jo nykyisellään varattu tietokenttä ohjattavalle kuormalle. Tiedon kerääminen ja ylläpito on todettu hyvin vaikeaksi toteuttaa käytännössä, joten "joustorekisteriä" ei esitetä toteutettavaksi tässä vaiheessa. Joustopalveluntarjoajan tehtäväksi jää selvittää ja sopia asiakkaan kanssa ohjattavasta kuormasta sekä hyödyntää data-analytiikkaa kuormanohjausten vaikutusten arvioinnissa. Mikäli joustopalveluntarjoaja on muu kuin asiakkaan avoin toimittaja, joustopalveluntarjoajan tulee hankkia erillinen valtuutus asiakkaan mittaustietoihin. Valmistelun alla olevassa kysyntäjoustopalvelun verkkosäännössä (Network Code on Demand Response) tullaan ottamaan kantaa joustorekisterin toteutukseen ja vastuisiin, millä voi olla vaikutus kuormanohjausrajapinnan toteutukseen.

#### 4.5 Joustohubin toiminnallisuudet

Seuraavissa alaluvuissa on käsitelty joustohubin keskeisiä toiminnallisuuksia siten kuin työryhmässä niitä arvioitiin. Toiminnallisuuksien tulee toteutua datahubissa, mikäli joustohub toteutetaan sen osana työryhmän suosituksen mukaisesti.

Toiminnallisuuksien tarkempi tekninen määrittely tulee tehdä hankinnan määrittelyvaiheessa.

#### 4.5.1 Tietoturva ja kyberturvallisuus

Tietoturva ja kyberturvallisuus
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Työryhmässä yhdessä nähtiin tietoturva hyvin tärkeäksi asiaksi joustohubin toteutukselle.</li> <li>- Epäasianmukaiset ohjaukset voivat olla turvallisuusriski toimialalle (esim. massaohjaus, jolla kytketään kaikki releet pois päältä).</li> <li>- Väärä ohjaus voi aiheuttaa loppuasiakkaalle haittoja (lämmityksen katkaisu, sulakkeiden laukeaminen, korkea kuorma kalliilla hintatunneilla jne.). Jo yksittäiset ongelmatilanteet voivat muodostaa mainehaitan myös toimialalle.</li> <li>- Rajapinta ei saa tukkeutua yksittäisten vikojen tai hyökkäysten takia. Muun kuormanohjaussanomaliikenteen pitää jatkaa vastaavissa tilanteissa.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Joustopalveluntarjoajilta vaaditaan palvelusopimus tai vastaava kirjallinen sitoutuminen tietoturvan riittävän tason ylläpitämiseen.</li> <li>- Joustohubiin kytkeytyvien järjestelmien ja osapuolien on sertifioitava järjestelmät tarvittavassa laajuudessa.</li> <li>- Järjestelmään kytkeytymisessä hyödynnetään IP-osoitteiden valkolistasta (whitelisting).</li> <li>- Hyödynnetään palvelinsertifikaatteja ja muita jatkuvan tietoturvan toimenpiteitä.</li> <li>- Estetään suurien sanomamäärien lähettäminen lyhyessä ajassa haitantekotarkoituksessa rajapintaan (Flooding-esto). Huomioidaan kuitenkin toimijoiden toiminnan laajuus rajoja asetettaessa.</li> <li>- Seurataan viestimääriä toimijakohtaisesti.</li> </ul>

#### 4.5.2 Reititykset

Reititykset
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ei haluta luoda suoria kahdenvälisiä tietovirtoja markkinaosapuolten välille.</li> <li>- Joustopalveluntarjoajalle ei haluta asettaa vastuuta tietää minne yksittäinen kuormanohjaussanoma tulee toimittaa, vaan järjestelmän tulee olla joustopalveluntarjoajan näkökulmasta yksinkertainen.</li> <li>- Jakeluverkonhaltijan ei tarvitse erikseen verifioida jokaisen palveluntarjoajan luotettavuutta.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hyödynnetään datahubin olemassa olevia sanomapalveluita. Kuormanohjauspyynnöt ja kuittaukset voidaan toimittaa datahubiin synkronisen sanomapalvelun kautta.</li> <li>- Kuormanohjauspyyntöjen ja kuittausten välitys oikeille osapuolille voidaan tehdä datahubin olemassa olevia sanomajonoja käyttäen.</li> <li>- Verkko-yhtiöllä voi kuitenkin olla tarve käsitellä kuormanohjauspyynnöt erillisessä järjestelmässä. Tämä on mahdollistettava käyttämällä kuormanohjaussanomille erillistä sanoman aihetunnistetta.</li> <li>- Erilliseen joustohub-järjestelmään tarvitaan tietokanta, jossa kerrotaan mihin osoitteeseen pitää ohjata minkäkin verkon aktivoinnit.</li> </ul>

#### 4.5.3 Validointi

Validointi
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sanomien pitää olla sovitun mukaisessa muodossa, jotta niitä voidaan välittää ja käsitellä.</li> <li>- Täytyy validoida, että kuormanohjauspyyntö ei ole vanhentunut, jolloin sitä ei kannata lähettää eteenpäin.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Datahub-järjestelmässä kaikki saapuvat sanomat validoidaan.</li> <li>- Myös lähettäjän päässä voidaan toteuttaa skeemavalidointi ennen sanoman lähetystä.</li> <li>- Integraatioalustoissa kyvykyys on usein valmiina, jos käytössä on tuettu protokolla.</li> </ul>

#### 4.5.4 Valtuutusten tarkastus

Valtuutusten tarkastus
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuormanohjauspyyntöä koskevan valtuutuksen olemassaolo kannattaa tarkastaa keskitetysti, jotta jokaisen jakeluverkonhaltijan ei tarvitse erikseen toteuttaa tarkastustoiminnallisuutta.</li> <li>- Jakeluverkonhaltijan on voitava luottaa vastaanottamansa kuormanohjauskäskyn oikeellisuuteen.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valtuutusten tarkastus suoritetaan sanomia reitittävän järjestelmän (datahub tai joustohub) sisäisesti ylläpitämää tietoa vastaan. Joustohubin tapauksessa tarvittavat tiedot on välitettävä järjestelmään datahubista.</li> <li>- Jokaisen kuormanohjauspyynnön välityksen yhteydessä valtuutuksen olemassaolo on tarkastettava erikseen.</li> <li>- Valtuutusten tarkastukseen tarvittavat tiedot ovat ainakin seuraavat: Käyttöpaikan tunnus, valtuutettu joustopalveluntarjoaja ja valtuutuksen voimassaolo.</li> <li>- Kuormanohjauspyyntö on hylättävä, mikäli valtuutusta ei ole voimassa.</li> <li>- Joustohubin operaattori on syytä valtuuttaa tarkistamaan valtuutuksia lainsäädännön kautta tai muuten selkeällä tavalla.</li> </ul>

#### 4.5.5 Kuormanohjaussanomien puskurointi

Kuormanohjaussanomien puskurointi
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peruspuskurointi: Kuormanohjaussanomien onnistunut välitys jakeluverkonhaltijalle sekä kuittauksen onnistunut välitys joustopalveluntarjoajalle on varmistettava myös tilanteissa, jossa jakeluverkonhaltijan tietojärjestelmät ovat hetkellisesti pois käytöstä tai eivät ole saavutettavissa.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jonopohjainen ratkaisu sanomien puskurointia varten mahdollistaa osapuolille sanomien hakemisen heti kun se on mahdollista.</li> <li>- Sanomajonon täytyy huomioida viestien nopea vanheneminen. Jos FSP lähettää vanhentuneen viestin Joustohub ei välitä sitä eteenpäin JVH:n järjestelmään. Nykyisellään datahubin sanomajonossa viestit eivät vanhene. Ne pitää poistaa manuaalisesti tai verkkojen pitää lukea oma jononsa tyhjäksi, jotta viestit poistuvat. Verkkojen olisi hyvä tehdä oma validointi vanhentuneita ohjauskäskyjä varten, jotta niitä ei välitetä eteenpäin mittareille.</li> <li>- Jos tarvitaan edistyneempää puskurointikyvykkyyttä pitää se lähtökohtaisesti rakentaa joustopalveluntarjoajan ja jakeluverkonhaltijan päässä.</li> </ul>

#### 4.5.6 Kuittausten välitys

Kuittausten välitys
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kaikkien eri osapuolien pitää olla ylätasolla tietoisia ohjausten onnistumisesta.</li> <li>- Esimerkiksi vianselvittelyä tai raportointia varten joustopalveluntarjoajan on pystyttävä yhdistämään vastaanotettu kuittaus lähetettyyn ohjauspyyntöön.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yhden käyttöpaikan ohjaussanomien omassa sanomassa, jolloin kuittausten käsittely selkeämpää ja verkkojen ei tarvitse lähteä pilkkomaan sanomia ja kuittaillemaan pilkottuja sanomia.</li> <li>- Kuittaussanomien tulee sisältää alkuperäisen ohjauspyynnön tunnisteen.</li> <li>- Joustohubin tulee pystyä ottamaan vastaan verkon kuittaus ohjauksesta. Verkon kuittaus sisältää viittauksen kuitattavan sanoman tunnisteeseen (ID). Näin kuittaus joustopalveluntarjoajalla saadaan linkitettyä alkuperäiseen ohjauskomentoon.</li> </ul>

#### 4.5.7 Valvontatyökalut

Valvontatyökalut
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Joustohubin operaattorin tulee nähdä, kuinka paljon viestejä välitetään ja menevätkö viestit läpi (ylätason vianselvitys). Datahub lokittaa oletusarvoisesti kaiken liikenteen sisään ja ulos.</li> <li>- Ohjaussanomia välitetään 24/7 "best effortin" mukaisesti. Ilman sitovaa lainsäädäntöä ei kuitenkaan ole kustannustehokasta tai mahdollista lähteä toteuttamaan ihmisten läsnäoloon perustuvaa 24/7 päivystystä tai valvomoa. Järjestelmän hyvät valvontatyökalut antavat kuitenkin edellytykset esimerkiksi viikonloppujen jälkeen todeta, että ohjassanomien välitys on toiminut.</li> <li>- Mahdolliset ongelmatilanteet voivat olla monimutkaisia ja valvontatyökalujen tulisi tarjota tietoa, jolla pystytään ainakin varmistamaan, että Joustohub toimii oikein.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ohjausten ylätasoin raportointi</li> <li>- Hiljaisuuden valvonta operaattorin toimesta.</li> <li>- Asianmukaiset valvontatyökalut, joiden pohjalta ongelmanselvittelyä voi edistää.</li> <li>- Joustopalveluntarjoajat ja jakeluverkonhaltijat eivät lähtökohtaisesti pääse valvontatyökaluihin.</li> <li>- Myöhäisemmässä kehityksen vaiheessa Joustohub on mahdollista viedä osaksi jo olemassa olevaa operaattorin keskitettyä 24/7 järjestelmävalvontaa jos Joustohub tarjoaa rajapinnan keskitettyyn lokiinvalvontaan. Tällä valvonnalla voitaisiin lähinnä todeta, että rajapintapalvelu on elossa ja toimii ylätasolla normaalisti. Tätä kautta yksittäisten ohjaussanomien tai virhetilanteiden valvonta ei olisi mahdollista. 24/7 järjestelmävalvonta ei nykyisellään ole käytössä datahubin kanssa, joten tämä sisältää uuden toiminnallisuuden kehitystä.</li> </ul>

#### 4.5.8 Vikasietoisuus ja suorituskyky

Vikasietoisuus ja suorituskyky
<p><b>Miksi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rajapinnan tulee pysyä käynnissä 24/7, vaikka sillä ei olisikaan jatkuvaa valvontaa.</li> <li>- Yksittäiset virheet eivät saa kaataa rajapintaa. Myöskään suorituskyky ei saa romahtaa yksittäisten virheellisten sanomien takia.</li> <li>- Sanomien määrä riippuu paljolti kuormanohjausreleelle tehtävien päivittäisten spot-ohjausten määrästä.</li> <li>- Lainsäädäntö vaatii ohjauskäskyn perillemenon jakeluverkonhaltijan järjestelmissä kuudessa tunnissa (vähimmäistaso).</li> <li>- Rajapinta ei saa olla pullonkaula ohjauskäskyjen toimitukselle. Huomioitava erityisesti välittömät ohjaukset.</li> </ul>
<p><b>Miten?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Joustohubiin ei tule lähettää huonolaatuisia ohjausviestejä. Laadukas toteutus myös joustopalveluntarjoajan sekä verkkoyhtiön päässä.</li> <li>- Rajapinta osaa resetoitua itsensä ja nostaa itsensä ylös ongelmatilanteista.</li> <li>- Tulevien sanomien laadunvarmistus sertifiointin yhteydessä.</li> <li>- Kevyt ohjausviestien sanomarakenne.</li> <li>- Verkkoyhtiöiden tulee olla aktiivisia ja kysellä jonossa olevia ohjaussanomia.</li> <li>- Sisäänrakennettu transaction-hallinta, jolla pystytään varmistumaan protokollan puitteissa, että viestit menevät perille.</li> </ul>

### 4.6 Tukipalvelut

Tukipalvelun palvelutasoon vaikuttavat kuormanohjaustarpeet ja niiden aikakriittisyys, markkinaosapuolten omien tietojärjestelmien ja datahubin tukipalvelutasot, joustohubilta vaadittava saatavuus (käytettävyys) ja odotettu vikaantumisherkyys sekä tukipalvelun kustannukset.

Työryhmän näkemyksenä on, että joustohubille riittää datahubin mukaiset tukipalveluajat eli palveluaika olisi arkisin 07:00-19:00 sekä kriittisissä virheissä reagointi-aika 1 tunti ja ratkaisuehdotus 5 tuntia palveluaikojen sisällä. Mikäli joustohub



toteutettaisiin datahubista erillisenä ratkaisuna, jopa tätä lyhyemmät palveluajat voisivat riittää.

Mittausasetuksessa kuormanohjauspyyntöjen läpimenon enimmäisajaksi on määritelty 6 tuntia. Käytännössä kuormanohjaukset voidaan toteuttaa huomattavasti tätä vasteaikaa nopeammin, enimmillään muutamassa minuutissa, mutta ohjauksen läpimenoa ei voida kuitenkaan aina taata. Ensisijaisina ohjaustarpeina nähtiin aikajaotuksen mukaiset ohjaukset ja sähkön pörssihintaan perustuvat ohjaukset. Pitkäkestoisissa tai viikonloppuun ajoittuvissa häiriötilanteissa ongelmat liittyisivät erityisesti spot-hintaan perustuviin ohjauksiin sekä välittömiin ohjauksiin.

Joustopalveluntarjoajien ja jakeluverkonhaltijoiden kuormanohjauksiin liittyvien järjestelmien tukipalvelut eivät ole saatavissa 24/7, joten tämänkään takia tukipalveluaikojen laajentaminen ei ole perusteltua. Tuen laajentaminen myös arkipäivien ulkopuolelle nostaisi tukipalvelun kustannuksia merkittävästi. Kevyt rajoitettu valvonta voisi olla kuitenkin perusteltu sellaisten tilanteiden varalta, että koko joustohub on vikatilanteen takia alhaalla eikä uusia pyyntöjä voida lainkaan vastaanottaa. Kevyt valvonta voisi pitää sisällään järjestelmän, palvelun tai palvelimien uudelleen käynnistämiseen verrattavissa olevia toimenpiteitä.

#### 4.7 Vikatilanteiden selvittely

Kuormanohjauksiin liittyvien vikatilanteiden selvittely voi edellyttää toimenpiteitä niin joustopalveluntarjoajalta kuin Fingrid Datahubilta (tai muulta joustohubia operoivalta taholta) ja jakeluverkonhaltijalta riippuen vikatilanteesta. Ensivaste ja selvittelyvastuu asiakkailta tuleviin selvityspyyntöihin on aina joustopalveluntarjoajalla.

Joustohubia operoivan tahon valvontatyökaluilla on mahdollista päästä kiinni sanomien välitykseen liittyviin virhetilanteisiin. Tällaisissa tilanteissa tukipalvelupyntö osoitettaisiin joustohubia operoivalle taholle. Vikatilanteet voivat liittyä myös jakeluverkonhaltijan järjestelmiin ja mittauslaitteisiin, jolloin selvityspyyntöjä tulisi voida välittää suoraan myös jakeluverkonhaltijalle. Pyynnöt voivat liittyä myös tilanteisiin, joissa käyttöpaikan ohjattavuuteen liittyy epäselvyyttä.

#### 4.8 Toimialan yhteiset menettelyohjeet kuormanohjauksille

Joustohubin teknisillä ja toiminnallisilla määrittelyillä voidaan varmistaa yhdenmukaiset ja yhteensopivat tavat kuormanohjaussanomien muodostamiselle, lähettämiseksi, välitykselle ja vastaanotolle sekä ohjausten toteutukselle. Näiden lisäksi tarvitaan yhteisiä menettelyohjeita, joita osapuolten tulee noudattaa. Työryhmän esittämiä keskeisiä linjauksia tai linjaustarpeita on koottu taulukkoon 6.

Taulukko 6: Kuormanohjausten menettelyohjeita

Asia	Kuvaus
Ohjausjaksojen lukumäärä vuorokaudessa 96	<p>Toteutuksen tulee tukea 15 minuutin kaupankäyntijaksoa. Toisin sanoen ohjauksia tulee voida asettaa 15 minuutin tarkkuudella. Vuorokaudessa ohjausjaksoja on yhteensä 96.</p> <p>Kalenteripohjaisissa ohjauksissa voi olla tarve rajoittaa valittavissa olevien ohjausjaksojen sallittua enimmäismäärää vuorokaudessa mittausratkaisujen teknisten rajoitteiden vuoksi.</p>
Ajastetut ohjaukset	Ajastetut ohjaukset sallitaan vain kuluvalle ja seuraavalle vuorokaudelle. Rajoitus voidaan toteuttaa teknisesti.
Ohjaussanomien määrä	Väärinkäytösten ja tietoturvahkien estämiseksi yksittäiselle mittauslaitteelle voitaisiin sallia vuorokaudessa enintään tietty määrä ohjaussanomia. Tämä sovittaisiin joko toimialan menettelytavoissa tai rajoitettaisiin teknisesti.
Ohjausten määrä ohjaussanomassa	Välitön ohjaus voi sisältää vain yhden ohjausjakson. Ajastetussa ohjauksessa yhdellä sanomalla voidaan välittää ohjauksia useammalle ohjausjaksolle mutta vain yhdelle vuorokaudelle kerrallaan.
Pohjakalenteri	<p>Mittauslaitteella tulee olla aina määriteltynä kuormanohjauskalenteri (pohjakalenteri), joka voi perustua siirtotariffin mukaisiin aikaohjauksiin tai jossa kuormanohjausrele on määriteltä päälle-asentoon kaikilla ohjausjaksoilla.</p> <p>Kalenterin tarkoitus on varmistaa, että mikäli käyttöpaikalle ei voida välittää uusia ohjauksia, kuormanohjausrele ei jää pitkäaikaisesti auki-asentoon. Myös tilanteissa, joissa ohjaukset päättyvät esimerkiksi valtuutusten päättyttyä, tulee varmistaa sähkönsaanti.</p> <p>Jakeluverkonhaltija vastaa pohjakalenterin konfiguroinnista.</p>
Pohjakalenterin päivitys	<p>Työryhmän suositus on, että joustopalveluntarjoaja ei voi päivittää pohjakalenteria. Mikäli pohjakalenterin päivitys sallittaisiin, menettelyohjeissa päivitykselle tulisi asettaa reunaehdot valita vain sallituista kiinteistä pohjakalentereista. Pohjakalenterin päivitys ei saa johtaa asiakkaan kuormien ohjauksessa laitteiden sähkönsaannin keskeytykseen valtuutuksen päättyessä tai käyttöpaikan asiakkaan vaihtuessa.</p> <p>Mikäli mittausratkaisussa käytetään pohjakalenteria esimerkiksi kuluvan tai seuraavan päivän ajastettuihin ohjauksiin ("spot-ohjaukset"), päivitys tulee toteuttaa jakeluverkonhaltijan toimesta hallitusti.</p>
Mittauslaitteessa kaksi kuormanohjausrelettä	Ratkaisun tulee mahdollistaa mittauslaitteen kahden kuormanohjausreleen ohjaaminen. Mikäli asiakkaan ohjattavissa on vain yksi rele, jakeluverkonhaltija voi päättää, mihin releeseen kuorma kytketään ja mitä relettä ohjataan. Kahden ohjattavissa olevan releen tapauksessa tekninen toteutus tulee määritellä myöhemmässä vaiheessa.
Kuormien kytkeminen	Jakeluverkonhaltijoille ei ole muodostunut yhtenäistä käytäntöä kuormien kytkemiseen kuormanohjausreleeseen. Myös mittauslaitteiden sinetöinti voi olla toteutettu eri tavoin. Menettelyohjeissa tulisi selvyyden vuoksi linjata toimintatavoista kuormien kytkemiseksi ja mahdollisista veloituserusteista esimerkiksi sinettien avaamiseksi tai mittauslaitteen uudelleen sinetöimiseksi.

Valtuutukset	<p>Menettelyohjeissa linjattava, onko valtuutus aina määräaikainen vai sallitaanko myös toistaiseksi voimassa olevat valtuutukset. Määräaikainen valtuutus voidaan määritellä esimerkiksi kahdeksi vuodeksi tai se voi perustua joustopalvelusopimuksen todelliseen keston.</p> <p>Valtuutusten osalta on lisäksi linjattava, voiko joustopalveluntarjoaja päättää asiakkaalta saamansa valtuutuksen itse vai tuleeko asiakkaan aina päättää valtuutus datahubin asiakasportaalissa.</p> <p>Mikäli joustopalveluntarjoaja ei voisi päättää asiakkaalta saamaansa valtuutusta, määräaikaisuudella voitaisiin rajoittaa tilanteita, joissa asiakkaan antama valtuutus jää voimaan, vaikka joustopalvelusopimus on jo päättynyt.</p> <p>Mikäli datahubissa olisi sopimustieto joustopalvelusopimuksesta, valtuutuksen päättäminen olisi mahdollista automatisoida.</p>
Valtuutuksen päättäminen ja uusi valtuutus	<p>Menettelyohjeessa tulee linjata, sallitaanko asiakkaalle mahdollisuus antaa uusi valtuutus nykyisen valtuutuksen vielä voimassa ollessa. Lisäksi tulee ottaa kantaa asiakkaan mahdollisuuteen päättää määräaikainen valtuutus ennen määräajan umpeutumista.</p> <p>Ohjauksia ei tule olla mahdollista tehdä valtuutuksen päättymisen jälkeiselle ajalle. Lisäksi valtuutuksen päättyessä ohjausten tulee palautua noudattamaan pohjakalenteria.</p>
Asiakkaan ohjausmahdollisuus	<p>Lainsäädännössä tai menettelyohjeessa tulisi ottaa kantaa asiakkaan mahdollisuuteen määritellä itse ohjausajat, esimerkiksi jos asiakkaan sähkömyyjä ei tarjoa ohjauspalvelua tai asiakas ei ole valtuuttanut ketään joustopalveluntarjoajaa tekemään ohjauksia. Asiakas voisi määritellä ohjausajat mahdollisessa jakeluverkonhaltijan toteuttamassa palvelussa tai datahubin asiakasportaalissa.</p> <p>Mikäli ohjausmahdollisuus sallitaan itsepalveluna asiakkaalle, menettelyohjeessa tulisi ottaa kantaa tilanteisiin, joissa asiakas on jo valtuuttanut joustopalveluntarjoajan ohjaamaan kuormia. Tällöin jakeluverkonhaltijan tulisi voida tarkistaa olemassa olevat valtuutukset datahubista, mikäli asiakkaan ei sallita ohittaa annettuja valtuutuksia.</p>
Tieto ohjauksista sähkömyyjälle	<p>Sähkömyyjällä tulisi olla mahdollisuus tarkistaa, onko asiakas valtuuttanut jonkin kolmannen osapuolen ohjaamaan käyttöpaikan kuormia. Tietoa valtuutetusta ei tule antaa. Vaatii teknisen toteutuksen.</p>
Ohjausten satunnaisviive	<p>Menettelyohjeissa on linjattava mahdollisista ohjauksiin liittyvistä satunnaisviiveistä kuormituspiikkien hallitsemiseksi erityisesti spot-hintaohjausten osalta. Välittömissä ohjauksissa satunnaisviivettä ei tulisi sallia.</p>
Joustopalveluntarjoajan ja jakeluverkonhaltijan välinen tiedonvaihto	<p>Menettelytavoissa tulee kuvata tilanteet ja tavat tiedonvaihdon muun muassa virhetilanteiden selvittämisessä (esim. jakeluverkonhaltijan sähköpostiyhteystieto). Tieto on tarpeellinen myös poikkeustilanteissa, joissa jakeluverkonhaltija on ohittanut joustopalveluntarjoajan ohjaukset, tai mittauslaitteen vaihto on palauttanut ohjaukset pohjakalenterin mukaisiin asetuksiin.</p>

## 5 Toteutusvaihtoehtojen arviointi

### 5.1 Arviointiperusteet

Työryhmä muodosti suosituksen joustohubin toteutustavasta toteutusvaihtoehtojen välisen kustannus- ja laatuvertailun perusteella. Kustannusvertailulle asetettiin suurempi painoarvo.

Kustannusarvio laadittiin työryhmälle toimitetun kustannuspohjan avulla, jossa kaikkia työryhmän jäseniä pyydettiin antamaan arvio Kuva 5 esitetyille kustannuserille. Kustannusarvio pyydettiin antamaan ainakin niille kustannuksille, jotka kohdistuvat työryhmän jäsenen markkinarooliin jakeluverkonhaltijana tai joustopalveluntarjoajana. Toimialan lopullinen kustannusarvio muodostettiin työpajassa, jossa työryhmän jäsenten antamat kustannusarviot koostettiin yhteen ja joiden pohjalta viimeisteltiin toimialan lopullinen kustannusarvio.

Fingrid tuotti kustannusarvion vaihtoehdolle, jossa Fingrid toteuttaisi joustohubin datahubista erillisenä ratkaisuna. Fingrid Datahubia pyydettiin vastaavasti arvioimaan datahubiin liittyvät kustannukset kaikissa toteutusvaihtoehdoissa. Arvio on Fingrid Datahubin, ei järjestelmätoimittajan.

<p><b>JOUSTOHUBIN KUSTANNUKSET</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investointikustannus (1)</li> <li>• Tuki-, ylläpito- ja käyttökustannus (2)</li> <li>• Operaattorikustannus (3)</li> </ul>	<p><b>JAKELUVERKONHALTIJAN KUSTANNUKSET</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investointikustannus (6)</li> <li>• Tuki-, ylläpito- ja käyttökustannus (7)</li> </ul>
<p><b>DATAHUBIN KUSTANNUKSET</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investointikustannus (4)</li> <li>• Operatiivinen kustannus (5)</li> </ul>	<p><b>JOUSTOPALVELUNTARJOAJAN KUSTANNUKSET</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integraatiokustannus, investointi (8)</li> <li>• Tietojärjestelmäkustannus, investointi (9)</li> <li>• Tuki-, ylläpito- ja käyttökustannus (10)</li> </ul>
<p><i>Toteutusvaihtoehtojen vertailussa huomioitavat kustannuserät</i></p>	<p><i>Toteutusvaihtoehdoista riippumattomat kustannuserät</i></p>

Kuva 5: Selvityksessä arvioidut toteutusvaihtoehtojen kustannuserät

Toteutusvaihtoehtojen välinen kustannusvertailu perustuu joustohubiin ja datahubiin kohdistuviin kustannuseriin (kuvassa 1–5), joiden arvioidaan riippuvan toteutustavasta. Arvioon sisällytetyt jakeluverkonhaltijoiden ja joustopalveluntarjoajan kustannukset ovat valitusta toteutustavasta riippumattomia eli ne tulevat maksettavaksi kaikissa toteutusvaihtoehdoissa (kuvassa 6–10).

Kaikki kustannusarviot ovat niiden antaneiden tahojen parhaita näkemyksiä kustannusten suuruusluokista tässä selvityksessä käytettävissä olleilla tiedoilla ja arvion tekoajakohtana. Kustannusarvioita ei pyydetty mahdollisilta palvelu- tai järjestelmätoimittajilta, mutta työryhmän jäsenet ovat voineet perustaa omat arvionsa toimittajien kanssa käymiinsä keskusteluihin tai heiltä saamiinsa arvioihin. Tarkkojen teknisten määrittelyjen puuttuessa ei toimittajilta ollut tarkoituksenmukaista pyytää arvioita projektin puitteissa, vaan joustohubin lopullinen toteutuskustannus määräytyy hankinnan yhteydessä.

Toteutusvaihtoehtojen laadulliset arviointiperusteet ja niiden perusteella tehty laatuvertailu muodostettiin työryhmälle toimitetun ennakkotehtävän ja työpajassa käytyjen yhteisten keskustelujen pohjalta. Lopputuloksena syntyi kvalitatiivinen arvio toteutustapojen välisistä eroista. Toteutusvaihtoehtojen laadulliset arviointiperusteet on esitetty taulukossa 7 selitteineen.

Taulukko 7: Joustohubin toteutusvaihtoehtojen laadulliset arviointiperusteet

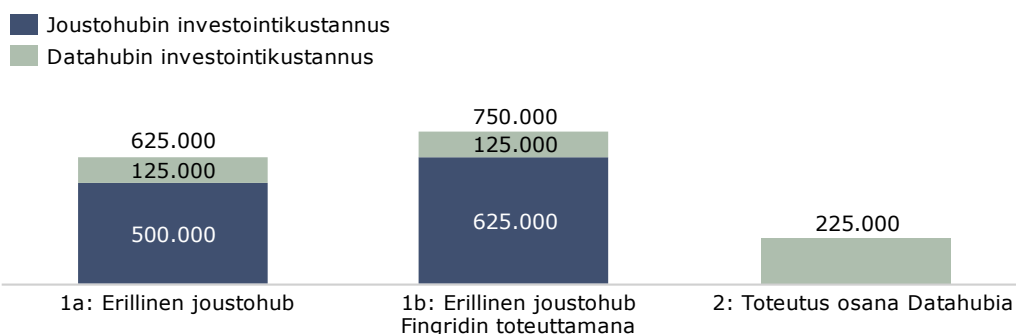
#	Arviointiperuste	Selite
1	Ylläpito- ja jatkokehittäminen	Ratkaisun ylläpidon ja jatkokehittämisen helppous ja ketteruus. Arvioinnissa voitiin huomioida esimerkiksi teknistä kehitettävyyttä, kehittämisen vastuita, yhteisen tahtotilan löytämistä ja päätöksenteon nopeutta sekä kehittämiskustannusten kattamista.
2	Toteutusaikataulu	Ratkaisun käyttöönoton nopeus ja mahdollisuus toteuttaa ratkaisu tavoiteaikataulussa viimeistään 1.1.2026 mennessä.
3	Tieto- ja kyberturvallisuus sekä tietosuojat	Tieto- ja kyberturvauhkien proaktiivinen hallinta. Väärinkäytösten estäminen. Sähköjärjestelmän ja sähkökäytön vakauteen liittyvien uhkien torjuminen.
4	Saatavuus tai käytettävyys	Ratkaisun käytettävyys ja luotettavuus. Ylläpitotoimien tarve ja suunnittelemattomien käyttökatkojen todennäköisyys. Tarvittavien tuki- ja ylläpitopalvelujen laajuus.
5	Markkinaosapuolten vastuiden selkeys	Markkinaosapuolten, kuten verkonhaltijoiden, myyjien ja palveluntarjoajien, ja joustohubia operoivan tahon välisten vastuiden selkeys. Vastuut ohjausvirheistä sekä niistä aiheutuvista korvauksista. Toimijoiden välisten vastuurajapintojen määrä.
6	Vikatilanteiden selvittely	Vikatilanteisiin liittyvien toimintaperiaatteiden selkeys, kyvykyys vikatilanteista palautumiseen ja vikatilanteiden syiden selvittelyn helppous osapuolten välillä.
7	Rajapinnan tekninen suorituskyky	Ohjausten läpimenon luotettavuus ja vasteaika yksittäisten ohjausten ja suurten massojen osalta. Soveltuvuus tarvittaviin ohjaustapoihin.
8	Lainsäädännön muutostarpeet	Lainsäädännön muutostarpeiden määrä ja niiden implementointi huomioiden erityisesti hankkeen toteutusaika.
9	Riskit	Toteutukseen tai perustamiseen liittyvät aikataulu- ja kustannusriskit sekä operointiin liittyvät riskit.

## 5.2 Toteutuskustannukset

### 5.2.1 Toteutusvaihtoehtoriippuvaiset kustannukset

Kuvassa 6 on esitetty arviot joustohubin investointikustannuksista. Kustannuserien taustalla olevat oletukset on esitetty kuvan alla. Kustannuserien selitteet on esitetty taulukossa 8.

#### 5.2.1.1 Investointikustannukset



Kuva 6: Joustohubin toteutusvaihtoehtojen investointikustannukset (EUR)

Oletukset. 1a: Työryhmän laatima arvio datahubista erilliselle joustohubille. Arvioon sisältyvät seuraavat kustannuserät: ratkaisun tarkempi määrittely 50 000 EUR, kilpailutus 50 000 EUR,

*palvelualueen investointikustannus 200 000 EUR ja muu hallinnollinen kustannus 200 000 EUR. Työryhmän arvion päälle on lisätty Fingridin Datahubin arvio valtuutuskäsittelyn toteuttamiskustannuksesta erilliselle joustohubille. / 1b: Arvioitu investointikustannus: ratkaisun tarkempi määrittely 50 000 EUR, kilpailutus 50 000 EUR, toteutusprojekti 250 000 EUR, integraatioalueen hankinta 100 000 EUR, sertifiointitestit 150 000 EUR ja valtuutuksia varten tehtävä integraatio datahubiin 25 000 EUR. Lisäksi Fingridin Datahubin arvio valtuutuskäsittelyn toteuttamiskustannuksesta erilliselle joustohubille. / 2: Lisätoiminnallisuuksien toteutuskustannus datahubiin, sisältäen toiminnallisuuksiin liittyvien uusien sertifiointitapausten määrittelyn ja toteutuksen datahubin testauspalveluun, muutokset valtuutuskäsittelyyn ja datahubin tietomalleihin sekä kuormanohjauskäskyjen ja niihin liittyvien kuittausten reitityksen. Arvio on Fingrid Datahubin, ei järjestelmätoimittajan.*

**Taulukko 8: Joustohub-investoinnin kustannuserät ja selitteet**

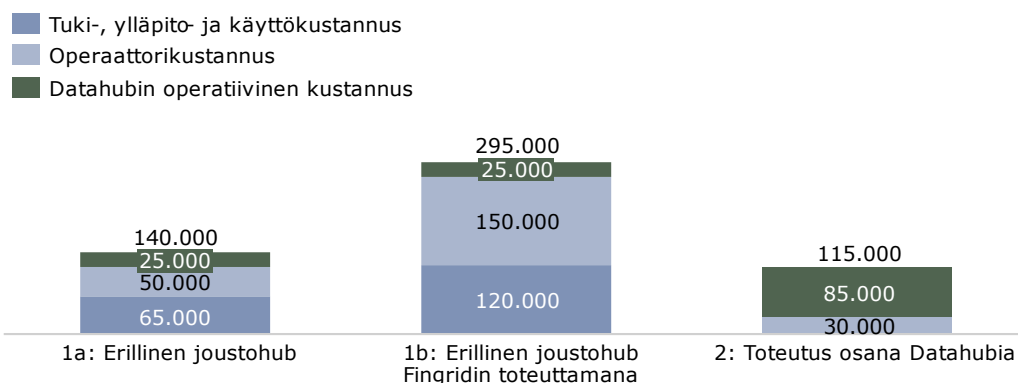
Kustannuserä	Selite
Joustohubin investointikustannus	Kertakustannus, joka kattaa joustohubin toiminnallisuudet ja ulkoiset rajapinnat, joihin vastajärjestelmät sovitautuvat. Kustannus kattaa investointiin liittyvän kehityksen ja käyttöönoton kustannukset sekä ratkaisun yksityiskohtaisen määrittelyn ja hankinnan kustannukset.
Datahubin investointikustannus	Kertaluontoinen kustannus, joka riippuu valitusta toteutustavasta joustohubille: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaihtoehdot 1a ja 1b: Joustohubin ja datahubin integraatiokustannus valtuutuskäsittelyä varten sekä toiminnallisuuden mahdollistavan sisäisen kehitystyön kustannus.</li> <li>- Vaihtoehto 2: Lisätoiminnallisuuksien kustannukset sisältäen muun muassa valtuutuskäsittelyn toteuttamisesta ja kuormanohjauspyyntöjen välityksestä aiheutuvat kustannukset. Erillistä integraatioita joustohubin ja datahubin välille ei tarvita.</li> </ul>

Selvityksessä arvioitiin, että joustohubin toteuttaminen osana datahubia olisi investointikustannuksiltaan muita vaihtoehtoja selvästi edullisempi ratkaisu. Ero selittyy sillä, että datahubissa on jo monia joustohubin vaatimia toiminnallisuuksia valmiina ja puuttuvat toiminnallisuudet voidaan kehittää sinne lisätoiminnallisuuksina nykyistä järjestelmäalustaa hyödyntäen. Muissa vaihtoehtoissa vastaavat toiminnallisuudet tulisi rakentaa joustohubiin alusta alkaen. Lisäksi datahub-toteutuksessa ei tarvita erillisiä integraatioita joustohubin valtuutuskäsittelyä varten, vaan siinä voidaan hyödyntää datahubin sisäisiä prosesseja.

Datahubista erillisen joustohubin investointikustannukset arvioitiin sekä toimialan että Fingridin toimesta. Arviot poikkeavat jonkin verran toisistaan; 1a-vaihtoehdossa oletuksena on, että toteutuksesta vastaavat jakeluverkonhaltijat yhdessä. Vaihtoehdossa 1b oletuksena on, että toteutuksesta vastaa Fingrid omien järjestelmäarkkitehtuuri- ja IT-periaatteidensa mukaisesti. Datahubin kustannus on vaihtoehtoissa sama riippumatta siitä, toteuttaako datahubista erillisen joustohubin toimiala vai Fingrid.

#### 5.2.1.2 Vuosikustannukset

Kuvassa 7 on esitetty joustohubin vuosittaiset kustannukset toteutusvaihtoehtoin. Kustannuserien selitteet on esitetty taulukossa 9.



Kuva 7: Joustohubin toteutusvaihtoehtojen vuosittaiset kustannukset (euroa/vuodessa)

Oletukset. 1a: Työryhmän laatima arvio, joka perustuu työryhmän jäsenten ennakkovastauksiin ja niiden pohjalta työryhmässä tehtyihin yhteisiin arvioihin. / 1b: Palvelun tuki- ja ylläpitokustannus 7000 EUR/kk ja rajapintapalvelu 3000 EUR/kk. Operaattorikustannus 1,5 henkilötyövuotta: uusi sovellusvastaava ja varahenkilö. / 2: Datahubin operatiivisen kustannuksen muutos sekä operaattorikustannus, jossa mukana joustohubin tuki-, ylläpito- ja käyttökustannus.

Taulukko 9: Joustohubin vuosittaiset kustannuserät ja selitteet

Kustannuserä	Selite
Tuki-, ylläpito- ja käyttökustannus	Vuosittainen operatiivinen kustannus, joka käsittää joustohubin tuki- ja ylläpitopalvelut, pienimuotoisen jatkuvan kehittämisen (ei projektiluonteisia uusia toimituksia) ja käyttökustannukset, kuten tietoliikennekustannukset ja lisenssikustannukset. Vaihtoehdossa 2 sisältyvät datahubin operatiiviseen kustannukseen nykyisen toiminnan lisäkustannuksena.
Operaattorikustannus	Joustohubia operoivan ja hallinnoivan tahon vuosittainen kustannus, joka sisältää palvelun operointiin, ylläpitoon ja kehittämiseen liittyvät henkilöstökustannukset.
Datahubin operatiivinen kustannus	Datahubin operatiivinen lisäkustannuksen muutos, joka johtuu kuormanohjaustoiminnallisuudesta. Kustannuksen suuruus riippuu valitusta toteutustavasta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaihtoehdot 1a ja 1b: valtuutuskäsittelyn ylläpitämisestä ja hallinnoinnista aiheutuva kustannus.</li> <li>- Vaihtoehto 2: valtuutuskäsittelyn ja kuormanohjauspyyntöjen välityksen sekä tuen, ylläpidon ja operoinnin aiheuttamat datahubin lisäkulut.</li> </ul>

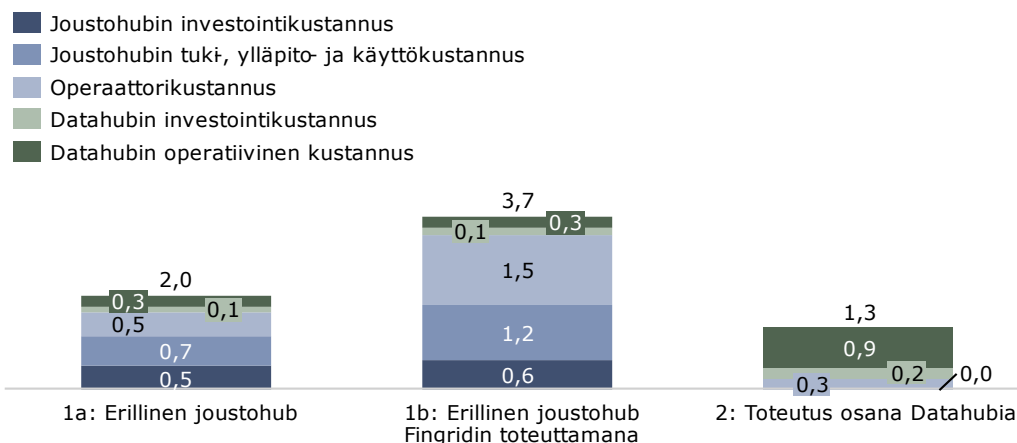
Kustannusarvion perusteella Fingridin datahubista erillisenä toteuttama joustohub olisi vuosittaisilta kustannuksiltaan selvästi kallein toteutusratkaisu. Fingrid arvioi palvelun vaativan uusia henkilöresursseja emoyhtiöön, joiden henkilöstökustannukset näkyvät operaattorikustannuksessa. Lisäksi uuden palvelualueen lisenssimaksut ja integraatiot kasvattavat kustannuksia.

Vuosikustannuksissa joustohubin toteuttaminen osana datahubia on hieman edullisempi kuin toimialan toteuttama datahubista erillinen joustohub. Datahub-toteutuksessa voidaan hyödyntää osin olemassa olevia henkilöresursseja, minkä vuoksi toteutusvaihtoehdon operaattorikustannus on selvästi Fingridin erillistä toteutusmallia alempi. Uusista integraatioista tai järjestelmistä ei oleteta koituvan erillistä toteutusta vastaavaa kustannusta, koska valtaosa toiminnallisuuksista toteutetaan olemassa olevilla järjestelmillä ja rajapinnoilla.

Työryhmän arviossa ei ole mukana operatiivista kustannusta, joka syntyisi jakeluverkkoyhtiöiden yhdessä perustaman, joustohubia hallinnoivan tahon, henkilöstökustannuksista.

### 5.2.1.3 Joustohubin kokonaiskustannukset

Kuvassa 8 on esitetty joustohubin elinkaarikustannukset 10 vuodelta. Arviossa ei ole huomioitu rahanarvonmuutosta, ja kustannusten oletetaan pysyvän vakiona koko 10 vuoden ajan.



Kuva 8: Joustohubin kokonaiskustannus, 10 vuotta (miljoonaa euroa).

Oletukset. Investointi- ja muuttuvat kustannukset yhteenlaskettuna 10 vuoden ajanjaksolle (ks. kustannusten perusteet Kuva 6 ja Kuva 7).

Toteutusvaihtoehtojen elinkaarikustannusten vertailu osoittaa, että joustohubin toteuttaminen on selvästi edullisinta osana datahubia ja sen olemassa olevia toiminnallisuuksia hyödyntäen. Fingridin toteuttama datahubista erillinen joustohub on selvästi kallein toteutusvaihtoehto.

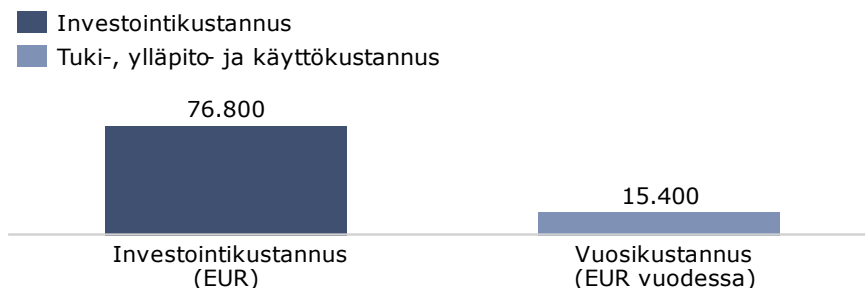
### 5.2.2 Jakeluverkonhaltijoiden kustannukset

Jakeluverkonhaltijoiden toteuttamasta kuormanohjauksesta siirtyminen markkinaehtoiseen ja dynaamisempaan kulutuksen ohjaukseen vaatii jakeluverkkoyhtiöiltä kehitystyötä ja kasvattaa operatiivisia kustannuksia lisääntyneen henkilöresurssitarpeen sekä järjestelmien ja integraatioiden kehittämisen sekä käyttö- ja ylläpitokustannusten myötä.

Kuvaan 9 on koottu selvityksessä laadittuja arvioita verkkoyhtiöille koituvista kustannuksista. Kuvassa on esitetty yhdelle verkkoyhtiölle aiheutuvat kustannukset. Kokonaiskustannus saadaan kertomalla verkkoyhtiökohtainen kustannus yhtiöiden määrällä (77 kappaletta). Yhteenlaskettu investointikustannus on noin 5,9 miljoonaa euroa ja vuosikustannus noin 1,2 miljoonaa euroa. Verkkoyhtiöiden kustannusten ei arvioitu riippuvan joustohubin toteutustavasta, vaan ne lasketaan joustohubin toteutus- ja vuosikustannusten päälle kaikissa toteutusvaihtoehtoissa.

Kustannuserien selitteet on kuvattu taulukossa 10.





Kuva 9: Arvio kuormanohjaustoiminnallisuuden jakeluverkoille aiheuttamasta kustannuksesta (miljoonaa euroa).

Oletukset: Työryhmän jäsenten esittämät arviot verkkoyhtiöiden kustannuksista poikkesivat huomattavasti toisistaan. Yhtiökohtaisen investointikustannuksen arvioitiin olevan 15 000 euron ja 700 000 euron välillä ja tuki- ja ylläpitokustannuksen 250 euron ja 150 000 euron välillä. Työryhmä sopi työpajassa menettelystä, jossa verkkoyhtiöiden keskimääräisiä kustannuksia arvioitaisiin niiden käyttöpaikkamäärään suhteutettuna siten, että pienten verkkoyhtiöiden käyttöpaikkakohtainen kustannus olisi suurempia yhtiöitä korkeampi. Käyttöpaikkakohtaisen kustannuksen käyttämistä perusteltiin sillä, että tämä on toimialalla yleisesti käytössä oleva hinnoitteluperuste.

Verkkoyhtiökohtainen investointikustannus arvioitiin kertomalla käyttöpaikkakohtainen kustannusarvio verkkoyhtiön käyttöpaikkojen määrällä. Käyttöpaikkakohtainen kustannus oletettiin seuraavasti: 3 euroa/käyttöpaikka, jos yhtiöllä 0–50 000 käyttöpaikkaa; 2 euroa/käyttöpaikka, jos yhtiöllä 50 001–100 000 käyttöpaikkaa; 1 euro/käyttöpaikka, jos yhtiöllä yli 100 000 käyttöpaikkaa. Verkkoyhtiökohtaiset käyttöpaikkamäärät perustuvat Energiaviraston tilastoon (2022: Sähköverkkotoiminnan tekniset tunnusluvut). Käyttöpaikkakohtainen hinnoittelumalli on tyypillinen toimialalla.

Verkkoyhtiöiden keskimääräiseksi investointikustannukseksi saatiin näin laskettuna noin 77 000 EUR/verkkoyhtiö. Tuki-, ylläpito- ja käyttökustannus arvioitiin vakiokaavalla 20 % investointikustannuksesta, jolloin verkkoyhtiökohtainen kustannus oli noin 15 000 euroa.

Taulukko 10: Jakeluverkkoyhtiöiden kuormanohjaukseen liittyvät kustannuserät ja selitteet

Kustannuserä	Selite
Investointikustannus	Kertakustannus, joka kattaa jakeluverkonhaltijan sovitautumisen joustohubin vakiorajapintoihin sekä tarvittavan kehitystyön, jolla mahdollistetaan ohjaussanomien vieminen mittauslaitteelle luvussa 4 kuvatulla tavalla. Kustannuserä kattaa jakeluverkonhaltijan hankinnan ja käyttöönoton kustannukset.
Tuki-, ylläpito- ja käyttökustannus	Vuosittainen operatiivinen kustannus, joka sisältää kuormanohjauspyyntöjen vastaanottamiseen ja välittämiseen tarvittavien rajapintojen ja toiminnallisuuksien kustannukset sekä niiden ylläpitoon liittyvät kustannukset. Lisäksi muut verkkoyhtiöiden joustohubiin liittyvät operatiiviset lisäkustannukset ja henkilöstökustannukset.

Arvio osoittaa, että markkinaehtoisesta ja dynaamisemmasta kuormanohjauksesta aiheutuu verkkoyhtiöille huomattava kustannus. Kustannus on moninkertainen verrattuna joustohubin kokonaiskustannukseen (vrt. luvut 5.2.1.1 ja 5.2.1.2).

Kuormanohjaustoiminnallisuuden toteutuskustannusten todettiin vaihtelevan merkittävästi verkkoyhtiöiden välillä. Kustannuksiin vaikuttavat muun muassa olemassa olevat järjestelmät ja mittauslaitteet sekä verkkoyhtiön kyvykkyys tai

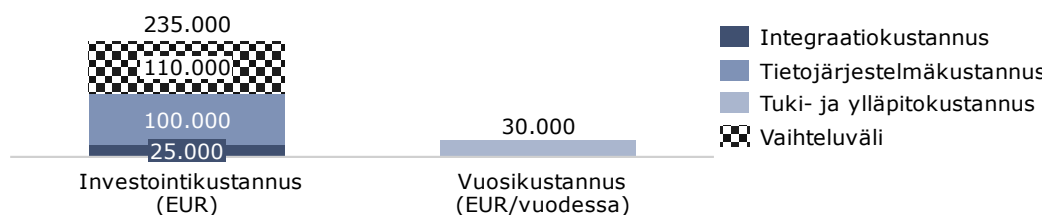
mahdollisuus tehdä tarvittavat järjestelmämuutokset itse. Myös kuormanohjauksen piirissä olevien käyttöpaikkojen määrä voi vaihdella merkittävästi.

Jakeluverkonhaltijoiden kustannusten yhteydessä keskusteltiin aiheutuvien kustannusten huomioimisesta Energiaviraston valvontamenetelmissä, mutta asian tarkempaa etukäteisselvittelyä ei tehty.

### 5.2.3 Joustopalveluntarjoajan kustannukset

Joustopalveluntarjoajalle tai sähkönmyyjälle ei ole oletettu asetettavan veloitetta tarjota kuormanohjaustoiminnallisuutta asiakkailleen. Toiminnallisuudesta aiheutuu kustannus siten niille joustopalveluntarjoajille tai sähkönmyyjille, jotka päättävät tarjota kuormanohjauksia asiakkailleen.

Kuvassa 10 on arvioitu yksittäisen joustopalveluntarjoajan kustannukset, jotka aiheutuvat palvelun tarjoamiseen tarvittavista tietojärjestelmistä ja rajapinnoista. Arvioon ei sisälly joustopalveluntarjoajan kustannuksia, jotka aiheutuvat esimerkiksi loppuasiakkaalle tarjottavien palveluiden kehittämisestä, ylläpitämisestä tai hallinnoinnista sekä päivittäisestä operoinnista. Kustannuserien selitteet on esitetty taulukossa 11.



Kuva 10: Arvio joustopalveluntarjoajan kustannuksista kuormanohjauspalvelun mahdollistamiseksi

Oletukset. Työpajassa laadittu arvio työryhmän jäsenten ennakkovastausten perusteella. Tietojärjestelmäkustannuksen vaihteluväli on 100 000–200 000 euroa ja integraatiokustannuksen 25 000–35 000 euroa.

Taulukko 11: Joustopalveluntarjoajan kuormanohjauspalvelun mahdollistamiseen liittyvät kustannuserät ja selitteet

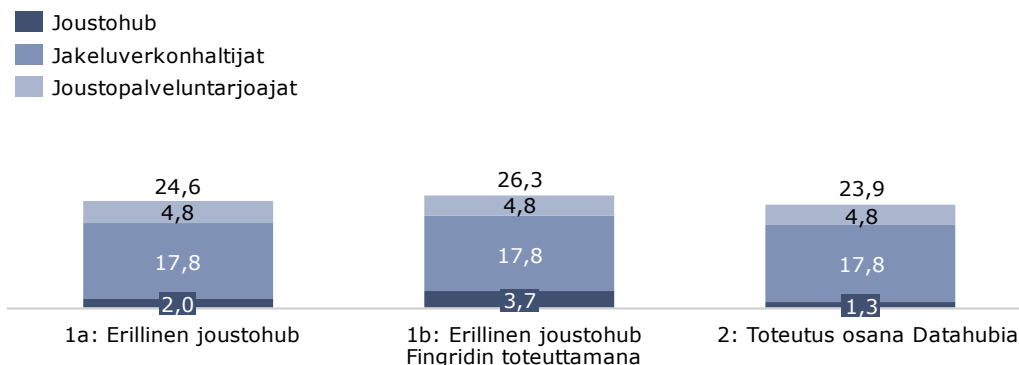
Kustannuserä	Selite
Integraatiokustannus	Kertaluontoinen kustannus, jolla toteutetaan integraatiot joustohubin vakiorajapintaan (ja datahubiin valtuutuskäsittelyä varten, mikäli joustohub toteutettaisiin datahubista erillisenä).
Tietojärjestelmäkustannus	Kertakustannus tietojärjestelmiin, jotka mahdollistavat kuormanohjaussanomien muodostamisen ja lähettämisen joustohubiin sekä kuormanohjausten hallinnoinnin.
Tuki- ja ylläpitokustannus	Kuormanohjaukset mahdollistavien toiminnallisuuksien ja rajapintojen vuosittainen operatiivinen lisäkustannus.

Joustopalveluntarjoajien todellinen kokonaiskustannus, esimerkiksi 10 vuoden ajanjaksolle, riippuu siitä, kuinka moni joustopalveluntarjoaja ryhtyy tarjoamaan kuormanohjauspalvelua. Kukin joustopalveluntarjoaja arvioi, onko kuormanohjauspalvelun tarjoaminen tälle kannattavaa.

Joustopalveluntarjoajan palvelu on loppuasiakkaan näkökulmasta kuormanohjauksen toteutumisen edellytys.

### 5.2.4 Kokonaiskustannukset

Kuvassa 11 on esitetty kuormanohjaustoiminnallisuuden kokonaiskustannus eri toteutusvaihtoehdoissa 10 vuoden ajanjaksolle.



Kuva 11: Arvio kuormanohjaustoiminnon kokonaiskustannuksista. Joustohubin toteutus, verkkoyhtiöiden kuormanohjaustoiminnon mahdollistaminen ja joustopalveluntarjoajan järjestelmäkulut yhteensä.

Oletukset. Aiemmissa luvuissa arvioitujen kustannusten yhteenveto joustohubille ja 77 jakeluverkkoyhtiölle. Lisäksi oletuksena, että 10 joustopalveluntarjoajaa. Laskelmassa oletetaan joustopalveluntarjoajan investointikustannukseksi 180 000 euroa eli vaihteluvälin puoliväli.

Laskelma osoittaa, että jakeluverkonhaltijan kustannuksilla on selvästi suurin vaikutus kuormanohjaustoiminnallisuuden elinkaarikustannuksiin. Myös joustopalveluntarjoajan kustannukset voivat nousta merkittäväksi, mikäli esimerkiksi kaikki aktiivisesti vähittäismarkkinoilla toimivat sähkönmyyjät alkaisivat tarjota kuormanohjauksia asiakkailleen.

### 5.2.5 Vertailu aiempaan kustannusarvioon

Empower IM:n (Enerim) vuonna 2020 tekemässä selvityksessä laadittiin kustannusarvio sanomaoperaattorimallin mukaisesta kuormanohjausrajapinnan toteutuksesta. Arvioidut kustannukset on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12: Empower IM:n vuonna 2020 laatima kustannusarvio sanomaoperaattorimallista ja vertailu työryhmän laatimaan kustannusarvioon

Kustannus	Empower IM		Työryhmän arvio	
	Minimi, EUR	Maksimi, EUR	Minimi, EUR	Maksimi, EUR
Kuormanohjausrajapinta ("joustohub")	500 000	1 000 000	225 000	625 000
Datahub-valtuutukset	200 000	200 000	Sisältyy yllä olevaan	125 000
Jakeluverkonhaltijat: rajapinnat	3 850 000	19 250 000	5 920 000	5 920 000
Jakeluverkonhaltijat: luontajärjestelmäkehitys	500 000	2 000 000	Sisältyy yllä olevaan	
<b>Investoinnit yhteensä</b>	<b>5 050 000</b>	<b>22 450 000</b>	<b>6 140 000</b>	<b>6 670 000</b>
Kuormanohjausrajapinta: operatiiviset vuosikulut	100 000	200 000	115 000	270 000
Datahub-valtuutukset: operatiiviset vuosikulut	40 000	40 000	Sisältyy yllä olevaan	25 000

Jakeluverkonhaltijat: operatiiviset vuosikulut	770 000	3 850 000	1 180 000	1 180 000
<b>Operatiiviset vuosikulut yhteensä</b>	<b>910 000</b>	<b>3 850 000</b>	<b>1 300 000</b>	<b>1 480 000</b>
Joustopalveluntarjoaja: investoinnit / yhtiö	20 000	50 000	125 000	235 000
Joustopalveluntarjoaja: vuosikulut / yhtiö	4 000	10 000	30 000	30 000

Nyt tehdyssä selvityksessä joustohubin investointikustannuksiksi arvioitiin 225 000–750 000 euroa eri toteutusvaihtoehdoissa, mikä on selvästi Empower IM:n selvitystä alhaisempi ja sisältäen valtuutuskäsittelyn datahubissa. Jakeluverkonhaltijoiden investointikustannuksiksi arvioitiin 5 920 000 euroa, mikä on melko lähellä aiemman selvityksen alarajaa.

Joustohubin vuosikustannuksiksi arvioitiin tässä selvityksessä 115 000–295 000 euroa sisältäen datahubin valtuutuskustannuksen ja jakeluverkonhaltijoille 1 180 000 euroa. Molempien osalta kustannusarvio on linjassa aiemman selvityksen kanssa, joskin jakeluverkonhaltijoiden vuosikustannusten osalta ollaan lähempänä aiemman selvityksen alarajaa.

Tässä selvityksessä joustohubin ja jakeluverkonhaltijoiden yhteiskustannus oli eri toteutusvaihtoehdoissa 19 080 000–21 460 000 euroa kymmenelle vuodelle laskettuna. Joustohubille ja jakeluverkonhaltijoille arvioitu 10 vuoden elinkaarikustannus oli Empower IM:n selvityksessä 14 150 000–63 350 000 euroa.

Joustopalveluntarjoajalle aiheutuvat kustannukset arvioitiin tässä selvityksessä aiempaa selvitystä korkeammiksi.

### 5.3 Laadullinen arvio

Työryhmä muodosti joustohubin toteutusvaihtoehdoista taulukossa 13 esitetyn laadullisen arvion.

Taulukko 13: Toteutusvaihtoehtojen laadullinen arvio

#	Arviointiperuste	1a	1b	2
1	Ylläpito- ja jatkokehittäminen			
2	Toteutusaikataulu			
3	Tieto- ja kyberturvallisuus sekä tietosuojat			
4	Saatavuus (käytettävyys)			
5	Markkinaosapuolten vastuiden selkeys			
6	Vikatilanteiden selvittely			
7	Rajapinnan tekninen suorituskyky			
8	Lainsäädännön muutostarpeet			
9	Riskit			

Laatu-arvio muodostettiin työpajaan pyydettyjen ennakkovastausten pohjalta. Laatu-arvio validoitiin työryhmässä pienryhmätyöskentelyn ja sen jälkeisen yhteisen keskustelun avulla. Selitteet: Vihreä väri = Ei merkittäviä epävarmuustekijöitä tai aikatauluriskejä. Keltainen = Huomionarvoinen epävarmuustekijä tai aikatauluriski. Punainen = Merkittävä epävarmuustekijä tai aikatauluriski.

Työryhmän enemmistö nosti 1a-vaihtoehdon keskeiseksi eduksi mahdollisuuden kehittää joustohub joustavasti toimialan tarpeisiin. Ratkaisu ei olisi sidottu olemassa oleviin järjestelmiin ja siihen voitaisiin valita kuormanohjaustoiminnallisuutta parhaiten tukevat toiminnallisuudet ja teknologiat. Vaihtoehdon haittana on selkeän vastuutahon puuttuminen, mikä aiheuttaa haasteita päätöksenteolle ja riskin joustohubin toteuttamiselle vaaditussa aikataulussa. Lisäksi joustohubin käyttäjämäärä on vielä epävarma, mikä muodostaa merkittävän riskin kaupallisen toiminnan kannattavuudelle ja jatkuvuudelle.

1b-vaihtoehdon keskeisiä etuja ovat selkeä vastuutaho ja mahdollisuus joustavaan kehittämiseen. Ratkaisu ei olisi sidottu datahubin olemassa oleviin järjestelmiin, mutta siinä voitaisiin mahdollisuuksien mukaan hyödyntää muun muassa olemassa olevia toimintatapoja ja ohjeistuksia. Ratkaisu kuitenkin vaatisi Fingridiltä uutta järjestelmää datahubin rinnalle, jonka hallinnoinnissa ei voitaisi hyödyntää datahubin olemassa olevia henkilöresursseja.

Vaihtoehdon 2 etuna on, että siinä voidaan hyödyntää datahubin olemassa olevia toiminnallisuuksia ja organisaatiota laajasti. Olemassa olevat toimintamallit, ohjeistukset, tuki- ja ylläpitopalvelut ja vianselvityksen prosessit tukisivat toimintaa. Haasteena on kuitenkin se, että datahubissa on myös muuta kehitystyötä käynnissä, johon voi liittyä aikatauluriski ja kuormanohjaustoiminnallisuuden jatkokehittämisen riski.

Kaikki toteutusvaihtoehdot arvioitiin laadullisesti riittävän hyväksi eikä kokonaisuudessaan vaihtoehtojen välillä ollut merkittäviä eroja, vaikkakin vaihtoehto 1a arvioitiin hieman muita vaihtoehtoja heikommaksi.

## 5.4 Suositus kuormanohjausrajapinnan toteutusmallista

Työryhmän selvä enemmistö esitti, että joustohub tulisi toteuttaa osana datahubia. Suositusta puoltaa vaihtoehtojen kustannusvertailu (ks. luku 5.2.1), jonka mukaan datahub olisi muita toteutusvaihtoehtoja edullisempi. Myös laadullinen arvio tukee suositusta: työryhmässä kannatettiin datahubin olemassa olevien toiminnallisuuksien ja organisaation hyödyntämistä kuormanohjaustoiminnallisuuden toteutuksessa.

Työryhmä kuitenkin katsoi, että mikäli datahubin nykyisen järjestelmätoimittajan kustannusarvio datahub-toteutuksesta osoittautuisi tässä raportissa esitettyä kustannusarviota suuremmaksi, Fingridin tulisi pyytää lisäksi tarjoukset joustohubin toteuttamisesta erillisenä ratkaisuna muilta mahdollisilta toimittajilta. Myös mikäli nykyisen järjestelmätoimittajan toteuttamaan ratkaisuun katsottaisiin liittyvän merkittävä riski toteutusaikataulun venymisestä tai kustannusten ylittämistä, Fingridin tulisi arvioida joustohubin toteuttamista datahubista erillisenä ratkaisuna.

Työryhmä korosti, että joustohubin ensimmäinen toteutusversio tulisi tehdä mahdollisimman kustannustehokkaasti, koska ei ole vielä tiedossa, kuinka moni joustopalveluntarjoaja lähtisi tarjoamaan kuormanohjauksia ja kuinka moni asiakas lopulta tulisi hyödyntämään kuormanohjausreleen kautta tapahtuvia ohjauksia. Kustannustehokkaalla ja toiminnallisuuksiltaan rajatulla ensimmäisellä toteutusversiolla vältettäisiin mahdollisiin käyttäjämääriin nähden ylisuuret investointikustannukset. Toteutuskustannuksiin voidaan vaikuttaa myös sillä, että joustohubiin on mahdollista liittyä myös muulla sertifioidulla tietojärjestelmällä kuin asiakastietojärjestelmällä tai mittaustiedonhallintajärjestelmällä. Datahub-toteutuksella varmistetaan, että kuormanohjaustoiminnallisuus saadaan käyttöön ja

että sillä on myös jatkuvuus tilanteessa, jossa puhtaasti markkinaehtoista ratkaisua ei nähtäisi taloudellisesti riittävän kannattavaksi.

## 6 Seuraavat tehtävät

### 6.1 Seuraavat tehtävät ja niiden aikataulut

Kuormanohjauksissa hyödynnetään mittausasetuksessa uusilta etämittauslaitteilta edellytettyä ja monien jakeluverkkoyhtiöiden jo investoimaa toiminnallisuutta. Tämän vuoksi on tärkeää, että mikäli kuormanohjausrajapinta päätetään toteuttaa, joustohub tulisi saada käyttöön jo vuonna 2026 tehtyjen mittauslaitteinvestointien hyödyntämiseksi. Työryhmä laati joustohubin seuraavista toteutusvaiheista Kuva 12 esitetyn ylätasoinen aikatauluarvion.

Kuva 12: Joustohub-toteutuksen seuraavat vaiheet, ylätasoinen näkemys

	2024				2025				2026			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>Kaikki</b>												
Hallituksen esitys sähkömarkkinalain muuttamisesta			■									
VNA kuormanohjauksen rajapinnasta					■							
Toimialan menettelyohje			■									
<b>Joustohub</b>												
Tekninen toteutusmäärittely			■									
Joustohubin kehitystyöt					■							
Testaus ja sertifiointi							■					
Käyttöönotto (Point-to-point pilotointi)												▲ 01.01.2026
<b>Verkkoyhtiöt</b>												
Suunnittelu ('GAP-analyysi')			■									
Kuormanohjausten tekninen toteutus					■							
Siirtymäaika												■
Käyttöönotto												▲ 01.04.2026
<b>Joustopalveluntarjoajat</b>												
Suunnittelu (business case)			■									
Konseptointi					■							
Palvelutuotannon suunnittelu						■						
Palvelutuotannon kehitystyö							■					
Testaus												■ Noin 1 kk

Työvaiheet, joiden toteutuminen nähtiin joustohubin toteutuksessa epävarmoina tai jotka liittyvät joustopalveluntarjoajien tehtäviin on esitetty kuvassa katkoviivalla. Point-to-point pilotointi on työryhmän ehdotus, mutta sen toteutuminen riippuu siitä, löytyykö pilotin toteuttamiseen halukkaita toimijoita. Joustopalveluntarjoajan työvaiheet ja niiden kesto riippuvat tarjottavasta palvelukonseptista ja toimijan nykyisistä järjestelmistä, mikäli joustopalveluntarjoaja päättää tarjota kuormanohjauspalvelua.

Joustohubin mahdollistavan lainsäädännön odotetaan etenevän vuoden 2024 loppupuolella. Työryhmä katsoi, että tiettyjä kokonaisuuksia voitaisiin kuitenkin alkaa edistää jo ennen lainsäädännön voimaantuloa:

- Toimialan tulisi määritellä kuormanohjauksille yhteinen menettelyohje, jossa sovittaisiin ohjauksiin liittyvistä menettelytavoista, joihin joustohubin tekninen toteutus ei ota kantaa (ks. luku 4.8 Toimialan yhteiset menettelyohjeet kuormanohjauksille), mutta jotka vaikuttavat tekniseen toteutukseen. Ohjeen laatiminen tulisi aloittaa mahdollisimman pian. Menettelyohje valmisteltaisiin Energiateollisuus ry:n toimesta.
- Fingridin tulisi aloittaa joustohubin tekninen määrittelytyö mahdollisimman pian yhteistyössä nykyisen palveluntarjoajan kanssa. Määrittelytyössä tulisi huomioida toimialan menettelyohje sen valmistuessa. Kuormanohjaukseen liittyvät datahub-prosessit tulisi kuvata osaksi sähkön vähittäismarkkinoiden liiketoimintaprosesseja datahubissa.
- Joustohubin toiminnallisuuksia voitaisiin pilotoida siitä kiinnostuneiden verkkoyhtiöiden ja joustopalveluntarjoajien välillä (point-to-point ohjaukset ilman joustohubia). Pilotointi voisi osaltaan tukea toimialan menettelyohjeen laatimista ja joustohubin teknistä toteutusmäärittelyä. Pilotointiin olisi tärkeää saada mukaan eri toimittajien mittausratkaisuja.

Joustohubin varsinainen toteutus alkaisi lainsäädännön valmistuttua.

Toteutusaikataulun arvioitiin olevan tiukka erityisesti verkkoyhtiöille, joilta lainsäädäntö velvoittaa mahdollistamaan kuormanohjaukset. Työryhmä totesi verkkoyhtiöiden toteutuksesta seuraavaa:

- Verkkoyhtiöt voivat aloittaa kuormanohjaustoimintojen suunnittelun (mm. kehitystarpeiden tunnistaminen ja mahdolliset neuvottelut palveluntarjoajien kanssa) jo ennen lainsäädännön voimaantuloa. Jotta kaikilla jakeluverkkoyhtiöillä olisi valmius käynnistää tekninen toteutus riittävän ajoissa, vaatii se yleisen tietoisuuden lisäämistä toimialalla vaaditusta kuormanohjaustoiminnallisuudesta ja tulevista lainsäädäntömuutoksista.
- Kuormanohjausten tekninen toteutus verkkoyhtiöiden itsensä ja/tai palvelutoimittajien toimesta voi alkaa vasta, kun tekninen määrittely on viety riittävän pitkälle ja kun joustohubia koskeva lainsäädäntö on astunut voimaan. Mikäli lainsäädännön voimaantulo viivästyy (kuvassa sähkömarkkinain muutosten on oletettu astuvan voimaan vuoden alussa 2025), myös toteutusaikataulu voi lykkääntyä.
- Verkkoyhtiöiden toteutusvaiheelle tulee varata aikaa ainakin vuosi, koska ainakin osan verkkoyhtiöistä odotetaan hankkivan tarvittavat muutostyöt palveluna järjestelmätoimittajiltaan. Muutostarpeet ja teknisen toteutuksen kesto voivat vaihdella verkkoyhtiöittäin.
- Verkkoyhtiöt eivät voi toteuttaa kuormanohjaustoimintoja omiin järjestelmiinsä, ennen kuin joustohubin tekninen toteutusmäärittely on viety riittäväälle tasolle. Toteutukseen tarvitaan muun muassa joustohubin rajapintakuvaukset ja tieto toimitettavista sanomaformaateista. Myös toimialan yhteinen menettelyohje tarvitaan.

Fingrid Datahubin vastuulla on laatia joustohubin toteutuksen tekninen määrittely. Jo ennen yksityiskohtaista määrittelyä Fingrid Datahubin tulisi pyytää tarjous datahubin nykyiseltä järjestelmätoimittajalta kuormanohjauksen vaatimasta lisätoiminnallisuudesta. Määrittelytyö voitaisiin käynnistää jo ennen lainsäädännön voimaantuloa vuoden 2024 kolmannella kvartaalilla, vaikka varsinainen kehitys- ja

toteutusvaihe käynnistettäisiin lainsäädännön valmistuttua. Toimialan osallistamiseksi Fingrid Datahub voi hyödyntää määrittelytyössä datahubin olemassa olevaa kehitystyöryhmää ja sen alityöryhmää; määrittelytyöhön tulisi ottaa mukaan myös mittauslaitteiden valmistajia ja luentapalvelutoimittajia. Kuormanohjauksen vaatimat toiminnallisuudet otettaisiin käyttöön datahubissa vuoden 2025 neljännen kvartaalin versiopäivityksessä, jolloin sertifioidut toimijat voisivat alkaa tarjota kuormanohjauksia vuoden 2026 ensimmäisellä kvartaalilla.

Työryhmä esittää, että verkkoyhtiöille sallittaisiin siirtymäaika kuormanohjaustoiminnallisuuden käyttöönottamiseksi. Siirtymäaika alkaisi siitä, kun joustohub on saavuttanut valmiuden aloittaa kuormanohjaukset (1.1.2026 mennessä) ja kestäisi kolme kuukautta. Kaikkien jakeluverkonhaltijoiden tulisi mahdollistaa kuormanohjaukset 1.4.2026 mennessä. Siirtymäaika mahdollistaisi kuormanohjaustoiminnallisuuden hallitun käyttöönoton jakeluverkkoyhtiöiden järjestelmämuutosten ja sertifiointien jälkeen.

Työryhmä esittää, että lainsäädännössä joustopalveluntarjoajia, esimerkiksi toimitusvelvollisia sähkönmyyjiä, ei veloitettaisi tarjoamaan kuormanohjauspalvelua, eikä niitä sitoisi siten myöskään lainsäädännön asettamat aikarajat. Työryhmä katsoi, että joustohubin käyttöönotto on tämän vuoksi joustopalveluntarjoajille jakeluverkkoja suoraviivaisempi, eikä siihen liity jakeluverkonhaltijoita vastaavaa aikataulupainetta. Joustopalvelun tarjoaminen on liiketoimintalähtöistä ja käyttöönotosta todettiin seuraavaa:

- Joustopalveluntarjoajat muodostavat palvelukonseptinsa vasta, kun kuormanohjauksiin liittyvä lainsäädäntö ja toimialan menettelyohjeet ovat selvillä. Palveluntarjoajan kannalta on keskeistä ymmärtää, mitä kustannuksia, ansaintamahdollisuuksia ja riskejä liiketoimintaan liittyy. Palveluntarjoajat voivat kuitenkin jo nyt pohtia, onko kuormanohjauspalvelun tarjoaminen liiketaloudellisesti kannattavaa tai muuten perusteltavissa.
- Palvelutuotannon toteutuksen kesto riippuu toimijasta ja valitusta palvelukonseptista. Toteutus kestää pidempään, mikäli toimijalla ei vielä ole palvelun tarjoamiseen soveltuvia järjestelmiä ja mikäli toimija ei vielä ole sertifioinut järjestelmiään datahubia vasten.

## 6.2 Riskit ja epävarmuudet

Taulukkoon 14 on koottu työryhmä tunnistamia joustohubin toteutukseen ja käyttöönottoon liittyviä riskejä ja epävarmuuksia. Riskit ja epävarmuudet on eritelty taulukkoon sen mukaan, mihin markkinaosapuoleen ne kohdistuvat (jakeluverkonhaltijat, joustopalveluntarjoajat vai koko toimiala).



Taulukko 14: Joustohub-toteutukseen liittyvät riskit ja epävarmuudet

Koko toimialaan kohdistuvat	
<p><b>Aikataulu- ja kustannusriski</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riittävän yksinkertaisessa toteutuksessa pysyminen.</li> <li>• Fingrid Datahubin nykyisen järjestelmätoimittajan hinnoitteluasema, mikäli joustohubin toteutustapa kirjattaisiin lakiin.</li> </ul> <p><b>Palvelutarjonnan ja kysynnän syntyminen kuormanohjauksille</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taloudellinen kannattavuus palveluntuottajalle (investointi suhteessa ansaintamahdollisuuksiin) ja suhteessa muihin vaihtoehtoisin tapoihin ohjata asiakkaan sähkökuormia.</li> </ul> <p><b>Ohjattavan kuorman määrä ja joustopotentiaali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Releen kautta ohjattavan kuorman määrää ei ole arvioitu tässä selvityksessä. On epäselvää, kuinka suuri joustopotentiaali on saatavissa kuormanohjausreleen kautta tehtävillä ohjauksilla.</li> <li>• Sähkökäyttäjille on tarjolla myös vaihtoehtoisia ja kehittyneempiä tapoja ohjata kuormaansa. Muita tapoja ovat muun muassa laitteisiin, esimerkiksi lämpöpumppuihin ja lämminvesivaraajiin, saatavat pilvipohjaiset ohjausratkaisut sekä uudemmissa kiinteistöissä taloautomaattioratkaisut.</li> <li>• Asiakkaiden todellinen kiinnostus muihin kuin nykyisiin jo saatavilla oleviin yö-/päiväohjauksiin.</li> <li>• Saavutettavat taloudelliset hyödyt suhteessa kustannuksiin (kansantaloudellinen kustannushyötysuhde).</li> </ul> <p>Mahdollinen mainehaitta toimialalle, mikäli sähkökäyttäjän ohjauspalvelut heikentyvät nykyisestä tai tarjontaa ei synny lainkaan tai kaikkien jakeluverkkojen alueelle.</p> <p><b>Toimijoiden väliset vastuunrajaukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muun muassa korvausvastuu, mikäli kuormanohjaukset eivät onnistu sovitulla tavalla. Vastuista ehdotetaan sovittavan toimialan menettelyohjeessa, jota noudatettaisiin joustopalvelusopimuksessa.</li> </ul>	
Jakeluverkonhaltijoihin kohdistuvat	FSP:hen kohdistuvat
<p>Luentapalvelutoimittajien erilaiset kyvykkyydet kuormanohjausten tuottamiseen. Mittauslaitteisiin ja luentajärjestelmiin liittyvät rajoitteet sekä lisäkehittämien tarve ja kustannukset.</p> <p>Järjestelmätoimittajien kyvykkyys rakentaa ohjauskyvykkyys vaaditussa aikataulussa.</p> <p>Kaikkien jakeluverkkoyhtiöiden riittävän aikainen tietoisuus vaatimuksesta toteuttaa kuormanohjaustoiminnallisuus sekä mahdolliset osaamiseen ja resurssihin liittyvät rajoitteet erityisesti pienillä jakeluverkkoyhtiöillä.</p>	<p>Ohjaukomentojen perillemeno riittävän suurilla volyyymeilla</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknologian toimivuus</li> <li>• Ohjaukomentojen vasteajat huomioiden kuormanohjaustarpeet.</li> <li>• Rajattu mahdollisuus vaikuttaa komentojen perillemenoon omalla toiminnalla</li> </ul> <p>Järjestelmäkehityksen yksinkertaisuus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joustohubiin liittyminen</li> <li>• Joustokomentojen käyttöönotto</li> </ul> <p>Sähkön loppuasiakkaan ohjausten vaikutus palveluntuottajan tekemiin ohjauksiin, mikäli ne sallitaan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Palveluntuottajan ohjaus ei mene perille, jos loppuasiakas ohittaa ne sopimuksen vastaisesti</li> </ul>

### 6.3 Lainsäädännön muutostarpeet

Selvityksen laajuuteen ei ole sisältynyt lainsäädännön muutostarpeiden tarkastelu. Ministeriö valmistelee määrittelytyön perusteella säädösmuutokset, jotka mahdollistavat kuormanohjausrajapinnan toteutuksen.

Kuormanohjausrajapintaa koskeva lainsäädäntö tulee olla valmis ennen joustohubin toteutukseen ja käyttöönottoon liittyvien tehtävien toteutusta. Lainsäädännössä tulee ottaa kantaa muun muassa osapuolten rooleihin, tehtäviin ja velvollisuuksiin.

## 7 Yhteenvedo sekä suositus toteutustavasta

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi syyskuussa 2023 Fingridille tehtäväksi määrittellä kuormanohjausrajapinta, joka mahdollistaisi älymittareiden kautta toteutettavan kuormanohjauksen. Määrittelytyössä tuli huomioida seuraavat näkökulmat:

- Määrittelytyön lähtökohtana ovat mittausasetus (767/2921) ja työ- ja elinkeinoministeriön alla toimineen Älyverkkotyöryhmän linjaukset.
- Toteutuksen kustannustehokkuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota ja mahdollisille rajapinnan toteutusvaihtoehdoille tulee arvioida kustannukset.
- Fingridin tulee osallistaa sidosryhmät riittävällä tavalla määrittelytyöhön.
- Ministeriö valmistelee määrittelytyön perusteella säädösmuutokset, jotka mahdollistavat kuormanohjausrajapinnan toteutuksen.

Tässä selvityksessä kuvataan vaihtoehdot kuormanohjausrajapinnan toteuttamiselle ja annetaan suositus toteutustavasta ministeriön tehtävänannon mukaisesti. Selvityksen ulkopuolelle on rajattu seuraavat seikat:

- Kuormanohjausrajapinnan hyötyjen arviointi. Toimeksianto koskee kuormanohjausrajapinnan toteutusmallin määrittelyä mahdollisimman kustannustehokkaalla tavalla. Selvityksessä ei oteta myöskään kantaa siihen, tulisiko kuormanohjausrajapinta toteuttaa.mikä
- Kuormanohjausrajapinnan yksityiskohtainen tekninen vaatimusmäärittely, joka on tarkoituksenmukaista tehdä kuormanohjausrajapinnan hankinta- ja toteutusvaiheessa valitun toteutustavan mukaisesti.
- Markkinaosapuolten sisäiset prosessit tai kuormanohjaukseen liittyvien yleisten sopimusehtojen ja menettelyohjeiden määrittely, koska ne eivät liity suoraan kuormanohjausrajapinnan toteutustapaan.

Määrittelytyö tehtiin yhteistyössä jakeluverkkoyhtiöiden, sähkön myyjien, joustopalveluntarjoajien ja edunvalvojen edustajista koostuvan työryhmän kanssa. Työryhmä kokoontui yhteensä viiteen koko päivän työpajaan. Työ- ja elinkeinoministeriö asetti työryhmään oman edustajansa. Työpajoihin osallistui edellä mainittujen lisäksi Fingrid Oyj:n, Fingrid Datahub Oy:n ja AFRY Management Consulting Oy:n edustajia. AFRY Management Consulting osallistui työpajoihin Fingridin toimeksiannosta ja dokumentoi työryhmätyöskentelyn tulokset loppuraportiksi.

Kuormanohjausrajapinnalla tarkoitetaan teknistä alustaa, joka mahdollistaa joustopalveluntarjoajan muodostamien kuormanohjaussanomien välittämisen jakeluverkonhaltijan toteutettavaksi. Kuormanohjaustoiminnallisuus koskee mittausasetuksessa määritellyjä sähkönkäyttöpaikkoja, joihin on asennettu kuormanohjausrele.

Kuormanohjausrajapinnan tulee mahdollistaa mittauslaitteen kuormanohjausreleen ajastetut kalenteripohjaiset ohjaukset ja välittömästi toimeenpantavat yksittäisohjaukset. Kuormanohjauksia tulee voida hyödyntää ensisijaisesti aikaajaotuksen mukaisissa tariffiohjauksissa ja vuorokausimarkkinoiden spot-hintaan perustuvissa ohjauksissa. Tällä ei rajoiteta kuormanohjauksien käyttöä muihin käyttötärpeisiin, mikäli ratkaisu sen mahdollistaa.

Selvityksessä tunnistettiin seuraavat toteutusvaihtoehdot kuormanohjausrajapinnalle:

- 1) Datahubista erillinen kuormanohjausrajapinta, joka hyödyntää datahubin valtuutuskäsittelyä sen varmistamiseksi, että ohjaussanomien lähettäjällä on oikeus ohjata sanomassa määritellyn sähkökäyttöpaikan kuormanohjausreleitä. Kuormanohjausrajapinta olisi joko jakeluverkkoyhtiöiden (1a) tai Fingridin toteuttama ja hallinnoima (1b).
- 2) Kuormanohjausrajapinnan toteuttaminen osana datahubia, jolloin kuormanohjaustoiminnallisuus toteutettaisiin osana datahubin nykyistä järjestelmäarkkitehtuuria ja palvelumallia.

Toteutusvaihtoehtojen välinen kustannusvertailu osoitti, että kuormanohjausrajapinnan toteuttaminen osana datahubia on muita vaihtoehtoja edullisempi ratkaisu. Datahubiin rakennettavan joustohubin kustannukseksi arvioitiin 1,3 miljoonaa euroa 10 vuodelle, kun erillisen joustohubin kustannus on 2,0 tai 3,7 miljoonaa euroa riippuen toteutettavasta tahosta. Datahubin investointikustannus (225 000 EUR) on erillistä joustohubia alhaisempi, koska ratkaisussa hyödynnettäisiin datahubin olemassa olevia toiminnallisuuksia. Muissa vaihtoehdoissa kuormanohjausrajapinnan toiminnallisuudet tulisi rakentaa alusta alkaen (1a: 625 000 EUR ja 1b: 750 000 EUR). Myös datahubin arvioitu operoinnin vuosikustannus on muita vaihtoehtoja pienempi (115 000 EUR vs. 1a: 140 000 EUR ja 1b: 295 000 EUR), koska ratkaisussa hyödynnettäisiin datahubin olemassa olevaa organisaatiota ja järjestelmiä.

Kuormanohjausrajapinnan elinkaarikustannukseksi kymmenelle vuodelle arvioitiin 23,9–26,3 miljoonaa euroa riippuen toteutustavasta. Kokonaiskustannuksissa suurin osa on jakeluverkonhaltijoiden kustannuksia (17,8 miljoonaa euroa). Joustopalveluntarjoajiin kohdistuvat kustannukset ovat 4,8 miljoonaa euroa olettaen, että 10 joustopalveluntarjoajaa tarjoaisi palvelua. Kuormanohjaustoiminnallisuuden mahdollistaminen on jakeluverkonhaltijoille pakollista, mutta joustopalveluntarjoajille vapaaehtoista. Jakeluverkonhaltijan ja joustopalveluntarjoajan kustannusten ei arvioitu riippuvan valitusta toteutustavasta.

Kaikki toteutusvaihtoehdot arvioitiin laadullisesti riittävän hyväksi, eikä niihin katsottu liittyvän merkittäviä laadullisia eroja. Datahub-toteutuksen keskeisiä etuja ovat olemassa olevan hyödyntäminen ja selkeä vastuutaho. Varjopuoli ovat mahdolliset nykyisten järjestelmien asettamat tekniset ja aikataulliset rajoitteet. Erillisessä toteutuksessa toteutustapaan ja teknologiavalintoihin riittyviä rajoitteita ei olisi, mutta rajapinnan toteutumiseen ja vastuutahoon liittyisi epävarmuuksia.

Työryhmän selvän enemmistön kanta on, että mikäli kuormanohjausrajapinta toteutetaan, se olisi kustannustehokkainta toteuttaa osana datahubia Fingrid Datahubin toimesta. Työryhmä pitää kuitenkin tärkeänä, että ennen lopullisen toteutustavan valintaa Fingrid Datahub saa mahdollisimman luotettavan hintaindikaation kuormanohjaustoiminnallisuuden toteuttamisesta datahub-järjestelmän toimittajalta. Mikäli kustannukset datahub-toteutuksesta osoittautuisivat tässä raportissa esitettyä kustannusarviota suuremmaksi, Fingridin tulisi pyytää myös tarjoukset joustohubin toteuttamisesta erillisenä ratkaisuna muilta mahdollisilta toimittajilta.

Joustohubin ensimmäinen toteutusversio tulisi tehdä mahdollisimman kustannustehokkaasti ja sisältäen tarpeelliset toiminnallisuudet, koska ei ole vielä tiedossa, kuinka moni joustopalveluntarjoaja lähtisi tarjoamaan kuormanohjauksia ja kuinka moni asiakas lopulta tulisi hyödyntämään kuormanohjausreleen kautta

tapahtuvia ohjauksia. Selvitykseen ei sisältynyt hyötyjen arviointia. Toteutuskustannuksiin voidaan vaikuttaa myös sillä, että joustohubiin liittyminen sallitaan myös muulla sertifioidulla tietojärjestelmällä kuin asiakastietojärjestelmällä tai mittautiedonhallintajärjestelmällä.

## Liite 1 – Työryhmätyöskentelyyn osallistuneet tahot

Selvityksen toteutukseen osallistunut työryhmä koostui seuraavista tahoista:

- Caruna Oy
- Elenia Verkko Oy
- Lahti Energia Sähköverkko Oy
- Leppäkosken Sähkö Oy
- Savon Voima Verkko Oy
- Fortum Oyj
- KSS Energia Oy
- Omavoima Oy
- Pohjois-Karjalan Sähkö Oy
- Sympower Oy
- Väre Oy
- VIBECO Oy
- Energiateollisuus Oy
- Paikallisvoima ry

Työ- ja elinkeinoministeriö asetti oman edustajansa työryhmään.

Työpajoihin osallistui työryhmän lisäksi Fingrid Oyj:n, Fingrid Datahub Oy:n ja AFRY Management Consulting Oy:n edustajia.

Projektin aikana kuultiin seuraavia mittauslaitteiden ja -järjestelmien toimittajia: Aidon Oy, Kamstrup A/S ja Landis+Gyr Oy.

## Liite 2 – Työpajojen asialistat

Työryhmä kokoontui tämän selvityksen aikana yhteensä viisi kertaa sidosryhmätyöpajoihin. Yhden työpajan kesto oli kuusi tuntia taukoineen.

Työpajatyöskentelyyn sisältyi työpajan sisältöön liittyviä ennakkotehtäviä, joista keskusteltiin työpajojen aikana. Lisäksi työryhmän jäsenet osallistuivat työpajojen aikana pienryhmätyöskentelyyn (joko ennakkotehtäviin, tai muihin työpajan aiheisiin liittyen).

Työpajojen asialistat on esitetty alla.

**Työpaja 1:** Toteutusvaihtoehtojen tunnistaminen ja niiden arviointiperusteiden määrittely

- 1) Kokouksen avaus
- 2) Selvitystyön tavoitteet, sisältö ja rajaukset
- 3) Kuormanohjausrajapinnan toteutusvaihtoehtojen tunnistaminen
- 4) Toteutusvaihtoehtojen arviointiperusteiden määrittely
- 5) Työryhmän käytännön järjestelyt ja kokouksen päättäminen

**Työpaja 2:** Toteutusvaihtoehtojen vertailu ja tarkemman ratkaisukuvauksen sisällön määrittely

- 1) Kokouksen avaus
- 2) Kuormanohjausrajapinnan asemointi suhteessa vaihtoehtoihin ohjausratkaisuihin
- 3) Toteutusvaihtoehtojen laadullinen vertailu
- 4) Toteutusvaihtoehtojen kustannusarvio
- 5) Jatkoselvitettävän toteutusvaihtoehdon valinta (*huom. ei tehty yhden ratkaisun valintaa, vaan päätettiin valita useampi toteutusvaihtoehto jatkoselvitettäväksi*)
- 6) Ratkaisukuvauksen sisällön määrittely
- 7) Kokouksen päättäminen

**Työpaja 3:** Jatkoselvitettävien toteutusvaihtoehtojen tarkentaminen

- 1) Kokouksen avaus (työpajan tavoitteet ja agenda)
- 2) Ennakkotehtävien mukainen aihekäsitteily
  - a. Käyttötapaukset
  - b. Kokonaisarkkitehtuuri
  - c. Kuormanohjausrajapinnan toiminnallisuudet
  - d. Palvelutasovaatimukset
  - e. Roolijako
- 3) Seuraavan työpajan tavoitteet ja kokouksen päättäminen

**Työpaja 4:** Jatkoselvitettävien toteutusvaihtoehtojen tarkentaminen ja vertailu, sekä suosituksen muodostaminen kuormanohjausrajapinnan toteutustavasta

- 1) Kokouksen avaus
- 2) Mittausratkaisujen ohjauskyvykkyys
- 3) Käyttötapausten prosessikuvaukset
- 4) Toteutusvaihtoehdot ja niiden kustannusarviot
- 5) Näkemys toteutusmallista kuormanohjausrajapinnalle
- 6) Kokouksen päättäminen

**Työpaja 5:** Luonnosraportin kommentointi sekä joustohubin seuraavien toteutusvaiheiden ja epävarmuuksien tunnistaminen

- 1) Kokouksen avaus
- 2) Luonnosraportin kommentit
- 3) Joustohubin käyttöönottosuunnitelma
- 4) Kokouksen päättäminen

## Liite 3a – Yhteenvedo mittauslaitteiden kuormanohjaustoiminnallisuuksista

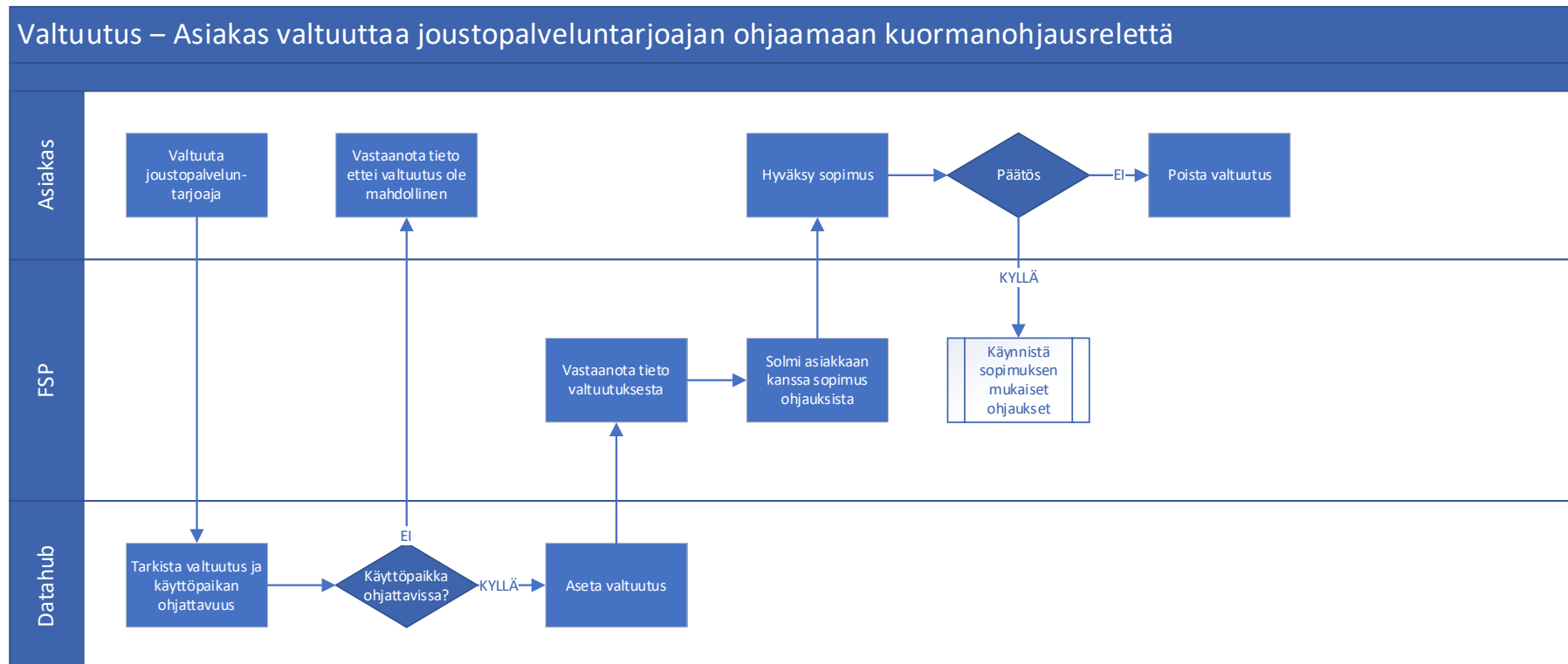
Ohjaustapa	Aidon Oy	Kamstrup A/S	Landis+Gyr Oy
Kalenteriohjaus	<p>Relekonfiguraatiossa annettava "kiinteä" kalenteri, joka on laitteella aina, mikäli se on mittauslaitteelle konfiguroitu, ja mittauslaite seuraa oletuksena tätä kalenteria.</p> <p>Ajastus on etäkonfiguroitava. Ajastus sisältää 4 jaksoa, kukin jakso 8 viikonpäivää (ma-su + arkipyhä), kukin viikonpäivä max 12 releenohjaushetkeä. Releenohjaushetki voidaan antaa minuutin tarkkuudella.</p>	<p>Kolme kuormanohjaustaulukkoa: arkipäivä, lauantai ja sunnuntai, joille ohjausaika asetetaan kullekin erikseen (voi olla sama kaikissa).</p> <p>Ohjausjakso nykyisin 60 minuuttia ja ohjausten määrä rajoitettu 10 / vrk.</p>	<p>Toistaiseksi voimassa oleva pohjakalenteri, jossa erikoispäiväkäsittely. Ohjaukset suoritetaan kalenterin mukaisesti. Kalenteri on yhteinen jakeluverkonhaltijan ohjauksille (esim. siirtotariffit) ja mahdollisille markkinalähtöisille kalenteripohjaisille ohjauksille. Kalenterissa tuki tällä hetkellä 24 erilliselle ohjaushetkelle vuorokaudessa.</p>
Ajastettu ohjaus	<p>Dynaaminen kalenteriohjaus mahdollistaa päiväkohtaisten kalentereiden asettamisen. Ohjauksia voidaan tehdä samalla tai tuleville päiville.</p> <p>Samalle päivälle asetettu uusi kalenteri ajaa aina vanhan yli ja sitä aletaan noudattamaan välittömästi.</p> <p>Dynaaminen kalenteriohjauskomento voi sisältää 96 ohjausjaksoa.</p>	<p>Mahdollisuus lähettää mittauslaitteelle päivittäin uusi ohjaustaulukko, joka korvaa aiemman ohjaustaulukon. Mikäli viesti ei mene lävitse, mittari käyttää aiempaa ohjaustaulukkoa.</p> <p>Uusi taulukko tulee voimaan välittömästi tai ajastettuna esim. vuorokauden vaihtuessa.</p>	<p>Voidaan hyödyntää kalenteriohjauksen erikoispäiväkäsittelyä ("vuorokausimaski"). Maski korvaa kullakin releellä pohjakalenterin ohjaukset koko tulevalta vuorokaudelta.</p> <p>Kuluvalle vuorokaudelle tehtävät ajastetut ohjaukset eivät ole erikoispäiväkäsittelyllä tai maskilla mahdollisia, vaan ne toteutetaan useilla välittömillä ohjauksilla. Välittömiä ohjauksia voidaan puskuroida järjestelmässä ja lähettää oikea-aikaisesti mittarille.</p>
Välitön ohjaus (yksittäiohjaus, ad hock -ohjaus, on demand -ohjaus)	<p>Rele ohjataan heti tai ajastetusti pakotettuna tiettyyn tilaan halutuksi ajaksi.</p> <p>Voi sisältää vain yhden ohjausjakson.</p>	<p>On demand -ohjaus yksittäiselle ohjaukselle.</p> <p>Ei voida ajastaa eikä asettaa ohjaukselle haluttua kestoa. Rele täytyy palauttaa ohjausta edeltävään tilaan uudella ohjauksella.</p> <p>Tuki puuttuu yksittäiohjauksille nykyisestä luontajärjestelmän ohjelmistoversiosta.</p>	<p>Yksi ohjaus kerrallaan, joka suoritetaan heti mittarissa. Ei ajastusta tai puskurointia mittarissa.</p> <p>Jos taustalla ei ole kalenteripohjaista ohjausta, pysyy rele ohjatussa tilassa. Rele pitää palauttaa haluttuun tilaan uudella ohjauskomennolla.</p>
Ohjausten priorisointi	<p>Ohjaukset on priorisoitu seuraavasti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Välitön ohjaus</li> <li>2. Dynaaminen kalenteriohjaus (ajastettu ohjaus)</li> <li>3. Kalenteriohjaus (kiinteä kalenteri)</li> </ol>	<p>Uusi ohjauskomento korvaa aiemman.</p> <p>Kalenteriohjaus on kuitenkin pohjalla, jolloin ohjaukset palautuvat lopulta kalenterin mukaisiin ohjauksiin.</p>	<p>Ohjauksissa "viimeinen komento pätee"-periaate eli ohjaustapoja ei ole priorisoitu. Kalenteriohjaus voi olla pohjalla, jolloin ohjaukset palautuvat lopulta kalenterin mukaisiin ohjauksiin (ajallisesti seuraava ohjaus kalenterista suoritetaan).</p>



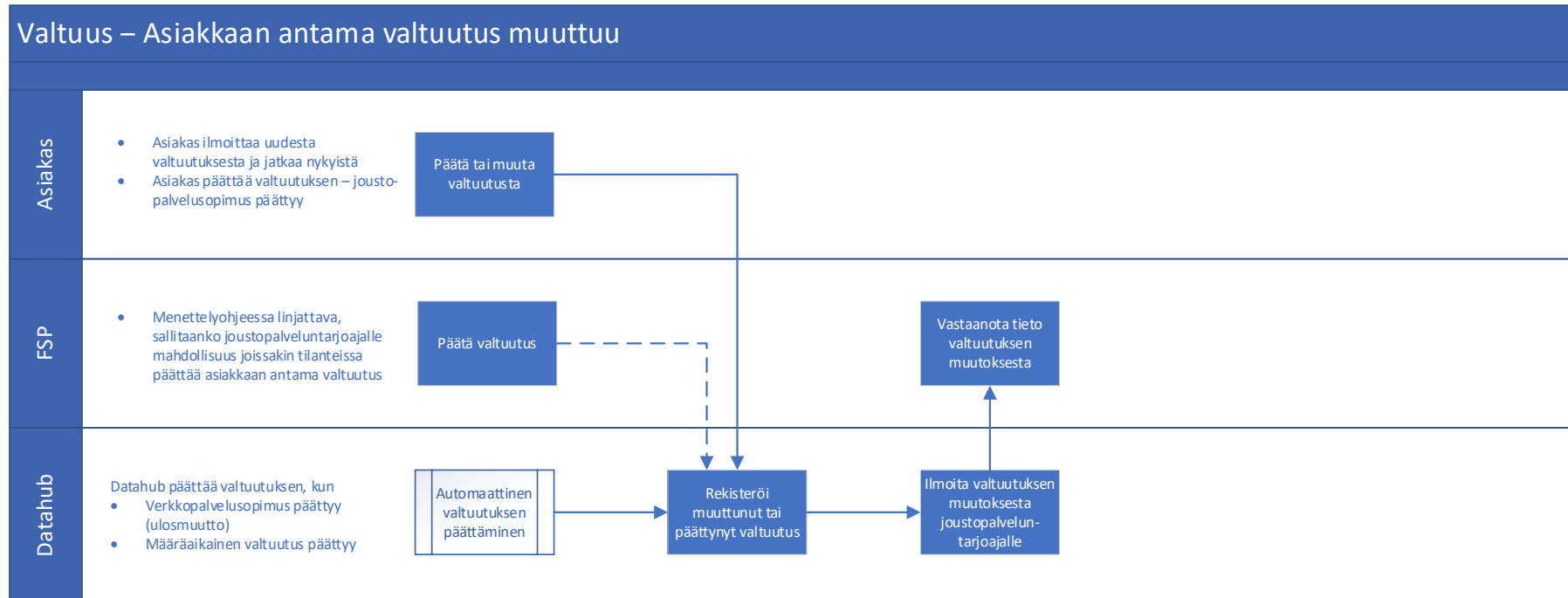
## Liite 3b – Yhteenveto mittauslaitteiden kuormanohjaustoiminnallisuuksista

Ohjaustapa	Aidon Oy	Kamstrup A/S	Landis+Gyr Oy
Puskurointi	<p>Kalenteriohjauksia ei puskuroida (konfigurointi, jatkuvasti voimassa laitteella).</p> <p>Dynaamiset kuormanohjaukset spot-käytössä kootaan samaan ohjuskomentoon ja viedään suoraan mittalaitteen muistiin (Dynaaminen kalenteri).</p> <p>Välitön ohjaus toimitetaan välittömästi laitteelle. Ei tarvetta järjestelmätason puskuroinnille tai jonokäsittelylle, vaan se tapahtuu mittauslaitteella.</p> <p>Peruspuskurointi joustohubissa tarvitaan aina väliaikaisten häiriötilanteiden hallitsemiseksi.</p>	<p>Ohjaussanomiamia ei voi puskuroida mittauslaitteelle eli ohjaukset ohjelmoidaan heti mittauslaitteelle.</p> <p>Mittauslaitteella ei ole jonokäsittelyä.</p> <p>Mahdollinen puskurointi toteutettavissa luentajärjestelmässä.</p>	<p>Ohjaussanomiamia ei voi puskuroida mittauslaitteelle eli ohjaukset ohjelmoidaan heti mittauslaitteelle.</p> <p>Mittauslaitteella ei ole jonokäsittelyä.</p> <p>Mahdollinen puskurointi toteutettavissa luentajärjestelmässä (tai mieluummin joustohubissa).</p>
Sanomien peruminen, muuttaminen tai resetointi	Ei ole mahdollista. Tapahtuu uudella kuormanohjaussanomalla.	Ei ole mahdollista. Tapahtuu uudella kuormanohjaussanomalla.	Ei ole mahdollista. Erikoispäivämenettelyä ei ole mahdollista muuttaa kuluvalle päivälle, vaan muutokset tehdään välittömällä ohjauksilla, viimeinen komento pätee -periaatteella.
Kuittaukset	<p>Kuittaus ohjauksen onnistumisesta/epäonnistumisesta.</p> <p>Kuittaus tulee aina mittauslaitteelta.</p> <p>Laitteen tekemästä releohjauksesta ei tehdä reaaliaikaisia ohjauskohtaisia kuittauksia, mutta ne tallennetaan laitteen sisäiseen lokiin.</p>	Kuittaus ohjauksen onnistumisesta/epäonnistumisesta.	<p>Mittarilta kuittaus välittömän ohjauksen lähetyksen onnistumisesta / epäonnistumisesta.</p> <p>Kuittaus mittarilta taustakalenterin / erikoispäivämenettelyn lähettämisen onnistumisesta/epäonnistumisesta.</p> <p>Kuittaus järjestelmän rajapintaan vastaanotetun pyynnön vastaanottamisesta/suorittamisesta.</p> <p>Ohjaukset lokitetaan.</p>

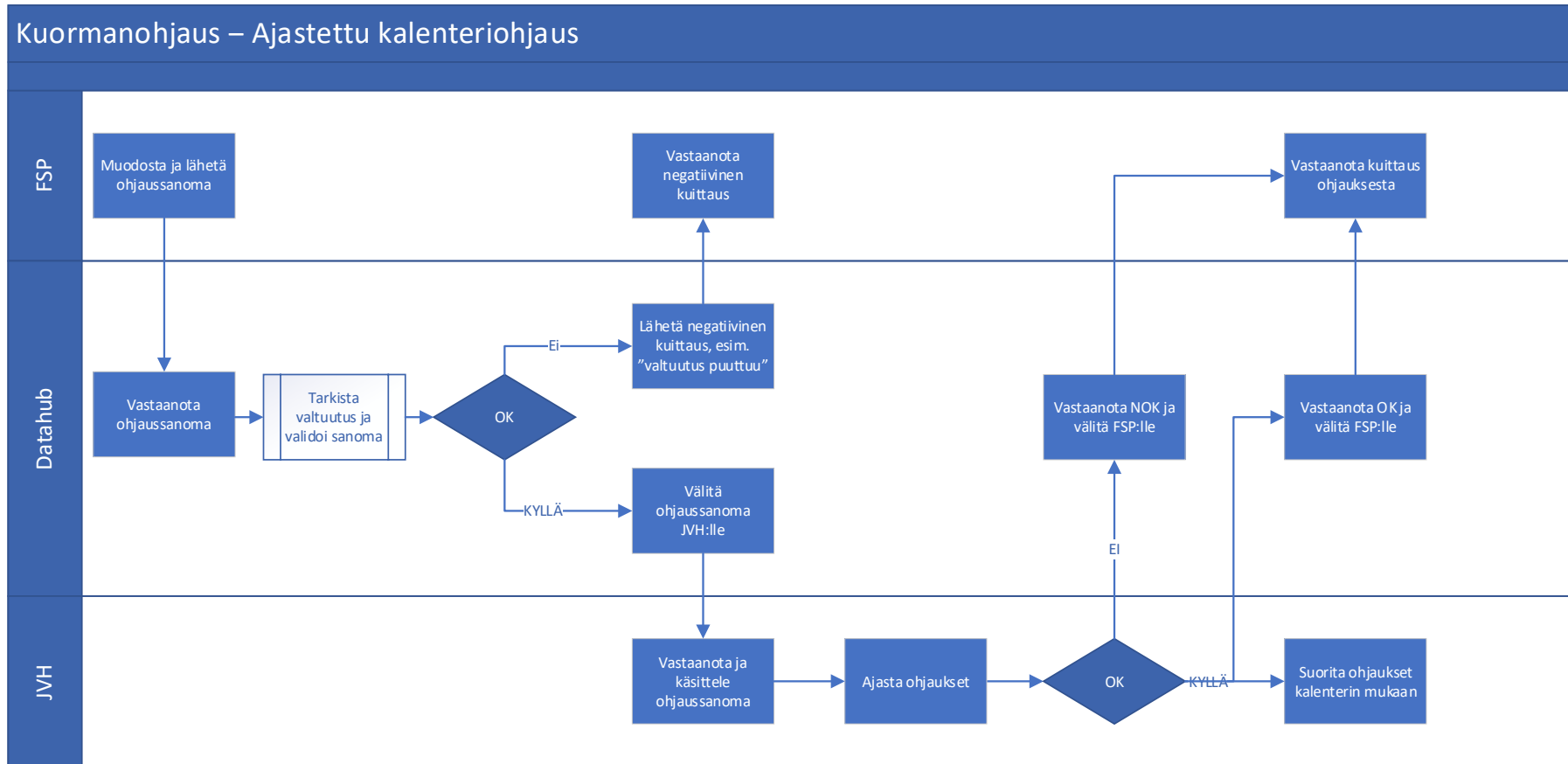
## Liite 4 – Prosessikuvaus – Valtuutus



## Liite 5 – Prosessikuvaus – Valtuutus muuttuu tai päättyy



## Liite 6 – Prosessikuvaus – Ajastettu kalenteriohjaus



## Liite 7 – Prosessikuvaus – Välitön ohjaus

