

Julkinen

7.4.2022

Enerim Oy

Joustohanke loppuraportti 07.04.2022

Julkinen

7.4.2022

Sisällysluettelo

1.	Tiivistelmä.....	4
2.	Tausta ja tavoitteet.....	5
3.	Kansainväliset referenssit	6
3.1.	NODES.....	6
3.1.1.	Markkinarakenne	6
3.1.2.	Markkinat ja tuotteet kauppapaikalla	7
3.1.3.	Markkinoiden tiedonvaihto-, mittaus- ja koordinaatiomekanismit.....	7
3.2.	PICLO.....	8
3.2.1.	Markkinarakenne	8
3.2.2.	Tuotteet kauppapaikalla.....	9
3.2.3.	Tiedonvaihto-, mittaus- ja koordinaatiomekanismit.....	9
3.2.4.	Piclo Flex tulevaisuudessa.....	10
3.3.	GOPACS	10
3.3.1.	Markkinarakenne	10
3.3.2.	Tuotemäärittelyt.....	11
3.3.3.	Markkinoiden tiedonvaihto-, selvitys- ja koordinaatiomekanismit.....	11
3.4.	Pientuotannon hallinta	12
3.5.	Yhteenveto	13
4.	Joustotuotemäärittelyt.....	17
4.1.	Tuotemäärittely joustotuotteet 1 ja 3	17
4.2.	Tuotemäärittelyt 2	22
4.3.	Joustoressurssien kehittyminen ja kyky tuottaa joustopalvelutuotteita	24
4.3.1.	Joustotuote 1 soveltuvat resurssit	28
4.3.2.	Joustotuote 2 soveltuvat resurssit	29
4.3.3.	Joustotuote 3 soveltuvat resurssit	29
5.	Mittaus ja todentaminen lyhyellä aikavälillä	30
5.1.	Mittausratkaisut.....	30
5.2.	Erillismittaus.....	30
5.3.	Todentaminen (Baseline).....	31
5.3.1.	Baseline kotitalouksien ja kiinteistöjen kuormille	32
5.3.2.	Baseline pientuotannon tehonrajoitukselle	34
5.3.3.	Zero Baseline (akut ja varavoima).....	35
5.4.	Taseselvitys ja joustokaupat	35
5.5.	Jouston koordinointi.....	38

Julkinen

7.4.2022

5.6.	Tiedonvaihto	40
5.6.1.	Rakenne	40
5.6.2.	Tietosisällöt.....	41
5.6.2.1.	Kapasiteettitarjouspyyntö	41
5.6.2.2.	Kapasiteettitarjous.....	42
5.6.2.3.	Kapasiteettisopimus (tarjouksen hyväksyntä)	42
5.6.2.4.	Joustotarjouspyyntö	43
5.6.2.5.	Joustotarjous.....	43
5.6.2.6.	Joustosopimus (tarjouksen hyväksyntä, aktivointi)	43
5.6.2.7.	Jousto tasevastaavittain	44
5.6.2.8.	Jouston toteumaraportti kapasiteettisopimus.....	44
5.6.2.9.	Jouston toteumaraportti joustosopimus	44
5.6.3.	Tiedonvaihtoon liittyviä huomioita, lyhyen aikavälin ratkaisu	45
5.7.	Toimijoiden roolit.....	45
6.	Joustopalveluiden käyttöönotto alkuvaiheen toiminnallisuudella	47
6.1.	Alkuvaiheen arviot, sopimukset ja regulaatio.....	48
6.1.1.	Jakeluverkon kehittämissuunnitelma.....	48
6.1.2.	Joustopalvelutuotteet	49
6.1.3.	Joustopalveluntarjoajat	49
6.1.4.	Regulaation huomioiminen.....	50
6.1.5.	Sopimukset.....	52
6.1.6.	Jouston kehitysfoorumi	52
6.2.	Käyttöönoton valmistelu alkuvaiheessa.....	53
6.2.1.	Investointi- ja järjestelmätarpeet vuoteen 2024	53
6.3.	Joustojen käyttö alkuvaiheen toiminnallisuudella	56
6.4.	Haasteet ja ratkaisuehdotukset, jotka liittyvät käyttöönottomalliin.....	57
7.	Jatkotoimet 2024 jälkeen	59
8.	Yhteenveto ja jatkoselvitystarpeet.....	63

Julkinen

7.4.2022

1. Tiivistelmä

Tämän selvityshankkeen tarkoituksena on ollut selvittää toimeksiannon puitteissa, minkälaisia joustojen mittaukseen, todentamiseen, selvitykseen ja koordinaatioon liittyviä ratkaisumalleja vaaditaan, jotta joustopalveluiden ensivaiheen käyttöönotto on mahdollista. Tarkemmin ratkaisumalleja tarkastellaan kolmen ennalta kuvatun joustopalvelutuotteen toteutettavuuden näkökulmasta.

Projekti on toteutettu neljässä eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin katsaus tunnettuihin ratkaisumalleihin kansainvälisten referenssien näkökulmasta. Toisessa vaiheessa tehtiin joustopalvelutuotteiden tuotemäärittelyt kolmelle ennalta kuvatulle joustotuotteelle. Kolmannessa vaiheessa selvitettiin tarvittavia mittaus-, todentamis-, ja koordinaatoratkaisuita määritellyille joustotuotteille. Neljännessä vaiheessa esitettiin toimintamalli sekä arvio järjestelmä- ja investointitarpeista koskien joustopalvelutuotteiden käyttöönottoa, sekä kuvattiin jatkotoimenpiteitä ja joustojen käytön mahdollisia tulevaisuuden näkymiä.

Kansainvälisiksi referensseiksi valikoituivat NODES, Piclo Flex ja GOPACS joustomarkkina-alustat. Lisäksi pientuotannon hallintaan liittyen selvitettiin, kuinka Saksassa tehdään pientuotannon hallintaa lainsäädännöllä ohjaten. Kansainvälisissä referensseissä selvitettiin, millaiset markkinamallit ovat käytössä kullakin markkina-alustalla. Lisäksi selvitettiin mittaukseen, tiedonvaihtoon ja koordinaation liittyviä ratkaisuita ja mekanismeja. Kansainvälisissä referensseissä esiintyy paljon eroja etenkin markkinamekanismien ja joustotuotteiden osalta. Suurimpina eroina voidaan tunnistaa tuoterakenteiden eroavaisuudet sekä joustojen hankintaan liittyvät aikataulut, jotka voivat vaihdella kausia etukäteen tapahtuvasta kaupankäynnistä päivänsisäiseen kaupankäyntiin.

Kansalliset joustopalvelutuotteet on määritelty 1. jakeluverkkojen kulutuspiikkien hallintaan, 2. pientuotannon hallintaan, sekä 3. sähköverkon verkkokomponenttien suunniteltujen keskeytysten aikaista siirtojenhallintaa varten. Verkkoyhtiöiden ja hanketyöryhmän näkemyksien perusteella näistä ensimmäiselle ja kolmannelle on luotu yksi yhteinen tuotemäärittely. Joustotuotteiden määrittelyn lähtökohtana on ollut niiden markkinaehtoisien hankinnan mahdollistaminen, joustotarpeen hyvä ennakointi sekä helppo tasekäsittely. Tämän johdosta joustotuotteet on määritelty hankittavaksi päivää edeltävän kaupankäynnin periaatteella ilman suoraa tasekytkentää. Jatkossa tarpeiden kehittyessä voidaan edetä lähempänä toimitusajankohtaa tehtävään kauppaan.

Mittaus- ja todentamisratkaisuita selvittäessä on pyritty pitämään vaatimukset mahdollisimman kevyinä kuitenkin mahdollistaen joustojen toimituksen todentamisen, jonka perusteella joustojen toimituksesta maksetaan korvauksia. Mittauksen on ajateltu tapahtuvan olemassa olevilla käyttöpaikkojen mittareilla. Joustojen todentamiseen käytetään näiltä mittareilta saatavaa dataa, jolloin joustojen todentaminen ja selvittäminen tapahtuu jälkikäteen. Todentamista varten on myös tunnistettu tarve määritellä baseline joustoresurssille. Baseline kuvaa resurssin käyttäytymistä tilanteessa, jossa joustoa ei tapahtuisikaan. Tätä varten on tunnistettu ja esitelty mahdollisesti soveltuvia baselinemenetelmiä alkuvaiheen joustoresurssille hyödyntäen muissa joustoon liittyvissä tutkimushankkeissa esitetyjä menetelmiä. Verkkojen välisen koordinaation tarpeen on tunnistettu olevan alkuvaiheessa hyvin vähäinen ja keskittyvän lähinnä verkkojen väliseen yhteistyöhön joustojen käyttöön liittyvän toiminnan edistämässä.

Selvityshankkeessa on suunniteltu malli joustojen käyttöönotolle, joka kattaa toimet sekä järjestelmä- ja investointitarpeet, jotka tulee ottaa huomioon alkuvaiheen joustotuotteita käyttöönotettaessa. Lisäksi mahdollista tulevaisuudenkuvaa on pyritty arvioimaan, tunnistaan, mihin kokonaisuudessaan koko jakeluverkkojen sekä kantaverkon jouston käyttö mahdollisesti kehittyy. Tähän kokonaisuuteen sisältyy mm. uusia rakenteita kuten joustorekisteri ja TSO/DSO-koordinaatioalusta, joita on käsitelty esimerkiksi INTERFACE-tutkimushankkeessa.

Julkinen

7.4.2022

2. Tausta ja tavoitteet

Tämä selvitystyö on tehty tilaustyönä Energiateollisuus Ry:lle Enerim Oy:n toimesta 10/2021–03/2022 välisenä aikana.

Selvityshankkeen työryhmään on kuulunut: Sirpa Repo (Projektipäällikkö 10/2021–12/2021), Jan Segerstam (Projektipäällikkö 12/2021–03/2022), Markus Korpinen, Tommi Tähtinen, Pekka Pietilä, Matti Kolehmainen ja Mikko Gröhn.

Selvityshankkeelle on asetettu ohjausryhmä, joka kokoontui 6 kertaa.

Selvityshankkeen tavoitteet

Hankkeen tavoitteena on tarkentaa etukäteen kuvattujen kolmen joustotuotteen kuvauksia ja luoda kuvauksien pohjata joustotuotteiden tuotemäärittelyt. Keskeisenä tavoitteena on määrittää näille joustotuotteille mittaukseen, todentamiseen, joustojen selvitykseen ja koordinaatioon soveltuvat ratkaisumallit, jotka mahdollistaisivat näiden joustopalvelutuotteiden ensivaiheen käyttöönoton vuosien 2023–2024 aikana. Lisäksi hankkeen tavoitteena on selvittää joustojen käytön vaikutusta taseselvitykseen sekä joustojen huomioimista taseselvityksessä.

Selvityshankkeen rajaus ja toteutus

Selvityshanke on rajattu käsittelemään etukäteen kuvattujen markkinaehtoisten jakelu- ja sähköverkon joustopalvelutuotteiden käyttöönottoon vaadittavia ratkaisuja, jotka liittyvät joustojen mittaukseen, todentamiseen, selvitykseen ja koordinaatioon. Hankkeessa tarkasteltavat tuotteet ovat rajattu sellaisiin joustotuotteisiin, joita hankitaan päivää edeltävän kaupankäynnin periaatteella.

Selvityshanke on toteutettu neljässä erillisessä vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa on tehty katsaus kansainvälisiin referensseihin jakelu- ja sähköverkon joustojen hankintaan eri markkina-alueilla. Toisessa vaiheessa on tehty tuotemäärittelyt ennalta kuvatulle joustotuotteille, joiden pohjalta kolmannessa vaiheessa on selvitetty tarvittavia mittauksen ja todentamisen ratkaisuita näille tuotteille. Neljännessä vaiheessa esitetään vaiheessa kaksi määritetyille joustotuotteille käyttöönoton toimintamalli, sekä tarkastellaan mahdollista tulevaisuuden kehityssuuntaa joustojen hyödyntämiseen liittyen.

Selvityshankkeen toisen vaiheen joustotuotemäärittelyissä kerättiin näkemyksiä haastatteluiden avulla, joissa mukana olivat seuraavat verkkoyhtiöt: Vaasan Sähköverkko, Järvi-Suomen Energia, Fingrid, Caruna, Savon Voima ja Helen Sähköverkko. Selvityshankkeen kolmannessa vaiheessa järjestettiin mittauksen ja todentamisen työpajoja kaksi kappaletta, joista ensimmäinen pidettiin 30.11.2021 ja jatkotyöpaja 21.01.2022.

Julkinen

7.4.2022

3. Kansainväliset referenssit

Tässä luvussa tehdään katsaus kolmeen eri joustomarkkina-alustaan. Markkina-alustoiksi valikoituvat NODES, Piclo Flex ja GOPACS. Lisäksi tässä luvussa tehdään katsaus Saksan pientuotannon hallintaan liittyvään ratkaisuun.

3.1. NODES

NODES on itsenäinen kauppapaikka joustopalveluja ostavien verkkoyhtiöiden ja joustopalveluja myyvien osapuolien välissä. Se on kehitetty yhteishankkeena Nord Poolin sekä norjalaisen energia-yhtiö Agder Energin kanssa (Nodes 2021a). NODES pyrkii tarjoamaan mahdollisuuden sähkönjakelu- ja kantaverkkoyhtiöille joustopalveluiden hankintaa varten. Nämä joustopalvelut antavat vaihtoehtoja verkon kuormitustilanteiden ja kapasiteetin hallintaan sekä voimajärjestelmän tasapainon ylläpitämiseen. Samalla NODES:n tavoitteena on luoda arvoa ja näkyvyyttä paikallisille joustoon kykeneville resursseille (Hacket, S et al. 2021). NODES on useassa eri eurooppalaisessa joustoon liittyvässä projektissa mukana. Näitä projekteja ovat esimerkiksi NorFlex, Sthlmflex ja IntraFlex (Nodes 2021b).

3.1.1. Markkinarakenne

NODES:n kauppapaikka asettuu sähkömarkkinoiden keskiöön mahdollistamalla energioresurssien tehokkaan käytön paikallisella tasolla. NODES:n kautta joustopalveluja myyville toimijoilla on mahdollista tarjota tuotteitaan niin jakelu- kuin kantaverkkoyhtiöiden paikallisiin tarpeisiin. Lisäksi NODES:n joustomarkkinoille osallistuminen ei poissulje samanaikaista osallistumista esimerkiksi kantaverkkoyhtiön ylläpitämille säätösähkö- ja reservimarkkinoille (Sarti. 2020)

Verkkoyhtiöt, jotka hyödyntävät NODES:n kauppapaikka jouston hankintaan, voivat ilmoittaa joustotarpeensa ja jättää kauppapaikalle ostotarjouksia. Joustotarpeista jätetään yleensä yksityiskohtaiset tiedot riippuen verkkoyhtiöstä ja sen paikallisista tarpeista. Joustopalveluntarjoajat, joilla on soveltuvia resursseja sijainniltaan paikoissa, joissa joustoa tarvitaan, voivat tarjota näitä resursseja verkkoyhtiön tarpeisiin. Tämä mahdollistaa verkkoyhtiöille tehokkaan ja läpinäkyvän tavan hankkia paikallisia joustopalveluita markkinaehtoisesti.

NODES on kehittyvä markkina-alusta ja tulevaisuudessa on mahdollista myös, että NODES:n ominaisuuksiin kuuluu linkittyminen päivänsisäiseen tukkumarkkinaan. Tämä mahdollistaa joustoresurssin tasevastaavalle aiheutuvan tasepoikkeaman korjauksen ja kompensoinnin, kun joustoresurssi aktivoidaan NODES:n kauppapaikalla lähempänä toimitushetkeä. Esimerkiksi verkkoyhtiö ostaa NODES:n kauppapaikalta 1 MW/h kulutuksen pudotusta ja joustopalveluntarjoaja myy tämän 1 MW/h kulutuksen pudotuksen. Tästä aiheutuu joustopalveluntarjoajan tasevastaavan taseeseen 1 MWh tasepoikkeama, sillä tasekorjausta ja kompensatiota ei joustokaupasta tehdä. Intraflex projektissa on pilotoitu tämän tasepoikkeaman korjausta ja kompensatiota siten, että NODES tekee tasevastaavan puolesta joustokaupan kokoisen kaupan intraday-markkinalla (Western power distribution. 2021). Eli jos joustopalvelun tarjoaja myy 1 MW/h kulutuksen pudotusta NODES:n kautta verkkoyhtiölle, myy NODES tasevastaavan puolesta intraday-markkinalle myös tämän 1 MWh energian. Tällöin tasepoikkeamaa ei aiheudu joustoresurssin jostaessa ja kuluttaessa 1MW/h vähemmän kuin oli alun perin tarkoitus ja lisäksi tasevastaava saa intraday-markkinalla tehdystä kaupasta rahan kompensointina. Lisäksi tähän mennessä ainakin kahdessa pilottiprojektissa on kokeiluvaiheessa käyttämättömien joustotarjouksien tarjoaminen kantaverkon mFRR-säätösähkö markkina-paikalle.

Julkinen

7.4.2022

3.1.2. Markkinat ja tuotteet kauppapaikalla

NODES:lla on käytössään kaksi erilaista markkinaa joustotuotteille, joilla tuotteet voidaan tarkemmin määritellä joustopalveluita hankkivan verkkoyhtiön tarpeisiin. Toinen markkinoista on LongFlex, joka on tarkoitettu joustokapasiteetin varmistamiseen pidemmälle aikavälille, kuten esimerkiksi talvikaudelle, joka voi olla tammikuusta maaliskuun loppuun. LongFlex-tuotteessa joustopalveluntarjoaja sitoutuu siihen, että joustotarjouksia jätetään ennalta sovituille ajankohdille, mikä tuo varmuutta verkkoyhtiölle siitä, että riittävästi joustokapasiteettia on tarjolla silloin kun sitä tarvitaan. Tällöin joustopalveluntarjoajalle maksetaan joustoresurssin kapasiteetin ylläpidosta ja joustoresurssin aktivoinnista erikseen (Nodes 2021c). Joustohankkeessa tunnistettu joustotuote 1, jolla pyritään leikkaamaan kulutuksen tehopiikkejä investointien välttämiseksi, voitaisiin esimerkiksi hankkia käyttäen LongFlexin kaltaista markkinaa. LongFlex-markkina soveltuisi nimenomaan jouston saatavuuden varmistamiseen.

LongFlexin lisäksi NODES:lla on käytössä ShortFlex-markkina (Nodes 2021d). ShortFlex on markkina, jossa käydään kauppaa lähellä toimitushetkeä. Verkkoyhtiö voi esimerkiksi ilmoittaa tarvitsemansa joustopalveluita tulevalle viikolle, jolloin joustopalveluntarjoajat voivat jättää ShortFlex markkinalle tarjouksiaan. Jätetyt tarjoukset asetetaan hintajärjestykseen ja verkkoyhtiö valitsee näistä tarjouksista tarvitsemansa määrän joustoa parhaaseen mahdolliseen hintaan. ShortFlex tuotteessa maksetaan toimitettuun energiaan perustuva korvaus jouston tarjoajalle, jos tarjous hyväksytään ja aktivoidaan. ShortFlex-markkinapaikan tarjoukset koostuvat vapaasti jätettävistä tarjouksista, sekä tarjouksista, jotka ovat seurausta LongFlex-markkinapaikalla solmituista kapasiteettisopimuksista.

3.1.3. Markkinoiden tiedonvaihto-, mittaus- ja koordinaatiomekanismit

NODES ei ole kaupallisesti käytössä vielä, mutta sen käytännön toimintaa on pilotoitu esimerkiksi Sthlmflex-projektissa (Svenska Kraftnät 2021a), joka on ollut käynnissä talven 2020/2021 ja jatkuu talvena 2021/2022. Sthlmflex-projektissa tulevana talvena on joustotuotteena 60 minuutin ylössäättötuote. Tuote vaatii siis joko kulutuksen laskua tai tuotannon lisäystä verkkojen alueella, jotka sitä hankkivat. Tuotteen minimi tarjouskoko on 0,1 MW ja myös tarjousportaan kooksi on määritelty 0,1 MW. (Svenska Kraftnät 2021a)

Projektista käy ilmi erilaisia ratkaisuja tiedonvaihtoon ja mittausratkaisuihin liittyen. Tässä projektissa joustotarjoukset on voitu jättää joko NODES:n kauppapaikalla manuaalisesti tai vaihtoehtoisesti tiedot tarjouksista on voitu välittää API-rajapinnan kautta NODES:n ja markkinaosapuolien välillä (Svenska Kraftnät 2021a). Mittausdatan kerääminen joustoresursseista tapahtuu verkkoyhtiöiden toimesta hyödyntäen olemassa olevaa mittaria, joiden tietoihin heillä on mahdollisuus päästä. Jos joustoresurssi ei suoraan sijaitse verkkoyhtiön omistamassa verkossa ja verkkoyhtiöllä ei ole suoraa pääsyä mittausdataan, voidaan käyttää ns. joustohubia (FlexHub), joka on alusta, johon kerätään keskitetysti mittausdataa joustoresursseista. Tässä vaihtoehdossa mittausdatan tiedonvaihtoon käytetään Sthlmflex projektissa API-rajapintaa FlexHubin ja joustopalveluntarjoajan välillä (Svenska Kraftnät 2021b). Mittausdatan tarkkuudeksi riittää tuntiarvot joustoresurssikohteesta.

Tarjouksien hyväksymisestä tiedotetaan joustopalveluntarjoajaa joko NODES:n kauppapaikan kautta tekstiviestillä, sähköpostilla tai lähettämällä aktivointisignaali API-rajapintaa hyödyntäen (Svenska Kraftnät 2021c). Kun tarjous on hyväksytty, on joustopalveluntarjoaja velvoitettu toimittamaan jousto tarjouksen mukaisena ajankohtana. Jotta voidaan todentaa joustojen toimitukset, käytetään hyväksi ns. vertailutasoa (baseline). Vertailutaso määrittää mikä olisi resurssin todellinen kulutus tai tuotanto, jos jouston toimitusta ei tapahtuisi. Tässä projektissa vertailutaso määritetään käyttäen viimeisen viiden arkipäivän tuntikohtaista keskiarvoa jokaiselle tunnille. On myös mahdollista, että joustopalveluntarjoaja voi määrittää vertailutason parhaaksi katsomallaan tavalla, jos tämä

Julkinen

7.4.2022

menetelmä sopii myös toiselle markkinaosapuolelle eli verkkoyhtiölle. Tällöin tulee joustopalvelun tarjoajan itse huolehtia siitä, että tiedot vertailutasosta jokaiselle tunnille on ladattu NODES:n järjestelmään (Svenska Kraftnät 2021b). Toteutuneiden kauppojen selvityksen sekä laskutuksen hoitaa NODES. Joustoista aiheutuneisiin tasepoikkeamiin ei tässä projektissa ole korjaus- ja kompensatiomekanismeja tasevastaavalle joustoista aiheutuneista tasepoikkeamista (Färegård & Militec. 2021).

Koordinaatiomekanismit eivät ole NODES:n markkinapaikalle vielä kovin kehittyneitä. Kuitenkin tulevaisuudessa on mahdollista, että esimerkiksi joustotarjouksia suodatetaan kauppapaikalla siten, että jos joustotarjouksen aktivointi aiheuttaa ongelmia jonkun toisen verkon alueella, suodatetaan se pois näkyviltä kauppapaikalta (Schittekatte & Meeus. 2020). Tämänkaltaista ratkaisua ei kuitenkaan ole pilotoitu sen paremmin missään projektissa, sillä alkuvaiheen pilottiprojekteissa koordinaation tarve pysyy yleensä hyvin matalana.

3.2. PICLO

Piclo Flex (Piclo 2021a) on digitaalinen markkina-alusta, joka on tarkoitettu jakeluverkkoyhtiöiden joustopalveluiden hankintaa varten. Piclo Flex julkaistiin vuonna 2018 Iso-Britannian hallituksen tukeman innovaatiohankkeen yhteydessä, jonka kokeiluvaiheessa oli mukana kaikki Iso-Britannian kuusi jakeluverkkoyhtiötä. Tällä hetkellä Piclo Flex on kaupallisesti käytössä Iso-Britanniassa ja neljä eri jakeluverkkoyhtiötä hankkivat joustopalveluita sen kautta. Piclo Flexillä on myös aikomuksia mahdollisesti laajentaa toimintaansa muuallekin kuin Iso-Britanniaan. (Hacket S et al. 2021)

3.2.1. Markkinarakenne

Piclo Flexin toimii ainoastaan hankinta-alustana joustopalveluille, ja sitä käyttävät jakeluverkkoyhtiöt ja joustopalveluidentarjoajat. Jakeluverkkoyhtiöt toimivat joustopalveluiden ostajina. Joustopalveluita myyvät osapuolet voivat olla erilaiset aggregaattorit, kuluttajat, energiayhteisöt ja tuottajat. Piclo Flex toimii ainoastaan itsenäisenä markkina-alustana näiden osapuolien välillä, mahdollistaen läpinäkyvän tavan jakeluverkkoyhtiölle joustopalveluiden markkinaehtoiseen hankintaan. Jokaisella osapuolella, joka täyttää vaaditut ehdot on oikeus tarjota markkinapaikalla resurssiaan jakeluverkkoyhtiön tarpeisiin ja jälkikäteen kaikkien tarjouksien tiedot julkaistaan Piclo Flexin verkkosivuilla. (Hacket S et al. 2021) (Piclo 2021a)

Käytännössä Piclo Flexin kauppapaikalla järjestetään ns. huutokauppoja joustopalveluista. Piclo Flex tarjoaa karttapohjaisen näkymän, jossa on korostettu alueet, joilla jakeluverkkoyhtiöt pyrkivät hankkimaan joustopalveluita. Joustopalvelutarjoajat pystyvät rekisteröimään resurssinsa sijaintitietoineen Piclo Flexin järjestelmään ja ne tulevat joustopalveluntarjoajan näkyville karttapohjalla, kun joustopalveluntarjoaja ja sen hallinnoima joustoresurssi on läpäissyt ns. esivalintaprosessin. Esivalintaprosessissa jakeluverkkoyhtiö varmistaa resurssin teknisen soveltuvuuden joustoa varten. (Hacket S et al. 2021)

Piclo Flexissä jokainen huutokauppa joustopalveluista järjestetään ainoastaan yhden jakeluverkkoyhtiön toimesta, eikä näin ollen samaa joustopalvelutarjousta pysty hyödyntämään useampi jakeluverkkoyhtiö. Huutokaupoissa hyväksytyt tarjoukset johtavat joustosopimukseen, jotka voivat kestää useammankin vuoden ajan. Tämä mahdollistaa jakeluverkkoyhtiöille esimerkiksi verkkoon liittyvien investointien lykkäämisen. (Hacket S et al. 2021)

Julkinen

7.4.2022

3.2.2. Tuotteet kauppapaikalla

Piclo Flexin kautta järjestettävissä tarjouskilpailuissa joustotuotteille määritetään sijaintitieto ja jännitetaso, mihin joustoresurssin tulee olla liitettynä. Tämän lisäksi määritetään ns. palveluaikaikkuna ja sopimuksen pituus, jolloin tuotetta tarvitaan. Palveluaikaikkuna kuvastaa säännöllisiä ajanjaksoja, jolloin joustoa tarvitaan ja sopimuksen pituus määrittää sen, mistä mihin palveluaikaikkunat ovat aktiivisia. Lopuksi tuotteelle määritetään vielä minimi ja maksimi aika, mitä vaaditaan jouston yhtäjaksoiseen toteutukseen. (Schittekatte & Meeus 2020)

Loput vaatimukset joustotuotteelle määritellään erikseen verkkoyhtiön toimesta hyvissä ajoin ennen kuin tarjouskilpailu alkaa. Tuotteet, joita verkkoyhtiöt hankkivat Piclo Flexin kautta ovat tarkoitettu erilaisiin verkon tarpeisiin. Esimerkiksi UK Power Networks (UKPN) hankkii joustopalveluita Piclo Flexin kautta verkon investointien lykkäystä varten, verkon huoltojen aikaisten keskeytysten hallintaan, sekä yllättäviä verkon vikatilanteita varten (UKPN 2021a). UKPN on määrittänyt joustotuotteiden minimitarjouskooksi 100 kW ja jouston minimikestoksi vähintään 0,5 h. Joustoresurssilta vaaditaan kykyä aktivoitua minuuteissa ja resursseja saa aggregoida soveltuvan alueen sisältä (UKPN 2021b). Tuotteet eroavat toisistaan käyttötarkoituksen lisäksi myös siinä, kuinka joustopalvelusta palkitaan. Riippuen tuotteen käyttötarkoituksesta, hinta määritetään resurssin saatavuudelle tiettyinä ajankohtina sekä resurssin aktivoinnille. Pelkkä hinta resurssin aktivoinnille riittää siinä vaiheessa, kun ei vaadita joustoresurssin olevan saatavilla tiettyinä ajankohtina.

3.2.3. Tiedonvaihto-, mittaus- ja koordinaatiomekanismit

Piclo Flexin kauppapaikkaa käytetään ainoastaan kaupankäynnin alustana ja sen kautta on nähtävissä meneillään olevat tarjouskilpailut. Verkkoyhtiö syöttää tiedot tarjouskilpailuista kauppapaikalle, jossa nämä tulevat näkyviin. Kauppapaikan kautta syötetään myös tarvittavat tiedot, mitä joustopalveluntarjoajan joustotarjouksiin tarvitaan. Muu tiedonvaihto liittyen esimerkiksi joustojen aktivointiin on verkkoyhtiöiden vastuulla, eikä hoideta Piclo Flexin kautta. Tiedot tulevista joustopalveluiden hankinnoista julkaistaan verkkoyhtiön sivuilla tai vaihtoehtoisesti useamman verkkoyhtiön toimesta keskitetyssä joustohubissa/portaalissa. Joustojen toimituksen aikaisesta tiedonvaihdosta esimerkiksi UKPN vaatii verkkoyhtiön ja palveluntarjoajan välisen tiedonvaihdon tapahtuvan tekstiviestillä, puhelimitse, sähköpostilla tai API rajapintaa hyödyntäen (UKPN 2021c).

Piclo Flexin kauppapaikalle osallistuvilta joustoresursseilta vaaditaan mittausdataa minuutin tarkkuudella, mikä on UKPN:n asettama vaatimus heidän hankkimilleen joustotuotteille (UKPN 2021c). Selvää syytä minuutin tarkkuudella olevalle mittausdatan vaatimukselle ei kuitenkaan löytenyt. UKPN:n tapauksessa mittausdata tulee toimittaa verkkoyhtiölle vasta kuukauden päätteeksi tai mahdollisesti silloin kun verkkoyhtiö tätä pyytää. Tämän lisäksi UKPN on määrittellyt, että mittauksen tulee sijaita verkon ja kohteen välissä, jossa joustoresurssi sijaitsee. Vaihtoehtoisesti mittaus voi olla suoraan joustoresurssista. (UKPN 2021c)

UKPN hoitaa todennuksen jälkikäteen vertaamalla mittausdataa ja joustoresurssille ennalta määritettyä vertailutasoa, joka kuvaisi joustoresurssin kulutusta tai tuotantoa tilanteessa, jossa joustoa ei tapahdu. Vertailutaso kullekin puolen tunnin mittaiselle ajanjaksolle lasketaan keskiarvona aikaisemmasta mittausdatasta. Tämä mittausdata on peräisin UKPN:n määrittämiltä referenssipäiviltä, jotka kuvaavat parhaiten hetkeä, johon joustoa ollaan hankkimassa.

Kun tulos jouston toteutuksesta on selvillä, maksaa verkkoyhtiö palkkion joustosopimuksessa ennalta määritettyjen ehtojen mukaan joustopalveluntarjoajalle. Mahdolliset vähennykset palkkioihin tapahtuvat verkkoyhtiön määrittämien ehtojen mukaan, jos joustoa ei ole toimitettu kokonaisuudessaan sopimuksen mukaan. (UKPN 2021c)

Julkinen

7.4.2022

TSO-DSO koordinaatiota ei tapahdu Piclo Flexin kautta ainakaan toistaiseksi. Iso-Britanniassa jakeluverkkoyhtiöiden on kuitenkin informoitava TSO:ta joustojen aktivoinnista, mutta tietoa siitä, kuinka tämä informaatio liikkuu DSO:n ja TSO:n välille ei ole saatavilla. (OneNet Project 2021)

3.2.4. Piclo Flex tulevaisuudessa

Piclon haastattelun perusteella Piclo Flexiin tullaan lisäämään tulevaisuudessa uusia ominaisuuksia. Piclo Flexin tavoitteena on tarjota palvelu, joka sisältää joustomarkkinapaikan lisäksi palvelut joustojen aktivointeihin, todennukseen ja selvitykseen liittyen, jolloin koko joustonhankinta prosessi muuttuu yksinkertaisemmaksi Piclo Flexiä hyödyntävien verkkoyhtiöiden kannalta. Lisäksi haastattelusta selvisi, että esimerkiksi vuoden sisällä joustotarjouksien jättämiseen ja joustojen hankintaan liittyvät prosessit tullaan automatisoimaan joustopalveluntarjoajille ja verkkoyhtiöille hyödyntämällä API-rajapintaa.

3.3. GOPACS

GOPACS on Hollannin verkkoyhtiöiden (TSO TenneT sekä DSO:t Stedin, Liander, Enexis Groep ja Westland Infra) muodostama alusta, joka mahdollistaa verkon pullonkaulojen välttämisen. GOPACS ottaa toteutumattomia tarjouksia olemassa olevilta kauppapaikoilta ja antaa verkoille mahdollisuuden yhdistää niitä verkon tilan parantamiseksi. Tällä hetkellä käytössä on vain Hollannissa toimiva päivänsisäinen (intra-day) kauppapaikka ETPA. (Gopacs. 2021a)

3.3.1. Markkinarakenne

GOPACS ei ole varsinaisesti itse kauppapaikka, vaan se antaa verkoille mahdollisuuden vaikuttaa olemassa olevien kauppapaikkojen kauppojen toteutumiseen. Tällä hetkellä GOPACS toimii ETPA:n päällä yhdistäen verkkojen pyynnöstä tarjouksia ja pyyntöjä, jotka eivät muuten kohtaisi niiden hintaeron takia. Sekä kantaverkko että jakeluverkot yhdessä toimivat markkina-alustalla muodostaen tarpeitaan kuvaavia pyyntöjä yhdistää tarjouksia eri pullonkaula-alueilta (ETPA 2021). Varsinaiset markkinatoimijat toimivat markkina-alustalla, jonne he kirjaavat halunsa osallistua myös GOPACS:n pullonkaulahallintaan. Jotta GOPACS:n avulla pystytään aktivoimaan joustoresurssi alueella, jossa joustolle on tarve, vaaditaan myös, että kauppapaikalta löytyy vastakkaissuuntainen tarjous joltain muulta määritellyltä alueelta. Vastakkaissuuntaisen tarjouksen toteuttamisella varmistetaan, että systeemitasolla tasepoikkeamaa ei pääse syntymään. Lisäksi joustoa tarjoavan tasevastaavan tai avoimen toimittajan taseeseen ei synny tasepoikkeamaa, sillä ETPA:n markkinapaikalla toteutettu kauppa merkitään normaalina intraday kauppana taseeseen. Jos tarjous on hyväksytty vain osittain, jäljelle jäänyt osa jää alkuperäiselle kauppapaikalle tarjolle.

Jotta esimerkiksi itsenäisenä aggregaattorina toimiva joustopalveluntarjoaja, voi osallistua ETPA:n markkinapaikalla kaupankäyntiin, tulee sillä olla hyväksyntä kaupankäyntiin tasevastaavalta, jonka taseen alla käydään kauppaa. Jos aggregoidaan joustoresursseja ja tarjotaan niitä kauppapaikalla, ei automaattista kompensatio mekanismia ole olemassa. Tällöin mahdollisista kompensatioista kaupankäyntiin liittyen sovitaan erikseen joustopalveluntarjoajan ja tasevastaavan välillä. (ETPA 2016)

Julkinen

7.4.2022

3.3.2. Tuotemäärittelyt

Jouston liittyen tuotteena kauppapaikalla on tällä hetkellä ainoastaan IDCONS (intra-day congestion spreads), jossa määritellään maksimihintaero, joka ollaan valmis kompensoimaan, jotta kauppa toteutuisi. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että verkkoyhtiö hankkii esimerkiksi kulutuksen pudotusta tai tuotannon lisäystä tietyltä alueelta eli tältä alueelta halutaan myyntitarjouksia. Jotta tarjous voidaan toteuttaa, tarvitaan myös toiselta alueelta kulutuksen lisäystä tai tuotannon pudotusta yhtä paljon eli samansuuruinen ostotarjous. Todennäköisesti näiden kahden tarjouksen hinnat eivät kohtaa, jolloin verkkoyhtiö maksaa tämän hintaerotuksen, jotta osto- ja myyntitarjous toteutuvat. (Gopacs 2021b)

Osto- ja myyntitarjous

Varsinaisella kauppapaikalla osto- ja myyntitarjouksilla täytyy olla tuotteessa määriteltynä sijaintitiedot mittarin tunnusteen tarkkuudella (EAN-koodi) (Sibelga 2021). Eri mittareiden alta voi tarjota yhdistetyn tarjouksen pyytämällä asianomaiselta jakeluverkolta uuden EAN-koodin, joka kattaa kyseiset mittarit (Gopacs 2021b). Lisäksi tarjouksilla täytyy olla sama toimitusaika (aloitus ja pituus) sekä hyväksyntä, että kyseinen tarjous voidaan toimittaa IDCONS-kauppana. Määrältään tarjouksien täytyy olla joko samankokoiset tai tuotteen täytyy mahdollistaa osittainen hyväksyntä. Kun ostaja ei tarjoa tarpeeksi, että kauppa hyväksyttäisiin sellaisenaan, on tarjouksien välille muodostunut hintaero (price spread). ETPA:n intra-day kauppoja voi käydä 15 minuutin aikaväleille minimissään 0,1 MW kokoisena (ETPA 2017).

Verkkojen tarjous

Verkot määrittelevät tarjouksensa joukkona sijainteja, joissa ne haluaisivat joko lisätä tai vähentää kulutusta/tuotantoa. Tämä joukko sisältää tarjouksien pyynnön alueelta, jossa on odotettavissa rajoitteita verkkoon liittyen sekä vastakkaisten tarjousten pyynnön muilta alueilta, joissa ei ole rajoituksia odotettavissa. Lisäksi verkot määrittelevät hintaeron, jonka olisivat valmiita maksamaan.

3.3.3. Markkinoiden tiedonvaihto-, selvitys- ja koordinaatiomekanismit

Tarjoukset voidaan määritellä joko markkinapaikalla (nyt vain ETPA) tai GOPACSin omalla Congestion management platformilla (Gopacs 2021b). Tiedot välitetään API-rajapintojen kautta markkinapaikkojen välillä. Tarvittaviin tietoihin kuuluu kaupan tiedot (määrä, aika), osapuolten nimet, puhelinnumerot, sekä sähköpostiosoite ja jos kauppa käydään GOPACSin omalla kauppapaikalla, verkolle annettava lupa käydä kauppaa osapuolen puolesta varsinaisella markkinapaikalla.

Jos tarjoukset hyväksytään IDCONS-kauppoina, on markkinatoimijoilla toimitusvelvollisuus, jonka mukaan myyjän (ostajan) on tuotettava verkkoon (kulutettava) sovittu määrä energiaa, sovittuna ajankohtana suhteessa aiemmin sovittuun tuotanto-/kulutusaikatauluun (T-prognosis), joka on tarvittaessa toimitettava erikseen. Tätä suunnitelmaa ei saa enää IDCONS kaupan aktivoitua muuttaa, paitsi ns. kaupan suuntaisesti (ostettaessa, saa lisätä oston / kulutuksen määrää ja myydessä, saa lisätä tuotantoa). Jos toimitus ei tapahdu, TSO voi laskuttaa voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti (Overheid NL 2021). Kauppojen selvitys muuten tapahtuu ETPA:n markkinapaikan kautta, jossa rahaliikenne tapahtuu siellä kauppaa käyvien osapuolien välillä.

Jotta voi käydä IDCONS-kauppaa, on käytävä prekvalifointiprosessi. Prosessiin kuuluu markkinaosapuolelta sopimuksen teko markkinapaikan kanssa (IDCONS participation agreement), verkon on hyväksyttävä määritely EAN-koodi, jossa käydään kauppaa ja markkinaosapuolen on huolehdittava mittaustapaikan omistajan hyväksyntä. Prosessiin ei kuulu fyysisiä toimitustestejä.

Julkinen

7.4.2022

Sekä TSO että DSO:t toimivat GOPACS:issa yhdessä varmistaakseen, että toteuttavat kaupat eivät aiheuta ongelmia muualla. Käytännössä GOPACS:n avulla tarkistetaan, että muiden verkkojen alueella ei ole tarjouksen toteuttamiseen liittyviä rajoitteita päällä ennen kuin IDCONS kauppa toteutetaan. Markkinaosapuoli varsinaisella markkinapaikalla on itse vastuussa, ettei tupla-aktivoiteja tapahdu, jos käy kauppaa sekä portfoliotasolla että IDCONS-kauppoja mittaritasolla.

3.4. Pientuotannon hallinta

Pientuotannon hallintaa ei tällä hetkellä tapahdu ainakaan laajassa mittakaavassa joustomarkkina- paikkoja hyödyntäen. Esimerkiksi NODESia, Piclo Flexiä tai GOPACS:ia ei käytetä tämänkaltaisen joustotuotteen hankintaa varten. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että toteutettavuus voisi olla hyvinkin hankalaa, jolloin helpompi ratkaisu tähän on sopimuksien ja säännösten kautta tapahtuva pientuotannon hallinta.

Pientuotannon hallintaa joudutaan esimerkiksi tekemään Saksassa. Tätä varten Saksassa on säädetty uusiutuvaa energiaa koskevassa laissa pykälä, joka antaa työkaluja verkkoyhtiöille tilanteissa, joissa verkon käyttövarmuus voisi vaarantua liiallisen pientuotannon seurauksena. (Gesetze im Internet 2021)

Saksan uusiutuvan energian laki vaatii esimerkiksi, että kaikissa alle 25 kW tehoisissa aurinkopaneelijärjestelmissä on oltava asennettuna ohjain, joka pystyy ottamaan vastaan ohjaussignaaleita verkkoyhtiöiltä tehonrajoitukseen liittyen. Vaihtoehtoisesti aurinkopaneelijärjestelmän tehon syöttö voidaan rajoittaa kiinteästi 70 % tasoon sen nimellistehosta, jolloin aurinkoisina päivinä keskipäivään sijoittuvat piikit leikkaantuvat automaattisesti. Yli 25 kW tehoisilta aurinkopaneelijärjestelmiltä taas vaaditaan aina ohjausmahdollisuutta. (Energie-experten 2021)

Jos pientuottajan verkkoon syöttämää tehoa joudutaan rajoittamaan, on pientuottaja oikeutettu korvaukseen tästä. Korvauksen määrä perustuu siihen, kuinka määritellään verkkoon syöttämättä jääneen energian määrä. Pientuottajalla on kaksi vaihtoehtoa, kuinka tämä voidaan määritellä.

1. Perustuu tehonrajoitusta edeltävän varttitunnin mittaisen ajanjakson tuotantomäärään
2. Perustuu säästä saadun datan perusteella mallinnettuun tuotantomäärään

Ensimmäinen vaihtoehto vaatii erillismittausta, sillä aurinkopaneelin tuotantoa tulee pystyä mittaamaan suoraan, mikä ei onnistu verkkonhaltijan käyttöpaikkakohtaisella mittarilla. Toisessa vaihtoehdossa tarvitaan tieto toteutuneesta aurinkoisuudesta. Aurinkoisuuden toteamiseen voidaan käyttää joko tuotantopaikalla olevaa mittausta tai vaihtoehtoisesti sään mittaukseen erikoistuneen palveluntarjoajan eri mittauksiin perustuvaan säädataan (paikallinen ilmatieteen laitos tai vastaava). Korvaus perustuu siis arvioon siitä, kuinka paljon energiaa olisi jäänyt syöttämättä verkkoon. Tarkkaa hintaa energialle ei ole määriteltynä, mutta se perustuu hintaan, jonka pientuottaja saisi verkkoon syötetystä energiasta. (Avacon-netz 2021)

Julkinen

7.4.2022

3.5. Yhteenveto

Erilaisten joustotuotteiden- ja palveluiden hankintaa on pilotoitu ympäri Eurooppaa ja osa eurooppalaisista jakeluverkkoyhtiöistä ja kantaverkkoyhtiöistä käyttävätkin jo joustopalveluita hyväksi osana heidän verkkosuunnitteluun ja päivittäistä verkon käyttöään. Joustohankkeen ensimmäisessä vaiheessa tehtiin katsaus kolmen erilaisen markkina-alustan kautta siihen, kuinka ja miten jakelu-, ja kantaverkkoyhtiöt pystyvät hyödyntämään paikallisesti hajautettuja joustoresursseja erilaisten joustotuotteiden muodossa. Markkina-alustoiksi valikoituivat NODES, Piclo Flex ja GOPACS.

Nämä kolme markkina-alustaa eroavat toisistaan rakenteeltaan sekä toiminnallisuuksiltaan monella eri tapaa. Piclo Flexin kautta jakeluverkkoyhtiöt voivat järjestää huutokauppoja, joiden seurauksena syntyy 1–4 vuoden mittaisia joustosopimuksia joustopalveluntarjoajien ja verkkoyhtiön välillä. GOPACS mahdollistaa lähellä toimitushetkeä tapahtuvan kaupankäynnin joustoresurssien sijaintitietoa hyödyntäen ilman, että systeemitason tasepoikkeamaa pääsee syntymään jouston aktivoinnista. NODES mahdollistaa sekä kaupankäynnin saatavuudesta pidemmälle aikavälille että lähellä toimitushetkeä tapahtuvan kaupankäynnin. Sekä NODES:n että Piclo Flexin kauppapaikoilla esiintyvät tuotteet ovat hyvin samankaltaisiin käyttötarkoituksiin soveltuvia kuin tässä joustohankkeessa kuvattut joustotuotteet jakeluverkon tehopiikkien hallintaan ja suunniteltujen keskeytyksien aikaiseen siirtojen hallintaan. GOPACS:in kautta hankittavat joustot soveltuvat hyvin lyhyemmän aikavälin tarpeisiin, eikä sitä kautta ole mahdollista solmia pidemmän aikavälin kapasiteettisopimuksia joustosta.

Tiedonvaihtoratkaisut eroavat toisistaan eri kauppapaikoilla ja markkinoilla. Yleisesti kaikilla kauppapaikoilla on mahdollista syöttää tarjouksia manuaalisesti järjestelmään. Lisäksi API-rajapinnat ovat joko käytössä tai suunnitteilla tarjouksien jättämisen helpottamiseksi. Joustojen aktivointia varten on käytetty vaihtoehtoina esimerkiksi tekstiviestejä, puhelinta, sähköpostia tai API-rajapintaa. Jos jouston aktivoinnin tiedetään tapahtuvan pidemmän ajan kuten tuntien päästä, riittääkin tiedonvaihtoon aktivoinnista esimerkiksi tekstiviesti tai puhelinsoitto joustopalveluntarjoajalle. Jos jousto tulee aktivoitua lyhyen ajan sisällä, vaaditaan tähän aktivointisignaalin toimittaminen suoraan joustoresurssille saakka, jolloin toimitus alkaa automaattisesti esimerkiksi verkkokomponentin yllättävässä vikaantumistilanteessa.

Mittausratkaisut ja mittausdatan keräys on olennainen osa joustojen todentamis- ja selvitysprosessia. Reaaliaikaista mittausdataa joustokohteista ei ole yleisesti eri joustomarkkinapaikoilla toimivien osapuolien puolesta vaadittu. Tarve reaaliaikaiselle mittausdatalle liittyy tarpeeseen, jossa halutaan tietää reaaliajassa ovatko aktivoidut joustokohteet oikeasti aloittaneet jouston toimituksen. Ensivaiheen joustomarkkinoilla reaaliaikaisen mittauksen vaatiminen ei ole välttämätöntä, sillä matalat tekniset vaatimukset vähentävät joustopalveluntarjoajan kynnystä osallistua joustomarkkinalle reaaliaikamittauksen ollessa suhteellisen raskas vaatimus.

NODES:n ja Piclo Flexin markkinapaikoilla joustopalveluntuottajilta on vaadittu mittausdatan toimitaminen vain jälkikäteen. UKPN:n (Piclo Flex) tapauksessa mittausdatan tarkkuus on minuutin tarkkuudella, kun esimerkiksi taas Sthlmflex (NODES) projektissa on vaadittu mittausdataa vain tunnin tarkkuudella. Riittävä mittausdatan tarkkuus riippuu siitä, mikä on asetettu minimi ajaksi jouston toimitukselle. Lisäksi ajankohta, jolloin jouston toimitus aloitetaan vaikuttaa todentamisen tarkkuuteen. Sthlmflexin tapauksessa jouston todennus voidaan toteuttaa tarkasti vain, jos joustojen toimitukset alkavat tasatunteina ja kestävät vähintään tunnin verran mittaustarkkuuden ollessa tuntitasolla. Kaikilla markkinoilla mittausdata kerätään olemassa olevilta mittareilta ja mittareiden omistus riippuu sen maan käytännöistä missä markkinat toimivat.

Todentamiseen käytetään kaikilla markkinapaikoilla hyväksi mittausdataa ja jotain vertailutasoa mihin mittausdataa verrataan. NODES:in tapauksessa todentaminen tapahtuu markkinapaikan kautta,

Julkinen

7.4.2022

kun taas Piclon Flexin ja GOPACS:in tapauksessa todentaminen tehdään verkkoyhtiöiden toimesta. Vertailutason määrittämisessä käytetään Piclo Flexin ja NODES:in tapauksessa ennalta määriteltyä menetelmää (baseline methodology), jonka perusperiaatteena on aikaisemman mittausdatan perusteella laskea joustohetkeä kuvaava tuotannon tai kulutuksen taso, jos joustoa ei tapahtuisi. GOPACS:in tapauksessa käytetään hyödyksi joustokohteen kulutus tai tuotantoaikataulua, jota ei voida muuttaa enää vastakkaiseen suuntaan, jos kauppa syntyy ETPA:n markkinapaikalla.

NODES:in palveluun kuuluu myös joustojen selvitys ja laskutus markkinaosapuolille. Myös GOPACS:in tapauksessa kauppojen selvitys tapahtuu luonnollisesti ETPA:n markkinapaikalla samalla tavalla kuin normaalissakin päivänsisäisessä kaupankäynnissä. Piclo Flexin tapauksessa verkkoyhtiö hoitaa selvitystyön joustojen aktivointien ja todentamisen perusteella.

Joustojen aktivoinnista voi aiheutua tasepoikkeamaa ja taloudellista tappiota joustoresurssin tasevastaavalle. Tasevirhe voi syntyä sekä tasevastaavan/avoimen toimittajan itse käydessä kauppaa tai vaihtoehtoisesti itsenäisen aggregaattorin toiminnasta johtuen. NODES:in tapauksessa on mahdollista käyttää automaattista korjaus- ja kompensatiomekanismia joustokaupoille, jota on Intraflex-pilotissa pilotoitu. Jouston aktivoinnista johtuva tasepoikkeama korjataan NODES:in tekemällä intraday-kaupalla tasevastaavan puolesta ja tasevastaava saa tästä intraday-kaupasta saadun rahan kompensaatina. Tämä tapa toimii luonnollisesti vain tilanteissa, joissa joustona hankitaan kulutuksen pudotusta, jolloin käyttämättä jäänyt energia on mahdollista myydä intraday-markkinalle. Piclo Flexin tapauksessa joustosta aiheutunutta tasepoikkeamaa ei korjata tai kompensoida tasevastaavalle. GOPACS:in tapauksessa tasepoikkeamaa ei pääse syntymään jouston aktivoinnista, jos jouston myyjä on itse tasevastaava tai avoin toimittaja joustoresurssille, sillä tällöin ETPA:n kauppapaikalla tehty kauppa merkataan tasevastaavan taseeseen. Itsenäisen aggregaattorin käydessä kauppaa tasevirhe voi kuitenkin syntyä ja tästä ei ole GOPACS:in tapauksessa olemassa korjaus- ja kompensatiomekanismia. Mahdollisista kompensatioista on voitu kuitenkin sopia tasevastaavan ja joustopalveluntarjoajan välisessä sopimuksessa, sillä tasevastaavan hyväksyntä vaaditaan kaupankäynnille ETPA:n markkinapaikalla. Jos tasevastaavalle joustoista aiheutuviin kustannuksiin halutaan vaikuttaa, tulisi kiinnittää huomiota joustokauppojen kompensointiin, jotka ovat toteutettu Day Ahead-markkinan jälkeen itsenäisen aggregaattorin toimesta.

Joustomarkkinapaikkoihin tehdyn katsauksen perusteella markkinapaikat ovat melko uusia ja niitä on vasta käytetty muutaman vuoden ajan joustopalveluiden hankintaan niin jakelu- kuin kantaverkotasollakin. Markkinapaikat tulevatkin kehittymään tulevaisuudessa ja niihin tullaan hyvin todennäköisesti lisäämään uusia ominaisuuksia käytön ja pilotointiprojektien aikaisten kokemusten perusteella. Kansallisella tasolla Suomessa olemassa olevan markkinapaikan hyödyntäminen voisi olla yksi vaihtoehto, jolloin ei tarvitsisi aikaa vievää projektia markkinapaikan kehitykseen. Esimerkiksi NODES:n ja Piclo Flexin tapaiset markkinapaikat antavat mahdollisuuden käydä kauppaa joustosta päiviä tai kuukausia ennen jouston toimitusta. GOPACS soveltuu taas lähempänä toimitushetkeä tapahtuvaan päivän sisäiseen kaupankäyntiin. Taulukkoon 1 on koottu olennaiset tiedot joustopalveluiden hankinta-alustoista.

Julkinen

7.4.2022

Markkina-alusta	NODES	Piclo Flex	GOPACS
Markkinamalli	Kaksipuolinen markkina. Useampi verkkoyhtiö voi käyttää samoja joustotarjouksia, jos ovat soveltuvia. TSO:lla mahdollisuus päästä kärsiksi myös paikallisiin joustoresursseihin.	Huutokaupat jouston tarpeen ja sijainnin mukaan. Huutokaupassa vain yksi verkkoyhtiö hankkii joustoa joustosopimuksien muodossa.	ETPA:n intraday-markkinan päällä tapahtuva kaupan käynti: yhdistetään toteutumattomia eri suuntaisia tarjouksia, joista toinen toteuttaa jouston.
Tuotteet markkinalla	LongFlex-markkina, jossa tuotteilla varmistetaan kapasiteetin saatavuus halutulle ajalle. ShortFlex-markkina, jossa käydään kauppaa lähempänä jouston toimitushetkeä.	Käydään kauppaa tuotteista, joista muodostuu joustosopimus myyjän ja ostajan välillä. Huutokaupoilla hankitaan joustopalveluita mm. verkon investointien siirtoa, huoltoja ja ylläpitäviä vikaantumisia varten.	IDCONS tuotteet: verkkoyhtiöt valitsevat toteutumattomia kauppia ja maksavat niiden hintaeron ratkaistakseen pullonkaulaongelmia.
Joustoresurssit	Sthlmflex: Lämpöpumput CHP-voimalaitoksilta ja toimistorakennuksista, sähköautojen latausinfra, kasvihuoneet, laivat ja aggregaattorit.	Akut, sähköautot ja sähköautojen latauspisteet, teollisuuden kulutusjousto, aggregaattorit, CHP-laitokset, jätevoimalat, tuulivoima.	CHP-voimalaitoksia esimerkiksi kasvihuoneiden yhteydessä (Renaud, 2019).
Mittaus	Esim. Sthlmflex projektissa mittaus tarkkuus tuntitasolla ja mittausdata tulee joko verkkoyhtiön tai jouston tarjoajan omasta mittarista.	Mittaus tarkkuus vaadittu minuutin tarkkuudella, mutta mittausdatan toimitus vasta kuukauden lopussa.	Tapahtuu mittauspistetasona.
Todentaminen	NODES hoitaa joustojen todentamisen käyttämällä joustoresurssista saatua mittausdataa sekä ennalta määriteltäviä vertailutasoa (baseline) kohteen kulutukselle tai tuotannolle.	Piclo Flex ei ole mukana todentamisprosessissa vielä. Verkkoyhtiön vastuulla, tapahtuu joustoresurssin mittausdatan ja sille ennalta määritellyn vertailutason (baseline) perusteella	Verkkojen vastuulla tapahtuu mittausdatan ja tuotanto-/kulutussuunnitelman perusteella.
Vertailutaso (Baseline)	Esimerkiksi Sthlmflex-projektissa oletuksena on käytetty viimeisen viiden päivän keskiarvoa jokaisen tunnin kulutukselle tai tuotannolle.	Määritellään ennen tarjouskilpailua joustoresurssille. Käytetty hyväksi referenssipäiviä, jotka kuvaavat ajanhetkeä, jolloin joustolle tarvetta. Referenssipäiviltä laskettu mittausdatasta keskiarvo jokaiselle puolelmentunnin mittaiselle ajanjaksolle.	Kulutus- tai tuotantosuunnitelma.
Tiedonvaihto	Joustotarjouksien jättö joko manuaalisesti tai API-rajapinnan kautta markkinapaikalle. Mittausdatan välitys tarvittaessa API-rajapinnan kautta. Joustojen aktivointi tekstiviestillä, sähköpostilla tai API-rajapinnan kautta.	Tiedot tulevasta huutokaupoista verkkoyhtiön ylläpitämällä sivuilla. Manuaalinen tarjouksien jättö kaupapaikalle, tulevaisuudessa API-rajapinta tätä varten.	GOPACS saa tiedota sopivista tarjouksista ETPA:n kaupapaikalta ja verkkoyhtiöiden tarpeet verkkoyhtiöiltä.

Julkinen

7.4.2022

		Joustojen aktivointiin tiedonvaihtoratkaisuja monia: Puhelimitse, tekstiviestit, sähköpostit ja API-rajapinta.	Mahdollisuus mainostaa verkkoyhtiön tarpeita GOPACS:in kautta.
Koordinointi	Ei vielä kovin kehittynyttä. Tulevaisuudessa mahdollista, että tarjouksia suodatetaan pois näkyviltä, jos ne aiheuttaisivat ongelmia jonkun toisen verkossa.	Ei tällä hetkellä koordinoitua TSO:n ja DSO:n välillä. DSO velvollinen ainoastaan ilmoittamaan TSO:lle aktivoidusta joustosta.	TSO ja DSO varmistavat kauppapaikalla GOPACSin avulla, että toteutuvat kaupat eivät aiheuta ongelmia muualla verkossa.
Tasevastaavan taseen korjaus ja kompensatio	NODESilla mahdollista korjata ja kompensoida joustosta aiheutuva tasepoikkeama tasevastaavalle NODES:n tekemän intraday-kaupan avulla tai joustopalveluntarjoajan toimesta.	Ei korjaus- tai kompensatiomekanismia käytössä tasevastaavalle joustokaupoista.	Joustokaupoista ei aiheudu tasevirhettä systeemitasolla, sillä jokaiselle joustokaupalle tehdään vastakauppa kauppapaikalla. Lisäksi joustosta ei myöskään aiheudu tasepoikkeamaa tasevastaavan tai avoimen toimittajan käytössä kauppaa, sillä kauppa toteutetaan intraday-kauppana ETPA:n markkinapaikalla. Ei yleistä joustokauppojen korjaus ja kompensatiomekanismia käytössä itsenäisen aggregaattorin tapauksessa.

Taulukko 1 NODES, Piclo Flex, GOPACS.

Julkinen

7.4.2022

4. Joustotuotemäärittelyt

Joustohankkeen yhtenä tavoitteena oli tehdä tuotemäärittelyt kolmelle ennalta kuvatulle joustotuotteelle, joiden perusteella koko alkuvaiheen joustojen käytön toteutettavuutta arvioidaan. Ensimmäinen joustotuote on tarkoitettu jakeluverkon tehopiikkien leikkaukseen, jolla voidaan välttää tai viivästyttää verkkoinvestointi. Toinen joustotuote on tarkoitettu jakeluverkon pientuotannon hallintaan, joka erityisesti liittyy aurinkosähkön pientuotantoon. Kolmas joustotuote on tarkoitettu sekä jakeluverkon että kantaverkon käyttöön ja se on rajattu siten, että sillä pyritään vastaamaan verkkokomponenttien suunniteltujen keskeytysten aikaiseen siirtojen hallintaan.

Tuotteiden käyttötarkoituksista rajautuvat pois suunnittelematommat keskeytykset, jotka voivat johtua esimerkiksi verkkokomponentin vikaantumisesta. Tällainen rajausta on tehty sen takia, että joustotuotteiden ennakkokuvauksissa, joustotuotteiden tarpeen on kuvattu olevan hyvin ennustettavissa, mikä mahdollistaa toteutuksen ilman taseselvitykseen tuotavaa energiakauppaa. Lisäksi suunnittelematommat keskeytykset tarvitsevat lähtökohtaisesti tuoterakenteeltaan erilaisen joustotuotteen kuin suunnitellut keskeytykset, johtuen näiden välittömästä ja nopeasta luonteesta. Tällöin on eri tavalla huomioitava jouston energiatasevaikutus verrattuna ajoissa ennustettuun ja kommunikoituun jouston hankintaan. Esimerkiksi verkkokomponentin vikaantuessa käytettävän joustotuotteen tulisi olla rakenteeltaan sellainen, että joustoresurssi aktivoituu automaattisesti vikatilanteessa ja aktivointi on huomioitu kohteen energiataseen muodostavassa energiahankinnassa. Tällöin tuote on luonteeltaan reservituote, joka on valmiudessa joustoon ajankohdilla, jolloin yllättävän vikaantumisen johdosta seuraa välitön jouston tarve. Tarve tällaiselle tuotteelle voidaan tunnistaa tilanteissa, joissa N-1 perusteinen mitoitus ei jostain syystä toteudu.

Alustavat tuotemäärittelyt tuotteille on tehty ennakkokuvauksien pohjalta, jonka jälkeen lisätarkennuksia tuotemäärittelyihin on tehty verkkoyhtiöille tehtyjen haastatteluiden perusteella.

Joustopalvelutuotteiden käyttö jakeluverkoissa on Suomessa uusi asia. Tämän takia joustotuotteiden tuotemäärittelyiden lähtökohtana on luoda hyvin kevyet tekniset vaatimukset omaavat joustotuotteet. Tällä tavoin luodaan edellytykset ensivaiheen joustojen käytölle sekä pilotoinnille, jonka kautta koko joustomarkkinakonseptia pystytään kehittämään saatujen kokemusten perusteella toimivammaksi ja paremmin verkkoyhtiöitä sekä joustopalveluntarjoajia palvelevaksi kokonaisuudeksi. Tärkeänä osana alkuvaiheen tuotemäärittelyitä on huomioida se, että tuoterakenne tulisi olla sellainen, jota pystytään jatkojalostamaan tulevaisuudessa ilman, että täysin uusia joustotuotteita tarvitsee luoda.

Tuotemäärittelyitä luodessa ja verkkoyhtiöiden haastatteluissa on tunnistettu, että ensimmäinen ja kolmas joustotuote ovat hyvin samankaltaiset, jonka takia niille ei ole kannattavaa tehdä tuotemäärittelyä erikseen vain eri käyttötarkoituksen takia. Ensimmäiselle ja kolmannelle joustotuotteelle on tehty yhteinen tuotemäärittely kokoamalla tuotteelle vaadittavat ominaisuudet yhteen ja antamalla osalle näistä attribuuteista tarkempi määrittely. Näiden määrittelyiden on tarkoitus olla sama kaikissa joustonhankinnan tilanteissa. Toinen joustotuote, jonka käyttötarkoitus on pientuotannonhallinta, on pyritty kuvaamaan tarkemmin ja sen toteutustavaksi on tunnistettu kaksi eri vaihtoehtoa, joidenka toteutettavuutta ja toimivuutta on pyritty arvioimaan.

4.1. Tuotemäärittely joustotuotteet 1 ja 3

Etenkin kulutuspiikkien leikkaukseen liittyvässä joustotuotteessa jouston saatavuuden varmistaminen korostuu tärkeäksi tekijäksi, kun tehdään päätöksiä jouston käytöstä verkkoinvestoinnin välttämiseksi tai siirtämiseksi. Joustotuotteen saatavuuden varmistus tunnistettiin myös verkkoyhtiöiden haastatteluissa tärkeäksi joustojen käytön kannalta. Jos jouston saatavuus pystytään varmistamaan

Julkinen

7.4.2022

esimerkiksi viiden vuoden päähän, päätös jouston käyttämisestä investoinnin sijaan on mahdollista tehdä. Tämän takia tuotemäärittelyissä lähtökohtana on ollut määrittää erikseen kapasiteettituote ja energiaperusteinen tuote. Kapasiteettituotetta on tarkoitus hankkia kuukausia tai vuosia ennen joustotarpeen ajankohtaa. Kapasiteettituotteesta syntyy käytännössä sopimus joustopalveluntarjoajan ja verkkoyhtiön välillä. Kapasiteettisopimus velvoittaa joustopalveluntarjoajaa jättämään joustotarjouksia energiaperusteiselle joustomarkkinalle, niille ajankohdille mille joustokapasiteettia on myyty. Verkkoyhtiö voi halutessaan hyväksyä näitä kapasiteettisopimuksen piiriin kuuluvia tarjouksia energiaperusteisella markkinalla, jolloin se saa jouston käyttöönsä. Lisäksi energiaperusteiselle joustomarkkinalle voi osallistua ilman kapasiteettisopimusta. Tällöin energiaperusteiselle markkinalle voidaan saada lisää likviditeettiä ja mahdollistetaan myös uusien resurssien osallistuminen joustomarkkinalle, jos niitä ei ole ollut vielä olemassa kapasiteettituotteen tarjouskilpailun aikana. Kapasiteettituote muistuttaa hyvin paljon Fingridin säätökapasiteettimarkkinan tuotetta sekä esimerkiksi kansainvälisissä referensseissä esitettyä NODESin LongFlex-tuotetta.

Sekä kapasiteetti että energiaperusteiselle joustotuotteelle tulee olla määriteltynä tietyt ominaisuudet, jotta tuotemäärittely muodostaa selvän kuvan joustomarkkinan säännöistä sekä vaatimuksista, jotka joustoresurssin tulee täyttää toteuttaakseen kyseisiä joustotuotteita. Olemassa oleviin säätösähkö- ja reservituotteisiin verrattuna paikalliseen joustoon tarkoitettut tuotteet ovat kooltaan pienempiä ja sijaintitieto näissä on pakollista. Joustotuotteiden minimi tarjouskoko on ajateltu soveltuvan 0,1 MW, sillä jouston tarve voi olla verrattain hyvinkin pieni jakeluverkossa pienjännite tasolla. Verkkoyhtiöiden haastatteluissa tämä tarjouskoko nähtiin myös yleisesti soveltuvaksi. Joustoresurssit, jotka tarjoavat joustoa voivat olla kapasiteetiltaan pieniä alle 0,1 MW kokoisia kohteita, minkä takia aggregoinnin mahdollistaminen nousee myös pakolliseksi, jotta kaikkien joustavien resurssien pääsy joustomarkkinalle on taattu. Joustotuotteella pyritään ratkaisemaan paikallinen ongelma, jonka takia sijaintitieto on kriittinen tarjouskilpailua määrittäessä ja joustoresurssia tarjotessa yksittäin tai aggregoidusti.

Jouston hankinta alkuvaiheessa voidaan toteuttaa päivää ennen tapahtuvalla kaupankäynnillä pois lukien kapasiteettituotteen hankinta. Tällöin suunniteltu joustotuote soveltuu tilanteisiin, jossa jouston tarve pystytään melko hyvin ennustamaan etukäteen, eikä näin ollen joustotuotteella pystytä vastaamaan esimerkiksi yllättävien vikatilanteiden jouston tarpeeseen, joissa jousto tulisi pystyä aktivoimaan nopeasti ja automaattisesti. Tarkemmin päivää ennen tapahtuvan joustonhankinnan lopputuloksen tulisi olla selvillä ennen Elspot-markkinan sulkeutumista klo 13. Tämän takia joustokaupankäynnin on ajateltu päättyvän viimeistään klo 10 edeltävänä päivänä, jolloin toteutuneet joustokaupat voidaan ottaa huomioon tukkumarkkinoilla toimivien osapuolten sähkönhankinnassa.

Kapasiteettituote ja energiaperusteinen tuote on määritelty erikseen ja tuotteiden perusominaisuudet on koottu omiin taulukoihinsa. Lisäksi tuotteiden määrittelyt on jaettu yleiseen määrittelyyn sekä tarjouskilpailukohtaiseen määrittelyyn. Yleiseen määrittelyyn on koottu tuotetta kuvaavat attribuutit, joiden tarkempi määrittely voidaan pitää aina samana tarjouskilpailusta tai joustoa hankkivasta verkkoyhtiöstä riippumatta. Tarjouskilpailukohtaisessa määrittelyssä on koottu tuotetta kuvaavat attribuutit, jotka määrittellään erikseen tarkemmin jokaisessa joustonhankintaan liittyvässä tarjouskilpailussa.

Taulukkoon 2 on koottu yleinen määrittely kapasiteettituotteelle. Tätä määrittelyä voidaan käyttää jokaisessa tarjouskilpailussa hyväksi ja määrittely luo pohjaa säännöille, jotka pätevät kapasiteettituotteen tarjoamiseen liittyen.

Julkinen

7.4.2022

Taulukko 2 Kapasiteettituote yleinen määrittely

Attribuutti	Tarkempi määrittely
Tuotetta kuvaavat ominaisuudet	
Kapasiteetti/Energia	Kapasiteetti
Päto-/loisteho	Pätoeteo
Tuotteeseen liittyvät ajalliset ominaisuudet	
Jouston minimi/maksimi kesto	1 h/-
Palautumisen ehdot	Ei saa aiheuttaa tehopiikkiä saatavuusaikaikkunan sisällä
Tekniset säännöt tarjouksiin liittyen	
Minimi tarjous	0,1MW
Tarjousportaan koko	0,1MW
Tarjouksen toteutustapa	Kokonaan
Aggregointi	Sallittu alueelta, jolta joustoa hankitaan
Tarjoukseen liittyvät aikataulut	
Aikaikkuna tarjouksien hyväksynnälle	Esimerkiksi: Kolme viikkoa tarjouksien jättämisen sulkeuduttua (olisi hyvä olla määriteltynä yhteinen pelisääntö kaikkia tarjouskilpailuita koskien)

Taulukkoon 3 on koottu kapasiteettituotteen tarjouskilpailukohtainen määrittely. Oleellista on, että taulukossa esiintyviä attribuutteja vaaditaan jokaisessa tarjouskilpailussa, mutta ne voivat olla määriteltä eri tavalla tilanteesta riippuen. Taulukkoon 3 on esimerkin omaisesti tehty tarkempi määrittely jokaiselle attribuutille, kuvaten tuotteen määrittelyä tietyille tarjouskilpailulle.

Taulukko 3 Kapasiteettituote tarjouskilpailukohtainen määrittely

Attribuutti	Tarkempi määrittely
Tuotetta kuvaavat ominaisuudet	
Jouston suunta	Kulutuksen/tuotannon lisäys tai vähennys
Sijaintitieto	Vaaditaan, verkkoyhtiö määrittelee sijaintitiedon itse oman joustotarpeensa mukaan

Julkinen

7.4.2022

Tuotteeseen liittyvät ajalliset ominaisuudet	
Sopimuskauden pituus	Esimerkki: Vuosi 2022
Aikaikkuna jouston saatavuudelle	Esimerkki: Tammikuun arkipäivät klo 9–12
Maksimi palautumisaika resurssille	Esimerkki: 21 h, perustuu jouston saatavuus aikaikkunaan
Tekniset säännöt tarjouksiin liittyen	
Minimi ja maksimi hinta	Esimerkki: 0 €/MW – 1000 €/MW Verkkoyhtiön tulisi itse määrittää mitä ovat maksimissaan valmiita maksaan kapasiteetista
Tarjoukseen liittyvät aikataulut	
Aikaikkuna tarjouksen teolle	Esimerkki: 01.10.2021 klo 00 – 31.10.2021 klo 24
Todentamiseen liittyvät säännöt	
Sanktiot sopimuksen rikkomisesta	Vaaditaan, määritellään myöhemmin

Taulukkoon 4 on koottu yleinen määrittely energiaperusteiselle tuotteelle. Tätä määrittelyä voidaan käyttää jokaisessa joustonhankintaan liittyvässä tapauksessa hyväksi sijainnista riippumatta. Yleinen määrittely luo pohjaa säännöille, jotka pätevät energiaperusteisen tuotteen tarjoamiseen liittyen.

Taulukko 4 Energiaperusteinen tuote yleinen määrittely

Attribuutti	Tarkempi määrittely
Tuotetta kuvaavat ominaisuudet	
Kapasiteetti/Energia	Energia
Päto-/Loisteho	Pätoeteo
Tuotteeseen liittyvät ajalliset ominaisuudet	
Jouston minimi/maksimikesto	1 h/-
Palautumisen ehdot	Joustoreurssin palautuminen joustosta ei saa ajoittua jouston tarpeen ajankohdalle, jos se aiheuttaa ongelmia verkolle
Jouston toimitus	Tehonmuutos tulee olla säädettyä toimitushetken alkaessa
Tiedonvaihtoon liittyvä ominaisuudet	
Päätös aktivoitavista tarjouksista	Manuaalinen (Ihminen tekee päätöksen)
Aktivointitapa	Automaattinen tiedonvaihto hyväksytyistä tarjouksista joustopalveluntarjoajan järjestelmään

Julkinen

7.4.2022

Tekniset säännöt tarjouksiin liittyen	
Minimi tarjous	0,1MW
Tarjousportaan koko	0,1MW
Tarjouksen toteutustapa	Kokonaan
Aggregointi	Sallittu tietyiltä alueilta, resurssien tulee olla saman tyyppisiä (kulutus/tuotanto)
Tarjoukseen liittyvät aikataulut	
Aikaikkuna tarjouksen jättämiselle	1 kuukausi – klo 9 toimitusta edeltävänä vuorokautena
Aikaikkuna tarjouksen hyväksynnälle	Toimitusta edeltävän vuorokauden klo 10 mennessä
Todentamiseen liittyvä säännöt	
Vertailutaso	Vaaditaan, määritellään myöhemmin
Mittausvaatimukset	1 h mittaustarkkuus, ei reaaliaikamittausta
Sanktiot jouston toteuttamatta jättämisestä	Vaaditaan, määritellään erikseen

Taulukkoon 5 on koottu tarjouskilpailukohtainen määrittely energiaperusteiselle joustotuotteelle. Taulukkoon kootut attribuutit ovat pakollisia jokaisessa tarjouskilpailussa, mutta niiden tarkempi määrittely voi vaihdella tarjouskilpailukohtaisesti.

Taulukko 5 Energiaperusteinen tuote tarjouskilpailukohtainen määrittely

Attribuutti	Tarkempi määrittely
Tuotetta kuvaavat ominaisuudet	
Jouston suunta	Kulutuksen tai tuotannon lisäys/vähennys
Sijaintitieto	Vaaditaan, määritellään erikseen
Tuotteeseen liittyvät ajalliset ominaisuudet	
Jouston minimi/maksimikesto	1 h/-
Ajanjakso, jolloin joustoa tarvitaan	Ilmoitetaan, esimerkki: 30.1.2022 klo 9–18
Tekniset säännöt tarjouksiin liittyen	
Minimi ja maksimi hinta	Esimerkki: 0 €/MWh – 5000 €/MWh

Julkinen

7.4.2022

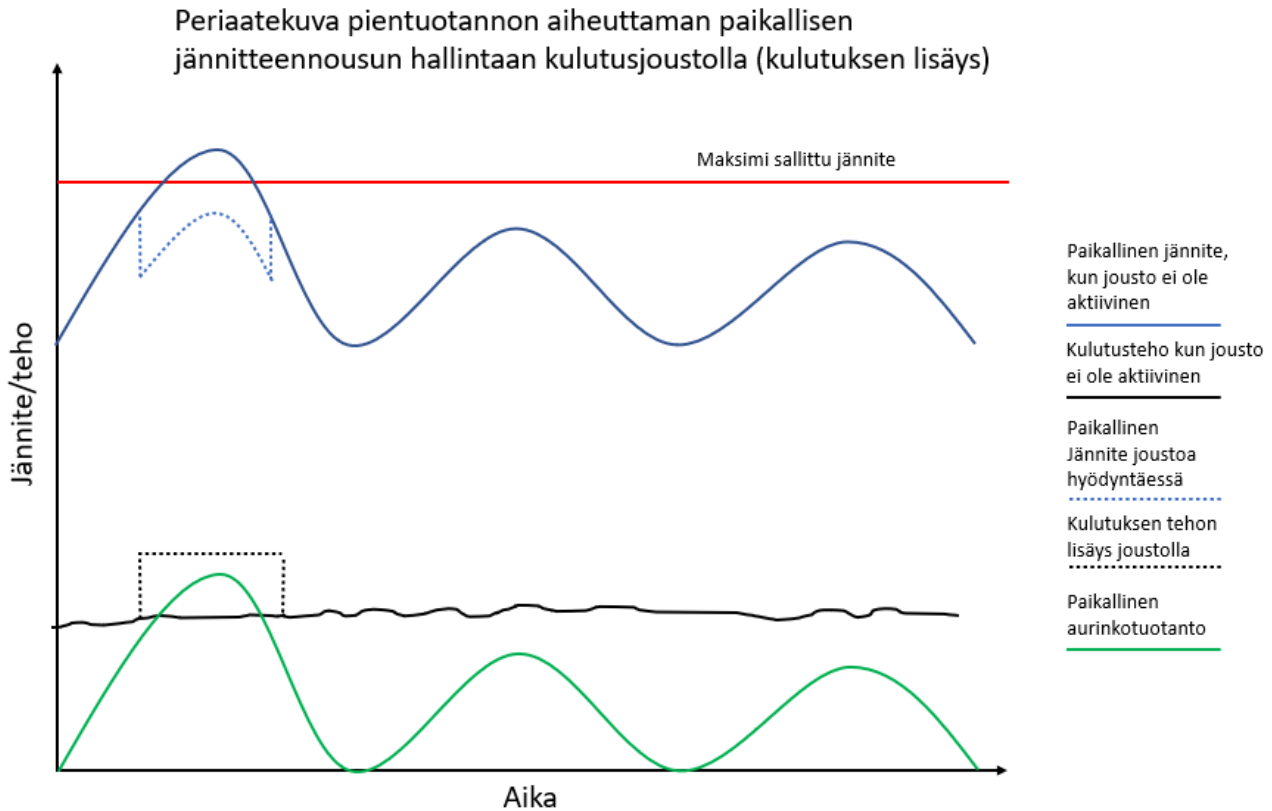
4.2. Tuotemäärittelyt 2

Joustotuote 2 on tunnistettu olevan luonteeltaan ja toteutettavuudeltaan hyvin erilainen kuin joustotuotteet 1 ja 3. Joustotuote 2 on tarkoitettu pientuotannon hallintaan ja etenkin pienimuotoisen aurinkotuotannon hallintaa. Tarve tälle voi esiintyä tilanteissa, joissa liiallinen pientuotanto saattaa ylikuormittaa jakelumuuntajaa tai nostaa jännitettä paikallisesti yli sallittujen rajojen. Todennäköisempi ongelma näistä liittyy jännitteen nousuun, sillä jakelumuuntajat ovat Suomessa mitoitettu yleisesti kestäämään esimerkiksi talviaikaan esiintyvät suuremmatkin kulutuksen piikit. Ongelmaan voidaan nähdä kaksi erilaista mahdollista ratkaisua. Ensimmäisessä vaihtoehdossa kulutusta lisätään paikallisesti alueilla, joissa pientuotannon tuotantohuiput aiheuttavat ongelmia. Toisessa vaihtoehdossa pientuotantolaitteiston kuten aurinkopaneelijärjestelmän tehoelektroniikkaa käytetään jännitteen ja tehon säätöön.

Teoriassa ensimmäinen vaihtoehto soveltuisi ratkaisuksi, jos joustomarkkinalta voitaisiin ostaa kulutuksen lisäystä paikallisesti niiltä ajankohdilta, jolloin pienimuotoisen aurinkotuotannon tehopiikkejä esiintyy. Tällöin jousto tulee saada kuitenkin hyvin rajatulta alueelta kuten yksittäiseltä pj-lähdöltä. Ongelma tässä vaihtoehdossa liittyy siihen, että tällaiselta alueelta voi olla hyvin hankala saada hankittua kulutuksen lisäystä. Käyttöpaikat, joissa on pientuotantoa asennettuna, ovat todennäköisesti maksimoineet jo kulutuksensa tuotannon tehohuippujen ajalle, sillä taloudellisesti optimaalisempaa on käyttää tuotettu sähkö itse kuin syöttää se verkkoon, sähkönsiirtomaksujen minimoimiseksi. Tällöin jousto tulisi saada käyttöpaikoilta, joissa ei ole pientuotantoa asennettuna, mikä rajoittaa potentiaalisten joustoresurssien määrää. Pientuotannon huipputehot ajoittuvat yleensä keskipäivään kesäkuukausina. Tällöin käyttöpaikoilta ei ole saatavissa kulutuksen lisäystä myöskään kiinteistöjen ja asuinrakennusten lämmityksestä. Sähkökäyttöiset lämminvesivaraajat voisivat toimia joustavina resursseina, jolloin käyttöveden lämmitys ajoitettaisiin pienimuotoisen aurinkotuotannon tehopiikkien ajalle. Vaihtoehtoisesti kulutuskohteita voisivat olla erilaiset jäähdytysjärjestelmät, jotka eivät ole päällä esimerkiksi kotitalouden tai kesämökin ollessa tyhjiällä. Kulutuksen lisäykseen liittyvässä pientuotannon hallinnassa joustavien resurssien niukkuus voi mahdollisesti rajoittaa tämän ratkaisun toteutettavuutta. Tämän ratkaisun joustotuotteiden rakenne voisi olla pitkälti samanlainen kuin joustotuotteiden 1 ja 3, mutta minimi tarjouskoko tulisi olla pienempi. Tällöin minimitarjouskoko voisi esimerkiksi olla 1kW – 10 kW kokoluokkaa. Tällaista joustotilannetta on esimerkiksi havainnollistettu kuvassa 1, jossa joustona kulutusta lisätään paikallisesti aurinkotuotannon muuten ylittäessä kulutuksen ja aiheuttaen jännitteen nousun yli sallittujen rajojen.

Julkinen

7.4.2022



Kuva 1 Pientuotannon hallinnan periaatekuva

Vaihtoehtoisesti pientuotannon hallinta voidaan tehdä suoraan aurinkopaneelien tehonsyöttöä säättämällä, kuten aikaisemmin esitettyssä Saksan lainsäädäntöön pohjautuvassa esimerkissä. Tässä ratkaisussa verkkoyhtiölle mahdollistetaan etäohjausmahdollisuus asiakkaidensa aurinkopaneelijärjestelmiin. Ohjausmahdollisuus vaatisi kuitenkin sopimusta verkkoyhtiön ja asiakkaan välillä, jossa määritetään, kuinka korvataan tehonleikkauksesta johtuen verkkoon syöttämättä jäänyt energia. Korvauksen perustuessa verkkoon syöttämättä jääneeseen energiaan, tulisi pystyä määrittämään mikä olisi aurinkopaneelin tai käyttöpaikan nettotuotanto tehonrajoituksen aikana. Avoimena kysymyksenä tässä ratkaisussa on se, kuka on vastuussa teknisten edellytysten luomiselle aurinkopaneelien tehonohjaukseen liittyen. Edellytysten luominen voi tarkoittaa kuitenkin merkittäviä lisäkustannuksia yksittäiselle asiakkaalle, energiakorvausten ollessa suhteellisen pieniä. Jouston tuoman arvon jäädessä pieneksi tai olemattomaksi asiakkaalle, kannusteet osallistua joustoon ovat hyvin vähäiset. Saksan esimerkissä tehonrajoitusmahdollisuudesta on säädetty lainsäädännössä, joten se ei ole suoraan markkinaehtoinen ratkaisu ongelmaan. Jotta Suomessa tämä ratkaisu toimisi markkinaehtoisin menetelmin, tulisi tehonrajoitusmahdollisuuden tarjoaminen olla vapaaehtoista ja pientuottajat osallistuisivat joustoon silloin, kun kokevat sen tuottavan heille riittävästi arvoa. Toisin sanoen joustopalveluntarjoajan tulisi itse määrittellä hinta, jolla on valmis joustoon osallistumaan.

Pientuotannon hallinnan toteutus markkinaehtoisesti voidaan nähdä hyvin haasteellisena, oli sitten kyse ratkaisusta, jossa ongelmaan hankitaan kulutuksen lisäystä tai käytetään pientuotannon tehonrajoitusta tarvittaessa. Joustoon vaadittava teho sekä volyyymi ovat paikallisesti hyvin pieniä, jolloin myös mahdolliset korvaukset joustoista pientuottajalla tai kulutuksen lisäystä tarjoaville joustopalveluntarjoajille eivät ole merkittävän suuria. Tämä vähentää kannustimia osallistua pientuotannon

Julkinen

7.4.2022

hallintaan liittyvään joustoon etenkin, jos joudutaan tekemään pienikokoisiakin investointeja pientuotantojärjestelmään, jotta jousto olisi mahdollista edes tarjota.

Lisäksi on mahdollista, että esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmän invertterin Q(U)-säätömahdollisuuksien hyödyntäminen voi tulla myös vaatimuksesi liitettäessä pientuotantoa verkkoon. Tällainen vaatimus itsessään jo helpottaa ongelmaa ja vähentää jouston tarvetta. Aurinkopaneelin invertterin P(U)-säätötilaa voidaan käyttää varakeinona, jos jännite meinaa nousta liittymäpisteessä yli raja-arvojen. Tällaiset tilanteet voivat kuitenkin olla luonteeltaan hyvin hetkellisiä ja lyhytkestoisia, jolloin tuottamatta jäänyt energiamäärä pysyy pienenä. P(U)-säätötilaa vaadittaessa voidaan kuitenkin sopia korvauksesta koskien tuottamatta jäänyttä energiaa. Tällöin periaate voisi esimerkiksi toimia luvussa 3 esitetyn Saksan pientuotannon hallintaan liittyvän mallin tavalla. Vaihtoehtoisesti Saksan toimintamallissa pätötehon tuotantoa on rajoitettu tiettyyn tasoon, jolloin tuotantopiikkejä ei pääse syntymään. Tällaisesta toimintatavasta voisi myös olla mahdollista maksaa korvaus pientuottajalle, jos pientuotantolaitteiston pätötehon tuotantoa rajoitetaan. Ratkaisun järkevyyttä on kuitenkin syytä tarkastella siitä näkökulmasta, että samaan huippupätötehontuotantoon päästään mitoittamalla aurinkosähköjärjestelmä pienemmäksi. Tämän hankkeen tavoitteena on kuitenkin selvittää markkinaehtoisia ratkaisuita pientuotannon hallintaan ja edellä kuvattujen säätötilojen käyttö sekä Saksan toimintamallit liittyvät lähinnä sääntöön perustuviin ratkaisuihin pientuotannon hallintaa koskien.

4.3. Joustoressurssien kehittyminen ja kyky tuottaa joustopalvelutuotteita

Tässä osiossa käydään läpi potentiaaliset joustoressurssit ja niiden kyky osallistua joustoon. Joustoressursseille voidaan ajatella olevan kolme eri tekijää, jotka määrittävät joustoressurssin kyvykkyyden tuottaa aiemmin määriteltyjä joustotuotteita.

Vaadittavat kyvykkyydet joustoressurssilta ja siihen liittyvältä teknologialta:

- Joustoressurssin ohjauskyky etänä
- Joustoressurssin toiminnan mittaus
- Joustoressurssin kulutuksen tai tuotannon muuttaminen vähintään tunnin mittaiseksi ajanjaksoksi

Pientalojen lämmitysjärjestelmät

Kotitalouksien perinteisissä sähkölämmityskohteissa lämmitysjärjestelmä voi olla suora tai varaava sähkölämmitys. Suorassa sähkölämmityksessä sähkötehon käyttö on jakautunut tasaisesti vuorokauden ympäri ja lämpöä ei varastoida. Varaavassa sähkölämmityksessä lämmitys on ohjattu tapahtumaan esimerkiksi yöaikaan. Jos käytössä on sähkösopimus, jossa hinta ohjautuu joko pörssisähkön hinnan tai kellonajan mukaan (yö/päiväsähkö), tämä voi mahdollistaa sähkön kustannusten pienentämisen. Yöaikaan tuotettu lämpö varastoidaan esimerkiksi soveltuvaan massaan kuten lattialaattaan tai vesisäiliöön, jolloin lämpö voidaan hyödyntää päiväaikaan. Varaavissa sähkölämmityskohteissa kuorman vähentämisen jousto ajoittuisi lähtökohtaisesti yöaikaan ja kuorman lisäämisen jousto päiväaikaan. Maalämmöllä ja lämpöpumpuilla toimivissa lämmitysjärjestelmissä sähkön kulutus on profiililtaan samanlaista kuin suoralla sähkölämmityksellä toimivissa lämmitysjärjestelmissä. Kulutuksen joustopotentiaalia on myös suoralla sähkölämmityksellä toimivista tai lämpöpumpuja hyödyntävistä pientaloista kulutuksen alaspäin esiintyvän joustontarpeen ajoittuessa esimerkiksi aamun tai illan kulutushuippuihin. Varaavat sähkölämmitykset ovat näissä tilanteissa usein jo ohjattu muille ajankohdille, ja piikkien lyhytaikainen luonne mahdollistaa rakennuksen hitaan jäähtymisen hyödyntämisen virtuaalisena akkana. Suuressa kohdemäärässä voidaan lisäksi kierrättää katkoa kohteiden kesken, mikäli käytössä on uudempaa ohjaustekniikkaa. Jousto onnistuu

Julkinen

7.4.2022

kytkemällä tällainen lämmityskuorma kokonaan tai osittain pois päältä, mutta joustopotentialin kesto rajoittuu kuitenkin asumismukavuuteen liittyviin rajoitteisiin, jotka liittyvät sallittuun sisälämpötilanmuutokseen. Tällöin lämmitys on mahdollista kytkeä pois päältä tunnista muutamaan tuntiin ajaksi ilman, että pientalon sisäilman lämpötila huomattavasti laskee. Huomioitavaa on kuitenkin, että kun suoralla sähkölämmityksellä toimiva pientalo lopettaa jouston, on mahdollisuus sille, että hetkellinen tehon kulutus voi kasvaa, kun sisälämpötila palautetaan takaisin normaalille tasolle.

Joustomarkkinoiden näkökulmasta pientalojen lämmitysjärjestelmiä voidaan tarjota joustavana resurssina, jos kuormanohjaus voidaan tehdä etänä esimerkiksi AMR-kuormanohjausrelettä hyödyntäen. Myös mahdollisten kotiautomaatiojärjestelmien hyödyntäminen voi toimia ohjaustapana niiden yleistyessä etenkin uudisrakennuksissa. Kaikissa kotitalouksissa ei kuitenkaan ole AMR-kuormanohjausmahdollisuutta, joten jouston käyttöä suunniteltaessa tulisi myös selvittää, kuinka paljon alueellisesti kotitalouksien lämmityskuormaa on kytkettynä AMR-kuormanohjausrelettä taakse ja missä määrin kotiautomaatiojärjestelmiä on käytössä, jotka mahdollistavat joustoon osallistumisen.

Suurempien kiinteistöjen lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtokuormat

Suurempien kiinteistöjen lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtokuormat voidaan tunnistaa joustavana resurssina. Näiden resurssien käyttöä on jo myös pilotoitu esimerkiksi Fingridin reservimarkkinoilla. Lämmitys- ja ilmanvaihtokuormien hyödyntämisen edellytyksenä on kiinteistöautomaatiojärjestelmä, jonka avulla näitä kuormia voidaan ohjata. Monissa etenkin uusissa kiinteistöissä kiinteistöautomaatiojärjestelmä on käytössä, jolloin tekniset edellytykset joustomarkkinalle osallistumiselle on olemassa. Ilmanvaihtoon liittyvissä kuormissa rajoittavana tekijänä on sisäilmanlaadun muuttuminen, kun ilmanvaihtokuorma kytketään pois päältä.

Osa näistä kuormista ovat tasaisia peruskuormia, mutta osa kuormista vaihtelee ulkolämpötilan mukaan. Talviaikaan lämmitystarpeeseen ja kesäaikaan jäähdytystarpeeseen vaikuttavat ulkolämpötilan vaihtelut. Tietyn lämpötilapisteen jälkeen sähkötehon tarve näillä kuormilla kasvaa mitä enemmän ulkolämpötilat laskevat tai nousevat.

Sähköautojen lataus

Sähköautojen määrä ja sen seurauksena niiden lataustarve kasvavat. Jakeluverkkoyhtiön kannalta ongelmallista on paikallisesti yhtäaikaaisesti tapahtuva sähköautojen lataus, josta voi syntyä kuormitushuippuja. Tällaisia kuormitushuippuja voi syntyä luonnollisesti kotitalouksissa esimerkiksi ilta-päivällä kello 16 jälkeen, kun ihmiset palaavat töistä kotiin ja kytkevät sähköautonsa laturiin. Toimistotyöpaikoilla vastaavia kuormitushuippuja voi esiintyä aamun aikana, kun ihmiset saapuvat töihin. Vaihtoehtoisesti lomakohteissa kuormitushuippuja voi esiintyä lomakausina, kun lomakohteen alueella sähköautojen lataustapahtumat moninkertaistuvat verrattuna lomakauden ulkopuoliseen ajan-kohtaan.

Jotta sähköautojen latausta voidaan ajatella joustavana resurssina, edellytyksenä on älykkäät sähköauton latauspisteet. Älylatauksen avulla voidaan sähköauton latausta ajoittaa tai suuremman latauspistejoukon kuormaa rajoittaa tietylle tasolle dynaamisella ohjauksella. Tällä hetkellä älylatauspisteiden määrä on hyvin vähäinen, mutta esimerkiksi Vanguard Consulting Oy:n energiamurros-hankkeessa tekemän ennustemallin mukaan älylatauspisteiden määrä kasvaa merkittävästi vuoteen 2025 mennessä etenkin asunto-osakeyhtiöiden ja kaupallisten kiinteistöjen osalta. Kun älylataus yleistyy, voidaan sähköautojen latausta tarjota myös yhtenä joustavana resurssina joustomarkkinan tarpeisiin. Jouston saaminen sähköauton latauksesta tarkoittaa kuitenkin ennustettavissa olevien lataustapahtumien uudelleen ajoittamista ja porrastamista alueellisesti. Alueellisella porrastamisella tarkoitetaan sitä, että sähköautojen lataustapahtumat jaetaan pidemmälle aikavälille tietyllä alueella,

Julkinen

7.4.2022

jolloin sähköautojen lataustapahtumien kumuloitumisesta aiheutuvaa alueellista tehopiikkiä voidaan leikata ja hallita. Vaihtoehtoisesti joustoon voidaan käyttää paikallisesti dynaamista kuormanohjausta, jossa monesta laturista koostuvan joukon kuormitusteho rajoitetaan tiettyyn tasoon.

Pidemmällä tulvaisuudessa voidaan myös nähdä V2G-tekniikan yleistymisen, jolloin sähköautojen akkujen purkamisenkin verkkoon tulee mahdolliseksi tarjoten lisää jouston mahdollisuuksia.

Akkuvarastot

Joustopariston kannalta tärkeimpänä resurssina varastojen osalta voidaan tunnistaa akut. Akkujen etuna on kyky tarjota joustoa nopeasti kumpaankin suuntaan. Akkutekniikka on kuitenkin ollut hyvin kallista, minkä takia niihin ei ole tähän hetkeen mennessä tehty massiivisia investointeja. Hinta-kehityksen trendi on kuitenkin ollut jatkuvasti alaspäin, mikä on herättänyt usean toimijan kiinnostuksen investoida akkuihin. Joustopariston voi luoda lisäkannustimia akkuinvestointeihin, jos akulle on mahdollista saada sitä kautta lisätuloja. Joustopariston kannalta akkujen tulisi olla kuitenkin kapasiteetiltaan riittävän isoja joko yksin tai aggregoituna, jotta akut voidaan toistuvasti ladata ja purkaa siten, että niiden luovuttama energiamäärä kattaa vaaditun joustoajan energiatarpeen kokonaisuudessaan (Esimerkiksi vähintään yli tunnin kestoisen jousto siten, että akkuun kytketty kuorma voi toimia akun avulla normaalisti). Tulvaisuutta ajatellen, joustojen käytön mahdollisesti siirtyessä kohti reaaliaikaisempia tuotteita, voivat akut olla yksi tekniset vaatimukset täyttävä resurssi nopean reagoitavuuden takia.

Akkuvarastot voidaan karkeasti jakaa kokoluokaltaan kahdentyyppisiin akkuihin. Pienempiä akkuja ovat ns. kotitalousakut, joita voi esiintyä esimerkiksi kotitalouksien aurinkosähköjärjestelmien yhteydessä. Tällaiset akut ovat teholtaan muutamia kilowatteja ja pystyvät maksimissaan varastoimaan sähköenergiaa muutamia kymmeniä kilowattitunteja.

Suuremman kokoluokan akut liittyvät esimerkiksi teollisuuden varavoimajärjestelmiin, keskijänniteverkkoon kytkettyihin jopa megawatin kokoiisiin akkuihin, sekä Fingridin reservimarkkinoilla hyödynnettäviin suuriin akkuihin. Tällaiset suuret akut voivat olla teholtaan jopa kymmeniä megawatteja. Esimerkiksi Ylikälässä on Neonin rakentama teholtaan 30 MW ja kapasiteetiltaan 30MWh kokoinen akustojärjestelmä (Fingrid 2019).

Jouston kannalta akun hyödyntämisessä tulee ottaa huomioon, että akun varaustason pitää olla joustoon nähden sopivalla tasolla, kun jouston toimitushetki alkaa. Kun halutaan lisätä kulutusta, tulisi akun olla tyhjä ja toisinpäin kun halutaan lisätä tuotantoa. Tällöin joustoon osallistuminen tulee ottaa huomioon akkujen käyttöä suunniteltaessa ja hyödynnettäessä niitä muihin käyttötarkoituksiin.

Julkinen

7.4.2022

Lämpöpumput kaukolämmön tuotannossa

Kaukolämmön tuotannossa lämpöpumppujen yleistyminen perinteistä lämmöntuotantoa täydentävänä tai korvaavana tuotantomuotona voidaan nähdä myös potentiaalisena resurssina joustomarkkinalle. Tämä on yksi tapa, jolla sähkö- ja lämpösektorien sektori-integraatio luo uusia mahdollisuuksia joustavamman energijärjestelmän toteuttamiseen. Lisäksi lyhytaikainen lämpöpumppujen ohjaus mahdollistaa sähkön kulutuspiikkien aikaisen jouston, kaukolämpöverkon toimiessa lyhytaikaisena puskurivarastona. Kesäaikaan lämmityksen kysyntä luonnollisesti vähenee, minkä johdosta esimerkiksi CHP-laitosten vuosihuollot ajoittuvat kesäaikaan. Tällöin lämpöpumppuja voidaan hyödyntää kaukolämmön tuotannossa muiden lämmöntuotantoresurssien ohella, CHP-laitosten huoltojen tai kesäseisakkien aikana. Lisäksi lämpöpumppujen käyttöä ohjaa lämmöntuotantoon liittyvien kustannusten optimointi. Esimerkiksi pörssisähkön hinnan ollessa hyvin matala, voivat lämpöpumppujen lämmöntuotantokustannukset olla pienemmät kuin esimerkiksi kaukolämpöverkkoon kytketyn CHP-laitoksen polttoainekustannukset.

Kaukolämpöverkon toimiessa isompana lämpövarastona, voidaan lämpöpumput kytkeä pois päältä hetkellisesti leikaten sähkötehon kulutusta. Lisäksi, jos kaukolämpöverkon yhteydessä on olemassa lämpöakku, voi lämpöpumppujen ajallinen joustopotentiaali kasvaa lämpöakun tarjotessa lisäaikaa joustolle. Lämpöpumput voivat myös mahdollisesti toimia joustossa toiseenkin suuntaan lisäten sähkönkulutusta, jolloin voidaan nähdä joustopotentiaalia kumpaankin suuntaan.

Teollisuusprosessit

Teollisuusprosesseja tarjotaan jo nykyään esimerkiksi Fingridin reservi- ja säätösähkömarkkinoille joustavana resurssina. Teollisuusprosesseista joustoa on saatavissa esimerkiksi teollisuuden lämmitysprosesseista ja power-to-X teknologiaa hyödyntävistä prosesseista kuten elektrolyysiprosesseista. Näistä etenkin elektrolyysiprosessien on arvioitu tarjoavan eniten joustoa, sillä elektrolyyserien tehon säätäminen on helppoa ja joustoon voidaan varautua varastoimalla prosessista saatavaa lopputuotetta. Näistä joustoresursseista saatavan jouston kesto voi vaihdella muutamasta tunnista jopa kahteen päivään. Huomioitavaa on kuitenkin, että joustoista palautuminen voi joustokohteesta riippuen viedä muutamasta tunnista vaihdellen jopa vuorokauden mittaisen ajan (Forsman et al. 2021). Teollisuudenprosesseissa jouston hinta perustuu raja-arvohintoihin, jotka määrittävät milloin joustaminen on kannattavampaa verrattuna normaalista teollisuusprosessista saatuun taloudelliseen hyötyyn.

Tuotantolaitokset

Tuotantolaitosten potentiaali joustavina resurssina voidaan nähdä muuten samalla tavalla kuin nykyisilläkin Fingridin ylläpitämällä reservi- ja säätösähkömarkkinoilla, kunhan tuotantolaitokset sijaitsevat paikallisen jouston kannalta otollisessa paikassa. Esimerkiksi tuulipuistoja voidaan tarjota joustomarkkinalle alaspäin säätävinä resursseina. Tuulivoiman alas säätäminen voidaan myös tehdä rajoittamalla tuotanto tiettyyn tasoon, jolloin koko tuulipuistoa tai yksittäistä myllyä ei tarvitse kokonaan pysäyttää. Lähtökohtaisesti joustoon osallistumisesta saatava korvaus ohjaa tuotantolaitosten osallistumista joustoon. Joissain tilanteissa kuitenkin tekniset rajoitteet voivat estää joustoon osallistumisen. Tällainen tilanne voisi liittyä esimerkiksi tuulipuistoon, jota ei ole järkevää talviaikaan pysäyttää sään mahdollistaessa esimerkiksi jäätämisingelmat tuulimyllyissä. Tuotantolaitosten potentiaalinen hyödyntäminen joustomarkkinalle voi nousta esille esimerkiksi siirtojen hallintaan liittyvissä jouston tarpeissa, joissa joustoa tarvitaan volyymiltaan suurempi määrä.

Julkinen

7.4.2022

Pientuotanto (aurinkopaneelit)

Pientuotannon hallintaa voidaan tehdä aurinkopaneelinjärjestelmän invertterin asetteluilla tai vaihtoehtoisesti suoraan aurinkopaneelien tehonsyöttöä säätämällä. Suomessa on vahvistettu kansalliseksi standardiksi pientuotannon liitântälaitteistoja koskeva standardi SFS-EN 50549. Tässä standardissa on määritelty neljä erilaista toimintatilaa, joihin pientuotannon liitântälaitteiston tulisi kyetä.

- Q ohjearvo
- Q (U) – säätö
- $\cos \varphi$ ohjearvo
- $\cos \varphi$ (P) – säätö

Edellä mainittujen toimintatilojen avulla voidaan vaikuttaa liiallisen pientuotannon aiheuttamaan jännitteen nousuun. Viime kädessä voidaan myös hyödyntää suoraa pätötehon leikkausta joustoon, jolla voidaan rajoittaa esimerkiksi jakelumuuntamon ylikuormittumista. Pätötehon syötön rajoitukseen liittyen SFS-EN 50549 standardissa on mainittu, että yli 0,8 kW tehoisen tuotantoyksikön tulisi sisältää rajapinta, jonka kautta voidaan pätötehon tuotantoa ohjata. Rajapinnan kautta tapahtuva ohjaus voisi olla yksi vaihtoehto, jos pientuotannon hallintaa halutaan toteuttaa markkinaehtoisesti. Ongelmallista tässä on kuitenkin se, että ohjaukseen liittyvää rajapintaa ei ole vielä määritelty tai standardoitu kansallisella tasolla, joten eri valmistajien pientuotantolaitteistojen yhtäaikainen ohjaus voi olla hyvinkin haasteellista tai mahdotonta toteuttaa tällä hetkellä etäohjauksella. Esimerkiksi aurinkopaneelin invertterin Q(U)- ja P(U)-säätötilojen kautta jännitteen hallinta kuitenkin onnistuu automaattisesti ilman etäohjausta.

4.3.1. Joustotuote 1 soveltuvat resurssit

Joustotuote 1 on jakeluverkon kulutuksen tehopiikkien leikkaamiseen suunniteltu tuote. Tähän tuoteeseen liittyen soveltuvana resurssina voidaan tunnistaa pienjännitetasolla pientalojen lämmitykseen liittyvät kuormat, joita voidaan ohjata AMR-kuormanohjausreleen tai kotiautomaatiojärjestelmän avulla. Pientalojen sähkölämmitys on mahdollista kytkeä pois päältä vähintäänkin 1–2 tunnin mittaiseksi ajanjaksoksi ilman että asumismukavuus heikkenee. Joustoa tarvitaan usein kuitenkin koko kulutuspiikin ajalle, joka voi olla 1–2 tuntia pidempi aika. Tällöin paikallista lämmityskuormien joustoa tulisi pystyä ohjaamaan porrastetusti koko kulutuspiikin ajalle. Pientalojen joustoresurssit ovat pieniä, joten niiden hyödyntäminen joustomarkkinalle vaatii aggregointia ja toimijaa joka aggregointiin liittyvän toiminnan hoitaa.

Keskijännitetasolla kulutuspiikkejä voidaan leikata myös hyödyntämällä suurempien kiinteistöjen lämmitys- ja ilmanvaihtokuormia. Näissäkin kiinteistöissä jousto on ajallisesti rajattu, mutta jos samalla alueella on useampi kohde, voidaan joustoa porrastaa näiden joustoresurssien kesken. Lisäksi akkuvarastojen hyödyntäminen keskijännitetasolla joustoon on mahdollista. Tällöin akusta saatava jousto tarkoittaisi ylikuormittuneen verkkokomponentin takana tapahtuvaa akun purkausta jouston ajanhetkellä. Akkua operoivan toimijan vastuulla olisi akun varaustason varmistus siten, että akku kykenee joustoon sovitulla ajanhetkellä. Pienjännitetasolla akkujen joustovolyymi on rajoittunut, sillä pj-verkkoon ei ole mahdollista liittää esimerkiksi megawatti kokoluokan akkuja. Kotitalousakkuja voi olla esimerkiksi asennettuna aurinkopaneelinjärjestelmän yhteyteen ja näitä on mahdollista kuitenkin hyödyntää joustavina resursseina pienjännitetasolla.

Julkinen

7.4.2022

Sähköautojen latauksen joustopotentiaali kulutuspiikkien hallintaan liittyy lähtökohtaisesti ajankohdittain, jolloin lataustapahtumat kumuloiduvat samalle ajanhetkelle paikallisesti. Nämä ajankohdat ajoittuvat yleisimmin aamun tai iltapäivän tunteihin, jolloin sähköauton latauksen ajankohtaa siirtämällä voidaan sähköautojen latausta käyttää kulutuspiikkien hallintaan. Tämä rajoittaa sähköautojen latauksen joustopotentiaalia siten, että joustopotentiaalia on määrällisesti paljon vähemmän käytössä muina ajankohtina kuin sähköauton lataukseen liittyvillä kulutuspiikkitunteina.

4.3.2. Joustotuote 2 soveltuvat resurssit

Joustotuote 2 on jakeluverkossa esiintyvän pientuotannon hallintaan tarkoitettu joustotuote. Pientuotannon hallintaa voidaan teoriassa tehdä kulutuksen lisäyksellä paikallisesti. Jouston tarpeen ajoittuessa todennäköisimmin kesäaikaan voidaan soveltuvina joustoresursseina nähdä tähän esimerkiksi kotitalouksien ja kesämökkien lämminvesivaraajat sekä jäähdytysjärjestelmät, jotka ovat pois päältä esimerkiksi asukkaiden ollessa poissa. Tällaisia kuormia voitaisiin käyttää joustoon kytkemällä ne päälle aurinkosähkön huipputuotannon aikaan.

Aurinkopaneelien tuotannon tehonrajoitukseen liittyvänä teknologiana voidaan nähdä aurinkopaneelijärjestelmän invertteri, jonka avulla aurinkopaneelin tehontuotantoa voidaan leikata tarvittaessa. Avoimena kysymyksenä on kuitenkin tunnistettu, miten aurinkopaneelien yhtäaikainen ohjaus etänä voidaan toteuttaa. Jotta etäohjaus olisi yksinkertaista tulisi kaikkien aurinkopaneelijärjestelmien valmistajien invertterin ohjaus tapahtua yhteisesti määritetyn rajapinnan kautta. Vaihtoehtoisesti pientuotannon hallintaan voidaan hyödyntää määrittelemällä invertterille esimerkiksi loistehon syöttöön/ottoon asetellut, jolla voidaan tukea jännitteen pysymistä rajoissa. Tämä ratkaisu ei kuitenkaan ole markkinaehtoinen vaan sääntöön perustuva.

4.3.3. Joustotuote 3 soveltuvat resurssit

Joustotuote 3 on sähköverkon komponenttien suunniteltujen keskeytysten aikaiseen siirtojen hallintaan tarkoitettu tuote. Tälle tuotteelle soveltuvaksi resurssiksi voidaan tunnistaa esimerkiksi teollisuuden prosessit ja tuotantolaitokset. Siirtojen hallintaan tarvittava jouston volyyymi voi olla tapauksesta riippuen verrattain suurempi kuin esimerkiksi jakeluverkon kulutuksen tehopiikkien leikkaukseen liittyen. Teollisuuden prosesseista tai esimerkiksi tuulivoiman tehon rajoituksista saatavan jouston volyyymi voi olla yksittäin riittävä kattamaan jouston tarve. Pienemmät joustoresurssit soveltuvat siirtojenhallintatilanteisiin, joissa jouston tarve on myös pienempi.

Akkujen hyödyntäminen siirtojenhallinnassa on myös mahdollista tilanteessa, jossa siirtojen hallintaan tarvittavan jouston kesto pysyy lyhyenä. Esimerkiksi verkkokomponentin huollon aikana verkon siirtokapasiteetin pienentyessä akut voisivat osallistua joustoon tilanteessa, jossa joustolle on tarvetta ainoastaan lyhytkestoisten kulutuspiikkien aikana. Pidempiaikaiseen yhtäjaksoiseen joustoon akut eivät kuitenkaan sovellu, jolloin akkua voidaan hyödyntää tällaiseen joustoon vain hetkellisesti suhteessa jouston tarpeen kesto.

Julkinen

7.4.2022

5. Mittaus ja todentaminen lyhyellä aikavälillä

Tässä luvussa selvitetään tarvittavia mittauksen ja todentamisen ratkaisuja luvussa 4 määritetyille joustotuotteille. Lisäksi joustokauppojen huomioimista taseselvityksessä sekä tarvittavia koordinaatiomekanismeja alkuvaiheen jouston käytölle käsitellään tässä luvussa.

5.1. Mittausratkaisut

Baselinen laskemiseen ja jouston todentamiseen ajatellaan lyhyellä aikavälillä riittävän tuntimittaus. Käytettäväksi valittujen joustotuotteiden minimikesto on tunti, jolloin ne eivät välttämättä edellytä tarkemman resoluution tai reaaliaikaista mittausta. Lisäksi joustoihin liittyvä selvitysprosessi tehdään tunnin aikajaksolla, jolla voidaan perustella tuntitason mittauksen riittävyttä. Tämä mahdollistaa verkkoyhtiön tavanomaisesti käyttöpaikoille järjestämien mittauksien riittävän alkuvaiheessa todentamiseen. Tulevaisuutta ajatellen, varttitaseen käyttöönoton jälkeen olisi yhtenäistä tehdä myös joustoihin liittyvä selvitys- ja todentamisprosessi 15 minuutin tasolla. Kaikilla käyttöpaikoilla, joista joustoa hankitaan ei kuitenkaan välttämättä ole varttitaseisen mittauksen mahdollistamaa mittaria vielä siirryttäessä varttitason selvitykseen ja todentamiseen. Tällöin joustojen todentamiseen pitäisi pystyä hyödyntämään tuntitason mittausta jakamalla saatu mittausdata vartin jaksoihin manuaalisesti.

Joustojen taloudellisen selvityksen kannalta mittausresoluution yhdenmukaisuus joustotuotteen minimikeston kanssa on riittävä taloudellisen selvityksen toteuttamiseksi. Huomioitavaa on, että tiheämpi mittausresoluutio ja taloudellisen selvitysjakson pituuden pienentäminen mahdollisesti parantaa joustojen toimituksen tasaisuutta. Esimerkiksi tunnin mittaisella ajanjaksolla joustopalveluntarjoajalle jää mahdolliseksi olla osan aikaa joustamatta ja paikata tätä hieman isommalla joustolla, kunhan paikkaus tapahtuu toimitustunnin sisällä. Tällöin jouston selvityksessä voidaan todeta, että jousto on toimitettu kokonaisuudessaan, vaikka joustoresurssi on joutanut vaihtelevasti jouston toimituksen ajankohtana. Verkon teknisestä näkökulmasta tämä ei ole ihanteellinen tapaus, mikä tarkoittaa, että joustoa ei ole teknisessä mielessä toimitettu kokonaisuudessaan, vaikka taloudellisessa selvityksessä ja todentamisessa näin voidaankin todeta.

5.2. Erillismittaus

Joustoresurssin suora erillismittaus parantaisi sekä baselinen määrittelyn, että jouston todentamisen laatua. Joustomarkkinan alkuvaiheessa osallistumiskynnyksen madaltamiseksi tämän tyyppisiä mittauksia ei kuitenkaan edellytetä. Jos kuitenkin joustoa tarjoava osapuoli haluaa käyttää erillismittausta, tulisi mittarilta vaatia kykyä tarpeellisen tiedon mittaamiseen joustojen osalta. Tällöin yleisenä vaatimuksena voidaan pitää tuntitason mittaustarkkuutta, kerran vuorokaudessa tapahtuvaa mittarin luentaa ja mittaustiedon lähetystä verkkoyhtiölle, jotta molemmilla osapuolilla on mahdollisuus baselinen laskentaan.

Erillismittautustietojen tiedonvaihtoformaateista ja -tavasta tulee sopia erikseen, mutta ensimmäisessä vaiheessa (ennen tavoitetilaa ”Joustohub”) se voisi tapahtua markkinatiedonvaihdoissa vakiintuneilla formateilla ja tiedonsiirtomenettelyillä.

Erillismittausta käytettäessä on huomioitava verkkoyhtiön asettamat laatuvaatimukset mittarille ja mittaukselle.

Joustopalvelun tarjoajalle hyötynä erillismittauksesta voidaan nähdä mahdollisuus tarkempaan arviointiin joustoresurssin joustopotentialista.

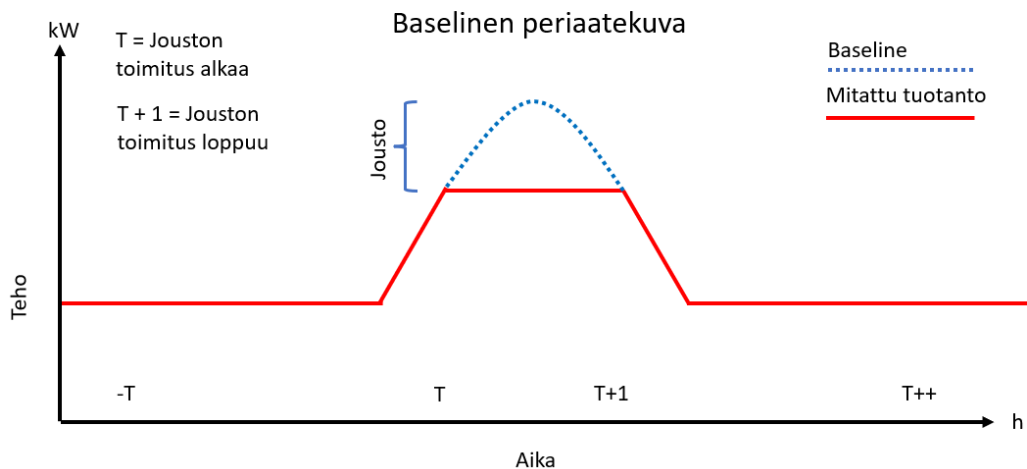
Julkinen

7.4.2022

5.3. Todentaminen (Baseline)

Joustojen todentaminen tapahtuu hyödyntäen joustoressurssista saatavaa mittausdataa jouston ajanhetkeltä. Jotta jousto voidaan todentaa, mittausdatalle on oltava jokin vertailukohta. Isommilla resursseilla vertailukohtana voitaisiin käyttää ennalta laadittuja tuotanto- tai kulutusennusteita. Toinen vaihtoehto olisi katsoa reaaliaikamittauksen avulla mitä joustoressurssin kulutus- tai tuotantoprofiilille tapahtuu jouston aktivointihetkellä. Joustomarkkinoilla hyödynnetään kuitenkin pienikokoisia joustoressursseja, joille ei tehdä tuotanto- tai kulutusennusteita, eikä näillä resursseilla ole myöskään valmiutta reaaliaikamittaukselle, mitä ei lähdetä myöskään vaatimaan alkuvaiheen joustomarkkinoilla. Tämän takia ns. baselinen määrittäminen on pakollista joustojen todentamisen mahdollistamiseksi. Baselinen määrittäminen alkuvaiheen joustomarkkinalla tulisi myös ottaa huomioon, että joustotuotteiden kaupankäynti tapahtuu päivää ennen jouston toimitusta.

Baselinen tarkoitus on kuvata joustoressurssin kulutusta tai tuotantoa jouston ajanhetkellä, jos jousto ei tapahtuisi. Tätä periaatetta on havainnollistettu kuvassa 2, jossa tapahtuu jousto yksinkertaisena tuotannon leikkauksena tuotannon tehopiikin aikana. Baselinen määrittäminen onkin siis kulutuksen tai tuotannon ennustamista tai arvioimista, mikä tuo sen määrittämiseen mukaan epätarkkuustekijöitä. CoordiNet tutkimushankkeessa on esitetty, että baseline-menetelmää voidaan arvioida kolmen eri kriteerin perusteella, jotka ovat tarkkuus, yksinkertaisuus ja eheys (CoordiNet 2021).



Kuva 2 Baseline

Ensimmäisenä baseline-menetelmän tulisi olla tarpeeksi tarkka, sillä korvaukset joustoista perustuvat baseliin ja mittausdatan avulla todentamiseen. Yliarvioitu baseline johtaa joustoista ylipalkitsemiseen ja aiheuttaa lisäkustannuksia joustoja hankkivalle markkinaosapuolelle. Aliarvioitu baseline taas heikentää joustopalveluntarjoajan asemaa ja ei kannusta osallistumaan joustomarkkinalle tai vähentää tarjottavissa olevan jouston määrää. (Coordinet 2021)

Toiseksi baseline-menetelmän tulisi olla yksinkertainen, jolloin jokaisella markkinaosapuolella on mahdollisuus myös itse laskea ja tarkastaa baseline, mikä lisää joustomarkkinoiden läpinäkyvyyttä. Yksinkertaisuudessa tulisi huomioida mittausdatan saatavuus, tiedonvaihdon vaatimukset sekä itse baseliin laskentaan vaadittava aika. (Coordinet 2021)

Julkinen

7.4.2022

Kolmanneksi baselinen kriteeriksi määrätty eheys tarkoittaa sitä, että joustopalveluntarjoajille ei jäisi mahdollisuuksia tai kannustimia manipuloida baselineaan. Baselinen manipuloinnilla joustopalveluntarjoaja voisi saada taloudellista hyötyä käyttämällä hyväksi joustomarkkinoita muuttamalla tahallaan esimerkiksi kulutusprofiiliaan ajanhetkillä, joilta mittausdata otetaan baseline-laskentaan. (CoordiNet 2021)

5.3.1. Baseline kotitalouksien ja kiinteistöjen kuormille

Alkuvaiheen joustomarkkinoilla joustoresursseille, jotka ovat esimerkiksi kotitalouksien ja kiinteistöjen lämpökuormia, baseline-menetelmänä voitaisiin esimerkiksi käyttää aikaisemman kulutuksen keskiarvoon perustuvaa menetelmää. Huomioitavaa sekä perusteltavaa on kuitenkin, että baselinen laskennassa mukana ovat myös muut käyttöpaikan kuormat, sillä erillisimittausta ei alkuvaiheessa vaadita, jotta voidaan käyttää olemassa olevia mittareita. Tällöin todentaminen tapahtuu käyttöpaikan kokonaiskulutusta seuraten ja esimerkiksi lämpökuormien lisäksi todentamiseen vaikuttavat ilmanvaihdosta, valaistuksesta ja sähköautojen latauksesta aiheutuvat kuormat. Baseline-menetelmänä voisi alkuvaiheessa toimia ns. Last of Y menetelmä, jossa valitaan Y määrä edellisiä päiviä, jotka ovat soveltuvia baselinen laskentaan varten. Nämä soveltuvat päivät tulisi määrittää siten, että ne ovat jouston ajanhetkeä kuvaavia päiviä ja näinä päivinä joustoresurssia ei ole aktivoitu joustoon, mikä voisi vääristää baseline-laskennan tulosta. Jos joustoa haetaan arkipäiville, soveltuvat päivät ovat tällöin myös arkipäiviä. Vastaava logiikka pätee viikonloppuihin ja arkipyhiin, jolloin sähkön kulutuskäyttäytymisen voidaan olettaa olevan erilaista kuin arkipäivinä. Jotta kaikille markkinaosapuolille olisi selvää, miten päivät on jaoteltu eri tyyppeihin, olisi järkevää, että tiedot tästä jaottelusta olisi ladattavissa keskitetysti esimerkiksi kauppapaikan kautta. Sopiva määrä soveltuvia päiviä, joita baselinen määrittämisessä käytetään voisi olla viisi päivää. Kaupankäynnin tapahtuessa alkuvaiheessa jouston toimitusta edeltävänä päivänä, tulisi baseline-laskentaan ottaa mukaan vain kaupankäyntihetkeen nähden edellisiä päiviä, jotta baselinea pystytään arvioimaan jo jouston tarjoamisen hetkellä.

Lisätarkkuuden saamiseksi tulisi jonkinlaista korjauskerrointa käyttää hyväksi menetelmässä. Lämpökuormat ovat riippuvaista ulkolämpötilan vaihteluista ja muutokset voivat olla hyvinkin merkittäviä perättäisten päivienkin välillä. Lämpötilan perusteella korjaus baselineen vaatisi todennäköisesti regressiomallin luomista mikä vähentäisi menetelmän yksinkertaisuutta. Vaihtoehtoisesti baselineen voitaisiin tehdä korjaus kuitenkin jälkikäteen hyödyntämällä esimerkiksi mittausdataa joustoa edeltäviltä tunneilta. Joustoa edeltävien tuntien mittausdataa voidaan verrata laskettuun baselineen kyseisillä tunneilla ja laskea mitatun kulutuksen ja baselinen suhde näiltä tunneilta, josta saadaan korjauskerroin lasketulle baselinelle. Tämänkaltainen korjauskerroin lisäisi baselinen tarkkuutta, mutta se ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi baseline-menetelmän yksinkertaisuuteen. Korjauskertoimen laskentaan ei kuitenkaan kannata ottaa viimeistä tuntia huomioon, sillä jousto voi alkaa jo hieman ennen toimitushetken alkua. Lisäksi korjauskertoimelle voidaan myös asettaa ylä- ja alarajat, jotta sen vaikutusta baselineen voidaan rajoittaa. Ylä- ja alarajojen avulla voidaan vähentää baselinen manipuloinnin mahdollisuuksia ja helpottaa joustopalveluntarjoajan arviointia tarjottavissa olevan jouston määrästä edellisenä päivänä, mikä osittain perustuu baselinen arviointiin.

Julkinen

7.4.2022

Aggregoidut joustoresurssit

On hyvin odotettavaa, että joustomarkkinalla aggregoidaan pienempiä kulutusresursseja. Aggregoidulle resurssijoukolla tulee myös olla selkeät säännöt baselinen määrittelyä ja todentamista koskien, sillä erilaiset ratkaisut voivat tuottaa hyvinkin erilaisia tuloksia. Aggregoiduista joustotarjouksista tulisi käydä ilmi mitkä resurssit tarjousta toteuttaa, jotta jouston toimitus voidaan todentaa. Todentamista varten kaikista aggregoinnin piiriin kuuluvista resursseista tulee olla mittausdata saatavilla. Lisäksi menetelmällä, joka valitaan baselinen määrittelyyn aggregoidulle tarjoukselle, on todentamisen lopputuloksen kannalta merkitystä. Baseline voidaan aggregoidulle tarjoukselle määrittää:

1. Laskemalla yksittäisten resurssien baselinet erikseen ja summaamalla nämä yhteen
2. Laskemalla koko aggregointi portfoliolle yksittäinen baseline

Laskentatavalla on merkitystä lopputuloksen kannalta, jos itse baseline-menetelmä mahdollistaa sen, että eri resurssikohteille valitaan eri päivät baselinen laskentaan. Esimerkkinä voidaan käyttää menetelmää, jossa valitaan kolme suurimman kulutuksen päivää viiden viimeisen soveltuvan päivän joukosta. Tätä on havainnollistettu taulukossa 6, josta voidaan havaita, että kahden eri laskentatavan kautta päädytään eri tulokseen baselinen suhteen aggregoidulle resurssijoukolla. Alkuvaiheen baseline menetelmäksi ehdotettu Last of Y menetelmä ei kuitenkaan tuota eri lopputulosta aggregoiduille resurssijoukoille yllä kuvattujen laskentatapojen välillä, mutta tämä asia tulee ottaa huomioon, jos baseline-menetelmäksi valikoituu menetelmä, joka mahdollistaa edellä kuvatun tapauksen.

Taulukko 6 Aggregoitu baseline

	Resurssi 1	Resurssi 2	Resurssi 3		Aggregoitu mit- taus
Kulutus päivä 1	10	20	8		38
Kulutus päivä 2	15	10	14		39
Kulutus päivä 3	14	15	16		45
Kulutus päivä 4	12	17	11		40
Kulutus päivä 5	13	18	9	SUMMA	40
Baseline 5/5 päivää	12,8	16	11,6	40,4	40,4
Baseline High 3/5 päivää	14,0	18,3	13,7	46,0	41,7

Lopuksi voidaan kuitenkin todeta, että olisi perusteltua käyttää aggregoiduille resursseille baselinen laskentatapaa, jossa summataan kunkin yksittäisen resurssin baseline yhteen. Tämä voidaan perustella sillä, että aggregoija pystyisi tämän avulla laskemaan myös, kuinka paljon kukin resurssi joustoon on osallistunut, jotta se pystyy jakamaan korvaukset joustojen toteuttamisesta oikein.

Julkinen

7.4.2022

Kulutuksen keskiarvoon perustuvan menetelmän arviointi

Aikaisemman kulutuksen keskiarvoon perustuvan baseline-menetelmän selvät vahvuudet liittyvät sen yksinkertaisuuteen, sillä joustopalveluntarjoajalla olisi myös mahdollisuus baseline-laskentaan etukäteen mittausdatan ollessa saatavilla viimeistään aamupäivällä ennen joustotarjousten jättämisen takarajaa. Tarkkuuden valossa tämä menetelmä vaatii kuitenkin mahdollisesti korjauskertoimen käyttöä, jotta saadaan huomioitua esimerkiksi päivien väliset suuremmat lämpötilaerot. Tällöin menetelmän yksinkertaisuus hieman kärsii, sillä joustopalveluntarjoaja tietää vasta jälkikäteen tarkan baselinen, kun korjaus on tehty alkuperäiseen baselineen. Lisäksi korjauskertoimen käyttö mahdollistaa myös baselinen manipuloinnin, sillä joustopalveluntarjoajalla on mahdollisuus lisätä joustoresurssin tarpeetonta kulutusta tunneille ennen jouston aktivointia. Yksittäisen joustokohteen kohdalla baseline-menetelmä on epätarkka, mutta jos baseline lasketaan suuremmalle joukolle aggregoituja resursseja, tarkkuus todennäköisesti parantuu, sillä suuremman joukon kulutuksen käyttäytymistä on helpompi ennustaa. Vaikka menetelmällä onkin tunnistettavia heikkouksia, soveltuu se kuitenkin alkuvaiheessa esimerkiksi lämpökuorman perustuvien kulutuskohteiden baselinen laskentaan riittävän tarkasti samalla ollessaan kaikkien markkinaosapuolien ymmärrettävissä ja laskettavissa. Keskiarvomenetelmän hyödyntäminen baselinen laskennassa on myös ollut käytössä esimerkiksi kv-referensseissä esitetyn Piclo Flexin ja NODESin joustomarkkinoilla.

Huomioitavaa on kuitenkin, että menetelmän perustuessa mittausdataan historiasta, saattaa ongelma syntyä, jos tätä mittausdataa ei ole saatavilla. Tilanne voisi syntyä esimerkiksi täysin uusissa käyttöpaikoissa, tai esimerkiksi mittauksen vikaantuessa käyttöpaikalla. Tällöin tulisi olla jokin varakeino baselinen määrittelylle, jotta aikaisemman mittausdatan saatavuus ei estä joustomarkkinoille osallistumista. Mahdollisesti hyödyksi voitaisiin käyttää esimerkiksi tyyppikäyttäjiä kulutuskohteen kulutuksen arviointiin. Jokaiselle erityyppiselle sähkökäyttäjälle ei kuitenkaan ole alkuvaiheessa järkevää määrittää omaa baseline-menetelmää, sillä alkuvaiheessa on pyrittävä yksinkertaiseen ratkaisuun.

5.3.2. Baseline pientuotannon tehonrajoitukselle

Joustossa, jossa pientuotannon kuten aurinkopaneelien tehonsyöttöä verkkoon rajoitetaan, vaaditaan myös baselinen määrittäminen. Suomessa aurinkopaneelien tehonrajoituksen tarve ajoittuu todennäköisimmin tuotantohuippujen ajankohtiin, jolloin paikallinen kulutus on hyvin alhaista. Tällaisia ajanhetkiä voisi esiintyä esimerkiksi kesälomakausina keskipäivän aikaan. Jos kulutusta ei pystytä lisäämään paikallisesti, jää ainoaksi vaihtoehdoksi aurinkopaneelien tehonrajoitus. Baselinen tulisi tässäkin tapauksessa kuvastaa verkkoon syötetyn tehon tai energian määrää ajanhetkillä, jolloin tehonrajoitus on voimassa, jotta pystytään sen perusteella selvittämään korvattavan energian määrä pientuotannon omistajalle.

Yksinkertainen tapa olisi etsiä historiallisesta mittausdatasta samankaltaiselta ajankohdalta verkkoon syötetyn energiamäärän huippu kullakin tunnilla ja käyttää tätä baselinena. Useimpina päivinä baseline olisi hyvin todennäköisesti yliarvioitu, mutta tehonrajoitukset ajoittuvat suurimmalta osin päiville, jolloin pientuotannon huippuja esiintyy ja kulutus on matalalla tasolla.

Syy miksi ei katsota pelkästään aurinkopaneelin tuotannon huippua on siinä, että verkkoyhtiön käyttöpaikalle asentaman mittarin avulla pystytään ainoastaan mittaamaan käyttöpaikan nettotuotantoa tai kulutusta, eikä erillismittausta lähdetä vaatimaan. Pientuotantoa pyritään kuitenkin ensisijaisesti käyttämään käyttöpaikan omaan kulutukseen. Olemassa olevan käyttöpaikan mittarin hyödyntämistä voidaan perustella sillä, että tehonrajoituksen tarve aiheutuu verkkoon syötetyn tehon määrästä, mihin vaikuttaa myös käyttöpaikan kulutus.

Julkinen

7.4.2022

Edellä kuvatun menetelmän vahvuudet liittyvät siihen, että baselinen määrittäminen on suhteellisen yksinkertaista etsimällä mittausdatasta huippuja tietyille kaudelle. Lisäksi baselinen määrittäminen tarvitsee tehdä vain kerran kyseiselle joustokaudelle, joka lisää menetelmän yksinkertaisuutta. Tarkkuuden valossa menetelmän heikkous esiintyy tilanteessa, missä pientuotannon tehonrajoitusta käytetään joustoon myös sellaisina päivinä, jolloin verkkoon syötetyn tehon huippuja ei saavuteta ja baseline on tällöin yliarvioitu, mikä johtaa ylisuuriin korvauksiin joustopalvelun tarjoajalle ja lisää verkkoyhtiön kustannuksia. Ylisuuret korvaukset eivät kuitenkaan ole merkittävän suuria, jos tehonrajoituksia ei tapahdu verrattain usein eikä tehonrajoituksen takia tuottamatta jääneet energiamäärät ole suuria, mikä on etenkin lyhyellä tähtämellä todellisuus.

5.3.3. Zero Baseline (akut ja varavoima)

Baselinen asettaminen nolnaan akuille ja varavoimalle olisi yksinkertainen ratkaisu. Akkujen "normaalia" kulutusta tai tuotantoa tilanteessa, jossa joustoa ei tapahdu on vaikea arvioida ja ennustaa, sillä niiden käyttö voi perustua muiden markkinoiden tarpeisiin ja sähkön tuntimarkkinahintaan. Kun akun baseline asetetaan nolnaan ja se tarjotaan joustomarkkinalle, tarkoittaa se, että tarjottavissa oleva jouston määrä perustuu akun kykyyn tuottaa tai kuluttaa tehoa verkosta. Jos esimerkiksi akun tehoa mitattaisiin juuri ennen joustoa, olisi mahdollisuus, että sen toiminta olisi juuri vastakkaisuutta kuin jouston tarve. Esimerkiksi akku, joka pystyy antamaan tai ottamaan 500 kW verkosta voitaisiin tarjota joustomarkkinalle 1000 kW kokoisena, jos sen baseline perustuisi mittaukseen juuri ennen joustoa, mikä mahdollistaisi joustomarkkinoiden tahallisen hyväksikäytön baselinen manipulaation kautta. Tämän vuoksi voisi olla perusteltua asettaa baseline akulle nolnaan, jotta akun osallistumisesta joustoon palkitaan ainoastaan sen tietyn suuntaisesta kyvystä joustaa. Varavoimalla on perusteltua käyttää nolnaan asetettua baselinea, sillä varavoimaa ei käytetä muulloin kuin poikkeus-tilanteissa.

5.4. Taseselvitys ja joustokaupat

Joustokaupat saattavat aiheuttaa tasevastaavalle tasepoikkeamia ja merkittäviä riskejä. Myyjän ja tasevastaavan kannalta on tärkeää, että joustoista ei aiheudu merkittäviä kustannuksia. Joustokauppojen käsittely taseselvityksessä tulee myös olla sellainen, ettei se aseta liian suuria teknisiä tai taloudellisia esteitä joustoille.

Vaihtoehtoina joustojen käsittelylle taseselvityksessä on että joustokauppoja ei huomioida taseselvityksessä tai joustokaupoista muodostetaan oma komponentti taseselvitykseen.

Verkkoyhtiöiden näkemys on, että joustoa ei huomioitaisi taseselvityksessä (ei kompensoida tai korvata tasevastaavalle). Tätä perustellaan sillä, että verkkoyhtiön tarpeeseen tilatut joustot ovat tiedossa viimeistään edeltävänä päivänä hyvissä ajoin ennen Day ahead-markkinoiden sulkeutumista. Luvun 3 tuotemäärittelyissä todetaan, että kaikkien joustotuotteiden kaupat ovat tiedossa jo edeltävän päivän aamuna. Tasevastaavalle ja myyjälle toimitetaan tieto toteutuneista kaupoista (myyjäkohtainen tieto), jotta nämä voivat ottaa niiden vaikutukset huomioon sähkönhankinnassa ja tasehallinnassa. Käyttöönotto lyhyellä aikataululla olisi yksinkertaisempaa, jos taseselvityksessä ei kompensoida eikä korvata tehtyjä joustokauppoja, eli taseselvitykseen ei tulisi muutoksia.

Kauppapaikan vastuulla on laskea kaupankäyntitiedot. Itsenäisten aggregaattoreiden tulee jo tarjousvaiheessa ilmoittaa missä suhteessa joustoja tarjotaan eri myyjien taseista. Tämä on oleellista, jotta tiedetään paljonko joustoa tulee kunkin tasevastaavan ja myyjän taseesta, ja siten joustokaupoista toimitetaan oikea tieto kullekin tasevastaavalle.

Julkinen

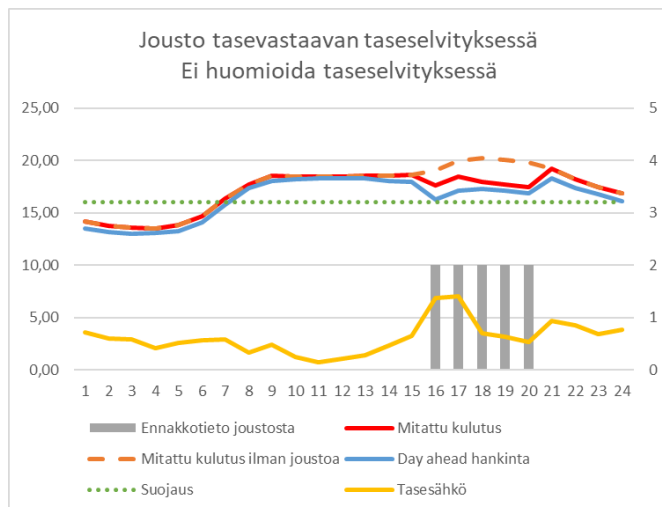
7.4.2022

Tasevastaavan portfolion koosta riippuen pienivolyymiset joustokaupat voivat olla tasevastaavalle käytännössä merkityksettömiä. Jokin alaraja ilmoitettavalle jouston volyymille voisi olla perusteltua. Tällöin tiedonsiirrossa voitaisiin keskittyä enimmäkseen merkityksellisiin volyymeihin ja kaupoista ilmoittaminen ei välttämättä vaatisi erityisen kehittyneitä tiedonsiirtomenetelmiä, mikä helpottaisi käyttöönottoa lyhyellä aikavälillä.

Jos joustomarkkinat kehittyvät reaaliaikaisemmiksi, on järkevää käyttää yhtenäistä toimintamallia kuin muilla vastaavilla joustoilla käytetään, esimerkiksi mFRR-markkinalla. Tällöin joustokauppa huomioidaan taseselvityksessä ja korjataan tasevastaaville ja myyjille. Tässä mallissa on kuitenkin ratkaistava kuka korvaa rahallisesti tasevastaavalle tehdyn poikkeaman Day ahead-hankinnasta. Tästä syystä voidaan myös todeta, että tämä malli myöskin hankaloittaa joustokaupankäyntiä. Joustosta pitää saada korvauksena vähintään sen verran kuin tasevastaavalle pitää korvata.

Joustokaupan ja toteutetun jouston erotus on kaikissa vaihtoehtoisissa käsittelymalleissa riski tasevastaavalle ja myyjälle. Mahdollinen erillismittaus tuo tarkennusta toteutetun jouston todentamiseen, mutta se ei poista riskiä, jos säätöä ei toteutetakaan tehdyn joustokaupan mukaisesti.

Suojauksen kannattavuuteen ei joustokaupoilla ole vaikutusta, koska se riippuu ainoastaan markkinahinnasta ja suojaushinnasta. Suojaamattoman hankinnan määrään sen sijaan on vaikutusta, jos joustokaupalla on vaikutusta Day ahead-hankinnan määrään.

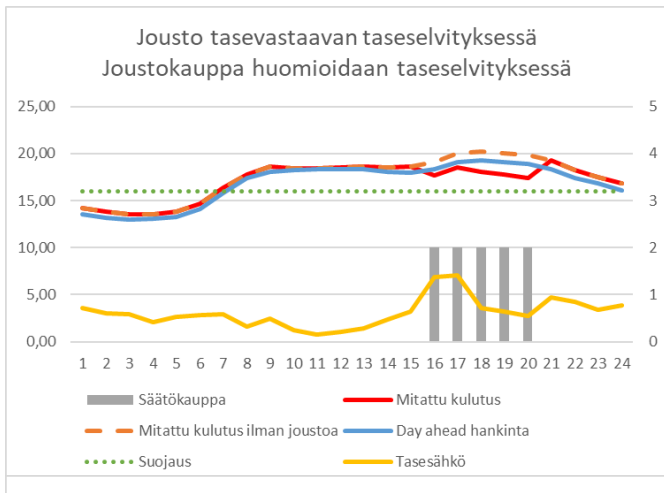


Kuva 3, A-malli. Joustoa ei huomioida taseselvityksessä. Tasevastaava ja myyjä saavat myyjäkohtaisen ennakkotiedon joustokaupasta ja tasevastaavan/Myyjän tulee huomioida tieto sähkönhankinnassaan, jotta tasepoikkeamaa ei aiheudu. Vähemmän kulutusta -> vähemmän Day ahead-hankintaa.

Kuva 3 A-malli

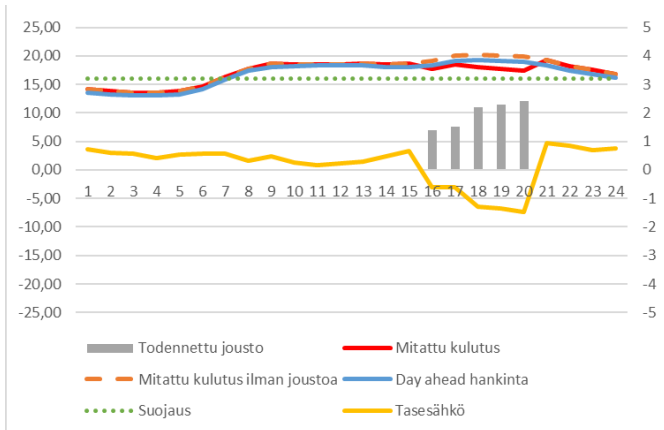
Julkinen

7.4.2022



Kuva 4, B-malli. Jousto huomioidaan taseselvityksessä. Joustokauppa on taseselvityksessä säätösähkökauppa. Ei aiheudu tasepoikkeamaa. Ongelmana on miten ylimääräinen/turha Spot-hankinta korvataan tasevastaavalle.

Kuva 4 B-malli



Kuva 5, C-malli. Joustosta ei tietoa tasevastaavalle tai myyjälle. Ei ennakkotietoa, ei huomioida taseselvityksessä. Ylimääräinen Day ahead-hankinta korvaantuu tasesähkön hinnalla. Kaikki riski tasevastaavalla ja myyjällä. Tämä malli vastaa nykytilannetta, jos kuluttaja päättää joustaa esimerkiksi Day ahead-hinnan perusteella.

Kuva 5 C-malli

Ehdotamme (lyhyellä aikavälillä ja näillä joustotuotteilla) käyttöönotettavaksi A-mallia, jossa taseselvityksessä ei huomioida joustokauppoja. Mallin etuna on, että se ei aseta taloudellisia tai suuria teknisiä rajoitteita joustoille. Lisäksi itsenäisen aggregaattorin toiminta onnistuu. Uutena tehtävä tässä mallissa on, että joustokaupoista tulee toimittaa myyjäkohtaiset ennakkotiedot tasevastaaville ja myyjille. Tasevastaavien ja myyjien tulee huomioida nämä ennakoilmoitukset sähkönhankinnassaan. Koska kaupoista saadaan tiedot hyvissä ajoin ennen Day ahead-hankinnan sulkeutumista, ei sen pitäisi olla ongelma. Tasevastaavalle ei aiheudu muuta tasepoikkeamaa/riskiä kuin jos toteutunut jousto eroaa joustokaupasta. Jousto voi erota ilmoitetusta joustokaupasta, jos joustokauppa ilmoitetaan väärin tai jos sovitun jouston toimitus epäonnistuu. Tällöin joustosta aiheutuva riski realisoituu tasevastaavalle, jos joustopalveluntarjoaja ei ole vastuussa joustokaupoista tehtyjen ilmoitusten oikeellisuudesta. Tasevastaavalle aiheutuvaa riskiä voidaan pienentää kuitenkin asettamalla joustopalveluntarjoajalle sanktio jouston toimittamatta jättämisestä. Sanktiossa yhtenä komponenttina tällöin olisi tasevastaavalle aiheutuneet kustannukset.

Julkinen

7.4.2022

5.5. Jouston koordinointi

Lyhyellä aikavälillä (2023–2024) jouston tarve on vielä osin jäsentymätön ja ainakin joillakin jakeluverkkoyhtiöillä jouston tarve lyhyellä tähtämellä on verrattain rajattu. Joustohanke-projektin aluksi selvitetystä kansainvälisestä referensseistä voi päätellä, ettei aivan ensi vaiheissa verkkojen väliselle koordinaatiolle ole ollut välitöntä tarvetta. Tarve koordinaatiolle on kuitenkin näissäkin piloteissa ja referensseissä mainittu tulevaisuuden kehitystarpeena.

Koordinaatiota jakelu- ja kantaverkkoyhtiön kesken voidaan tarkastella monista näkökulmista.

Jouston hankintaan liittyen:

- Yhtenäinen tuoterakenne ja tuotemäärittely verkkoyhtiöillä helpottaa joustopalveluntarjoajan mahdollisuuksia tarjota joustoa useammille markkinoilla ja parantaa markkinoiden likviditeettiä
- Markkinapaikkojen rakenne; käytetäänkö yhteisiä vai erillisiä markkinapaikkoja kanta- ja jakeluverkkoyhtiöille, kenellä on mahdollinen etusija joustojen hankkimisessa yhteisellä markkinapaikalla vai markkinoiden järjestys (esimerkiksi ensin DSO, sitten TSO markkina)
- Jouston hankinnassa joustotarpeiden yhteinen tarkastelu

Koordinaatioksi voidaan luokitella myös yhtenäiset tiedon jakamisen ja säilyttämisen tavat. Koska toimitaan ympäristössä, jossa on lukuisia toimijoita ja saman resurssin tietoja tarvitsevat jakelu- ja kantaverkkoyhtiö, olisi luontevaa toteuttaa keskitetty tietovarasto, esimerkiksi joustorekisteri. Joustorekisterissä voitaisiin pitää yllä tietoa joustoresurssien ominaisuuksista ja muista tiedoista, jouston todentamiseen ja/tai baselinen laskentaan vaadittavaa mittaustietoa sekä kaupankäynti- ja aktivointitietoja. Joustorekisteristä ne olisivat käytettävissä niille tahoille, jotka ovat tietoon oikeutettuja tai jotka tietoa tarvitsevat. Lyhyellä tähtämellä joustorekisterin rakentaminen tuskin on mahdollista.

Koordinaatio jouston aktivoinnissa:

Jouston aktivoimisen verkko vaikutuksia voidaan tarkastella monella tasolla ja erilaisissa aikaakku-noissa. Joustopalveluntarjoajan tai joustoresurssin hyväksymismenettelyssä voi olla yhtenäinen tapa varmistaa joustopalveluntarjoajan/joustoresurssin tekninen kyvykkyys toimittaa joustoa ja menettelytapa arvioida jouston aktivoimisen verkostovaikutuksia sekä kantaverkon että jakeluverkon ns. normaalissa kytkentä- ja käyttötilanteessa.

Ensi vaiheessa voidaan lähettää aktivoitavat joustot tiedoksi muille verkkoyhtiöille.

Mikäli jouston aktivoimisen verkostovaikutuksia halutaan tarkastella lähempänä toimitushetkeä ja poikkeavissa käyttö- ja kytkentätilanteissa sekä niiden kombinaatioissa eri verkkotasojen välillä, vaaditaan koordinaatiota ja verkkojen välistä tiedon jakamista. Tätä kysymystä pohditaan osittain esim. INTERFACE ja OneNet tutkimusprojekteissa. Tällainen koordinaatio on ensi vaiheen käyttöönoton ulkopuolella.

Julkinen

7.4.2022

On tunnistettava tilanteet, joissa jouston aktivoiminen voi aiheuttaa vaikutuksia muille verkoille:

- Kun kantaverkko aktivoi jakeluverkkoon liittynyttä joustoa
 - Minkä kokoisen/tyyppisen jouston aktivoinnista tulisi informoida muita verkkoyhtiöitä
1. Aktivoitavien kauppojen jakaminen
 2. Alueellinen liikennevalomalli
 3. Verkkotiedon jakaminen kanta- ja jakeluverkon kesken
 4. Yhteinen koordinaatio jouston tarpeista ja jouston aktivoinneista sekä verkkovaikutuksien arviointi

Liikennevalomalli:

Vihreä tila: ei siirtorajoituksia

Oranssi tila: siirtorajoituksia odotettavissa, markkinaehtoinen joustonhankinta jotta voidaan palata vihreään tilaan → mahdollisia rajoitteita muiden verkkoyhtiöiden joustonhankintaan

Punainen tila: "häätätilanne"

Yhteenvetona alkuvaiheessa verkkojen välinen koordinaatio keskittyy lähinnä yhteisten joustotuoterekenteiden ja markkinamenetelmien kehitykseen, jossa yhteistyön tarve voidaan tunnistaa merkityksellisenä, jotta edellytykset yhtenäisille joustonhankintamekanismeille syntyvät. Tämänkaltaista koordinaatiota tulisi tapahtua jo ennen kuin siirrytään jouston hankintavaiheeseen alkuvaiheen toimintamalleilla. Tilanne, jossa joustonhankinta tapahtuu täysin eri menetelmin jokaisen verkonhaltijan tapauksessa voi olla hyvin epähoukutteleva joustopalveluntarjoajan kannalta. Tällöin myös yhteistyö kantaverkon- ja jakeluverkkojen voi jäädä olemattomaksi ja osittain joustavien resurssien joustopotentiaali voi jäädä käyttämättä.

Kehittyneempi verkkojen välinen koordinaatio, jossa tarkastellaan verkkojen lähes reaaliaikaista tilatietoa ja sitä kautta joustoresurssien käytön optimointia vaatii työkaluja, jotka ovat alkuvaiheessa tapahtuvan joustojen hyödyntämisen ulkopuolella. Tämänkaltaiseen automatisoidun koordinaation mahdollistamiseksi voidaan nähdä tarpeellisiksi esimerkiksi joustorekisteri ja koordinaatioalusta. Näitä konsepteja on esimerkiksi esitelty ja tutkittu INTERFACE-tutkimusprojektissa, sekä muissa vastaavissa kehityshankkeissa. Joustovolyymien kasvaessa, kaupankäynnin siirtyessä reaaliaikaisemmaksi ja päällekkäisten tai risteävien joustotarpeiden syntyessä, kasvaa myös koordinaation tarpeen merkitys. Tällöin käytännössä tulisi olla mahdollista esimerkiksi suodattaa toteutuskelvottomia joustotarjouksia johtuen verkossa esiintyvistä rajoitteista. Lisäksi joustoresurssien käytön priorisoinnille tulisi luoda yhteiset pelisäännöt, jossa sovitaan esimerkiksi, meneekö kantaverkon vai jakeluverkon joustotarpeet etusijalle. Vaihtoehtoisesti voidaan myös luoda menetelmiä, joiden avulla joustoresursseja voidaan hyödyntää yhteistyössä ja jakaa joustonhankintaan liittyviä kustannuksia.

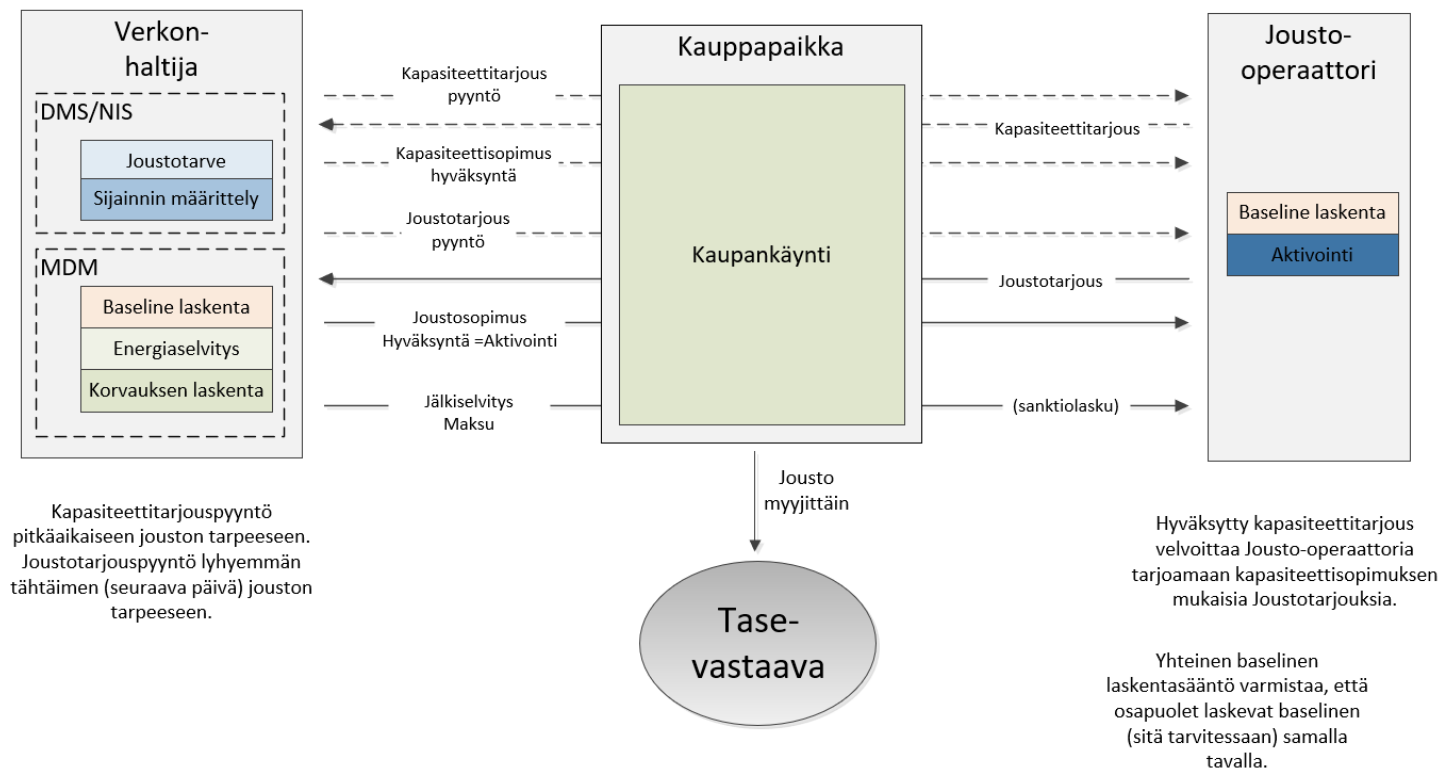
Julkinen

7.4.2022

5.6. Tiedonvaihto

5.6.1. Rakenne

Lyhyen aikavälin ratkaisuksi tiedonvaihtoon ehdotetaan yksinkertaista mallia, jossa ”uutena” komponenttina lanseerataan kauppapaikka. Muilta osin tiedonvaihdon välttämätön tarve on minimoitu, tai sitä voi harjoittaa osapuolten keskenään sopimilla, tarkoituksenmukaisilla tavoilla. Tiedonvaihtoon liittyvää mallia on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 6 Tiedonvaihdon periaatekuva

Pakollinen tiedonvaihto liittyy kauppapaikkaan, jonka pohjaratkaisuna voidaan mahdollisesti käyttää esim. Nodes tai vastaavan EU-tutkimushankkeen pohjalta syntynyttä kauppapaikkaratkaisua.

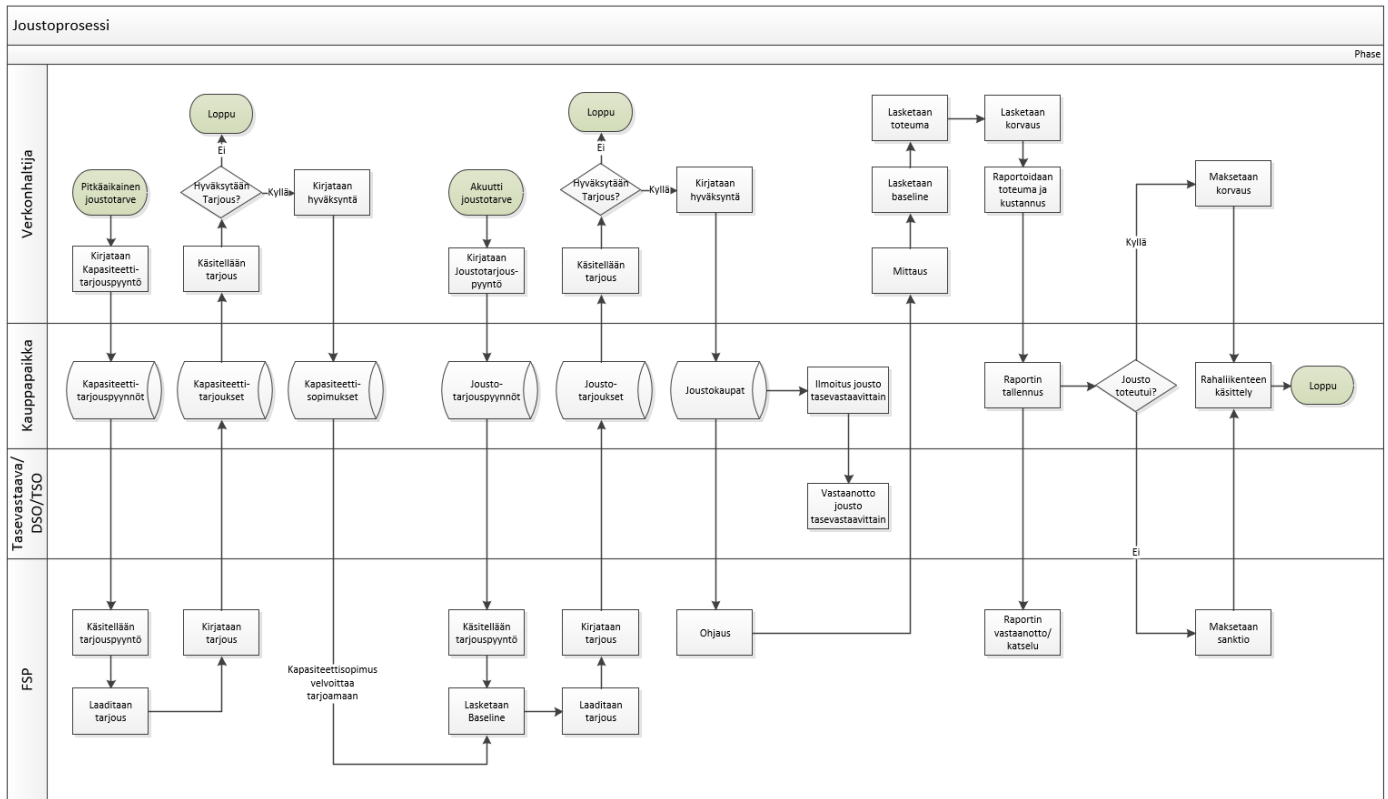
Osapuolten tulee osata keskustella kauppapaikan kanssa. Verkko toimittaa kauppapaikalle tarjouspyyntöjä ja tarjouksien hyväksyntöjä. Jousto-operaattori toimittaa kauppapaikalle tarjouksia. Edellä mainitun tiedonvaihdon ei tarvitse olla elektronista, vaan asiat voi kirjata myös manuaalisesti kauppapaikan käyttöliittymään.

Kauppapaikan tulisi osata lähettää tasevastaavaa tai sähkön myyjää koskeva jousto-osuus, jos tasevastaava tai sähkön myyjä tämän tiedon haluaa. Tämän viestinnän tulisi olla automatisoitavissa esim. eBix-pohjaiseksi API-tiedonsiirroksi.

Kuvassa 7 on esitettyä periaatekuva kaupankäynnin prosessista ja siihen liittyvästä tiedonvaihdosta. Periaatekuvassa kaupankäyntiprosessi on kuvattu kapasiteetti- ja energiaperusteisen tuotteenhankinnasta rahaliikenteen käsittelyyn asti.

Julkinen

7.4.2022



Kuva 7 Tiedonvaihdon prosessikuva

5.6.2. Tietosisällöt

Tässä kappaleessa kuvatut sanomasisällöt eivät ole loppuun asti mietitty tekninen sanomarakenne, vaan käsitteellinen alustava kuvaus joustoprosessia tukevan tiedonvaihdon tietosisällöistä.

5.6.2.1. Kapasiteettitarjouspyyntö

Kapasiteettitarjouspyyntö	
Kapasiteettitarjouspyynnön avain	Kapasiteettitarjouspyynnön. yksilöivä avain
Suure	Pätö/Lois
Sopimuskauden pituus	Pyydetty sopimuskausi alkaen - päättyen
Jouston minimikesto	Minimi 1h ennen 15min markkinasiirtymää
Jouston maksimikesto	Onko rajoitetta maksimille?
Kapasiteetti vähintään	Minimi 0,1MW
Kapasiteetti enintään	Onko rajoitetta maksimille?
Maksimihinta	Mitä verkko on valmis maksimissaan maksamaan kapasiteetista €/MW

Julkinen

7.4.2022

Jouston suunta	Kulutuksen/tuotannon lisäys tai vähennys
Sijaintitunnus	Yksilöi verkon alueen, jolle joustoa pyydetään
Aikaikkuna jouston saatavuudelle	Esimerkki: Tammikuun arkipäivät klo 9-12
Maksimi palautusaika resurssille	Esimerkki: 21h, perustuu jouston saatavuus aikaikkunaan
Tarjous tehtävä viimeistään pvm	Tarjouksen viimeinen mahdollinen jättöpäivä.

5.6.2.2. Kapasiteettitarjous

Kapasiteettitarjous	
Kapasiteettitarjouksen avain	Kapasiteettitarjouksen yksilöivä avain.
Kapasiteettitarjouspyynnön viite	Viittaus tarjouspyynnön avaimeen.
Sopimuskauden pituus	Tarjottu sopimuskausi alkaen – päättyen. Täytyy olla tarjouspyynnön asettaman ikkunan sisällä, mutta voi olla lyhyempi.
Tarjottava kapasiteetti vähintään	Vähintään saman verran kuin tarjouspyynnössä
Tarjottava kapasiteetti enintään	Enintään saman verran kuin tarjouspyynnössä
Hinta/MWh	Tarjottava hinta, enintään saman verran kuin tarjouspyynnössä
Resurssitunnus	Yhdistää sijaintitunnuksen ja resurssin/resurssiryhmän tunnisteeseen. Käytetään myöhemmin joustorekisterissä.
Jouston suunta	Jouston suunta täytyy vastata pyydettyä
Aikaikkuna jouston saatavuudelle	Täytyy olla saman aikaikkunan sisällä, kuin mikä tarjouspyynnössä esitetty
Maksimiaika, jonka joustoresurssi pystyy yhtäjaksoiseen joustoon	Verkkoyhtiö voi huomioida analysoidessaan, miten tarve koostettua saaduista tarjouksista.

5.6.2.3. Kapasiteettisopimus (tarjouksen hyväksyntä)

Kapasiteettisopimus (tarjouksen hyväksyntä)	
Kapasiteettisopimuksen avain	Kapasiteettisopimuksen yksilöivä avain
Kapasiteettitarjouksen viite	Viittaus tarjoukseen
Kapasiteetti (tarjouksen rajoissa)	Sovittu kapasiteetti, tarjouksen asettamissa rajoissa.
Aikaikkunan tarkennus	Joustokapasiteetin tarkennettu aikaikkuna huomioiden tarjouksessa kerrottu yhtäjaksoisen jouston kyvykkyys

Julkinen

7.4.2022

5.6.2.4. Joustotarjouspyyntö

Joustotarjouspyyntö	
Joustotarjouspyynnön avain	Joustotarjouspyynnön yksilöivä avain
Suure	Pätö/Lois
Jouston tarve alkaen –päätyen pvm + klo	Esimerkki: Ma 24.1.2022 klo 9-12
Jouston minimikesto	Minimi 1h ennen 15min markkinasiirtymää
Jouston maksimikesto	Onko rajoitetta maksimille?
Kapasiteetti vähintään	Minimi 0,1MW
Kapasiteetti enintään	Onko rajoitetta maksimille?
Maksimihinta	Mitä verkko on valmis maksimissaan maksamaan kapasiteetista €/MW
Jouston suunta	Kulutuksen/tuotannon lisäys tai vähennys
Sijaintitunnus	Yksilöi verkon alueen, jolle joustoa pyydetään

5.6.2.5. Joustotarjous

Joustotarjous	
Joustotarjouksen avain	Joustotarjouksen yksilöivä avain.
Joustotarjouspyynnön tai Kapasiteettisopimuksen viite	Viittaus joustotarjouspyynnön tai kapasiteettisopimuksen avaimeen.
Tarjottava jouston aika pvm + klo	Esimerkki: Ma 24.1.2022 klo 9-12
Tarjottava energia	Enintään saman verran kuin tarjouspyynnössä
Hinta/MWh	Tarjottava hinta, enintään saman verran kuin tarjouspyynnössä
Resurssitunnus	Yhdistää sijaintitunnuksen ja resurssin/resurssiryhmän tunnisteen. Käytetään myöhemmin joustorekisterissä.
Max aika, jonka joustoresurssi pystyy yhtäjaksoiseen joustoon	Verkkoyhtiö voi huomioida analysoidessaan, miten tarve koostettua saaduista tarjouksista.
Lista käyttöpaikkatunnus + Myyjä + Joustoenergia	Lista käyttöpaikoista ja käyttöpaikkojen myyjistä sekä käyttöpaikkakohtaisesta joustoenergiasta. Jotta kaupapaikka voi ilmoittaa Tasevastaavalle jouston myyjittään.

5.6.2.6. Joustosopimus (tarjouksen hyväksyntä, aktivointi)

Joustosopimus (tarjouksen hyväksyntä, aktivointi)	
Joustosopimuksen avain	Joustosopimuksen yksilöivä avain

Julkinen

7.4.2022

Joustotarjouksen viite	Viittaus joustotarjouksen avaimeen.
Aikaikkunan tarkennus	Jouston tarkennettu aikaikkuna huomioiden tarjouksessa kerrottu yhtäjaksoisen jouston kyvykkyys

5.6.2.7. Jousto tasevastaavittain

Jousto tasevastaavittain

Joustosopimuksen viite	Viittaus joustosopimuksen avaimeen.
Jouston aika pvm + klo	Esimerkki: Ma 24.1.2022 klo 10-12
Jouston suunta	Kulutuksen/tuotannon lisäys tai vähennys
Lista Myyjä + odotettu joustoenergian määrä	Lista myyjistä ja myyjittäin summatusta joustosopimuksen mukaisesta odotetusta joustoenergian määrästä.

5.6.2.8. Jouston toteumaraportti kapasiteettisopimus

Kauppapaikan ulkopuolella tapahtuva ”vapaamuotoinen” tiedonvaihto.

Jouston toteumaraportti kapasiteettisopimus

Viittaus joustotarjoukseen	Viittaus joustotarjouksen avaimeen
Tarjottu jouston aika pvm + klo	Viittaus joustotarjouksessa tarjottuun jouston aikaan (informatiivinen)
Tarjottu joustoenergia MWh	Viittaus joustotarjouksessa tarjottuun max energiaan (informatiivinen)
Korvaussumma	Kapasiteettisopimuksen mukainen korvaus tarjotusta joustosta

5.6.2.9. Jouston toteumaraportti joustosopimus

Kauppapaikan ulkopuolella tapahtuva ”vapaamuotoinen” tiedonvaihto.

Jouston toteumaraportti joustosopimus

Viittaus joustosopimukseen	Viittaus joustosopimuksen avaimeen
Joustoaika	Viittaus joustosopimuksen mukaiseen joustoaikaan (informatiivinen)
Joustoenergia	Toteutunut joustoenergia, baseline - mittaus
Baseline	Verkon laskema baseline jota voi halutessaan verrata FSP:n laskemaan
Mitattu tieto	Verkkon mittaama mittaustieto
Korvaussumma	Verkon laskema joustosopimukseen perustuva korvaussumma.

Julkinen

7.4.2022

5.6.3. Tiedonvaihtoon liittyviä huomioita, lyhyen aikavälin ratkaisu

- Datahubin hyödyntäminen mallintamaan aggregoidun jouston rakenne käyttöpaikkatasolla
 - Datahub 2.0 mallintaa energiayhteisön, joka on hyvin lähellä aggregoidun jouston tietomallia, ja johon voi liittää yksittäisiä käyttöpaikkoja. Datahubin käyttöpaikkaan liittyvää sijainti- ja mittaus-tietoa voisi periaatteessa hyödyntää joustoprosessissa. Datahubin energiayhteisömalli ei kuitenkaan salli, että käyttöpaikka voisi liittyä useampaan energiayhteisöön samanaikaisesti. Tämä on joustoprosessin kannalta ongelma.
- Laskentojen keskittäminen kauppapaikkaan jo ensimmäisessä vaiheessa.
 - Baseline-laskenta, Mittaustietojen vastaanotto, Jälkiselvitys ja raportointi
 - Vaatii paljon lisää tiedonvaihtoa kaavailtuun 1. vaiheen malliin nähden. Aletaan lähestymään pitkän tähtäimen tavoitemallia "Flexibility Hub" → ei nähdä realistisen kokoiseksi panostukseksi lyhyellä tähtäimellä.

5.7. Toimijoiden roolit

Verkkoyhtiö

Jouston "kuluttaja"/tarvitsija. Määrittelee joustotarpeen ja kuvaa sen jonkin kolmesta joustotuotteesta edellyttämällä tavalla. Toimittaa joustotarpeen mukaisen tarjouspyynnön markkinapaikkaan. Hyväksyy joustopalveluntarjoajien markkinapaikalle toimittamista joustotarjouksista itselleen sopivat, ja näin ollen aktivoi joustotapahtuman. On vastuussa joustoon osallistuvien kohteiden mittauksesta. On vastuussa jälkiselvitykseen liittyvästä raportoinnista (baselinen laskenta, vaikutuksen laskenta ja raportointi kauppapaikalle).

Joustopalveluntarjoaja

Muodostaa sopimussuhteen joustoresurssien haltijoihin. Analysoi joustoresurssien käyttäytymistä. Aggregoi joustoresurssien tarjoamia joustopotentiaaleja yhteen tavalla, joka mahdollistaa jouston optimaalisen tarjoamisen markkinoille. Käsittelee markkinapaikalta itselleen sopivat tarjouspyynnöt, ja vastaa niihin tarjouksella. Kun tarjous hyväksytään, aktivoi jouston tarjouksessa luvattuna ajankohtana ja vastaa siitä, että jousto toteutuu tarjouksessa luvattuna kaltaisena. On velvollinen keräämään joustoresursseilta myyjäkohtaisen tiedon, ja aggregoimaan sen tarjoukseen tavalla, jonka perusteella markkinapaikka voi informoida myyjälle ja tasevastaavalle tulevan jouston määrän myyjittäin ja tasevastaavittain. Joustopalveluntarjoaja voi olla sähkön myyjä, itsenäinen aggregaattori tai tukkumarkkinatoimija.

Joustoresurssi

Tekninen laite, joka tarjoaa kulutusjoustoja (kulutus alas tai ylös) tai tuotantojoustoja (tuotanto alas tai ylös, ja jota voi tietyn säännösten puitteissa ohjelmoida käyttäytymään halutulla tavalla. Esimerkiksi: lämminvesivaraaja, sähköauton akku, aurinkopaneeli.

Julkinen

7.4.2022

Markkinapaikka

Vastaanottaa ja tallentaa verkkojen esittämät tarjouspyynnöt. Esittää tarjouspyynnöt joustopalveluntarjoajalle. Vastaanottaa ja tallentaa joustopalveluntarjoajien laatimat tarjoukset. Vastaanottaa ja tallentaa verkkojen hyväksymät tarjoukset niin, että joustopalveluntarjoaja voi aktivoida jouston. Toimittaa infotietona tasevastaavalle ja myyjälle tiedon hyväksytystä tarjotusta joustosta tasevastaavittain. On vastuussa rahaliikenteen hoitamisesta kaupan osapuolten välillä, sekä tasevastaavalle tai avoimelle toimittajalle tilitettävistä sovituista sanktioista.

Tasevastaava

Vastaanottaa (halutessaan) informaation tarjotusta ja hyväksytystä tulevasta joustosta oman tasevastuunsa osalta, ja hyödyntää tietoa omassa tasehallinnassaan.

Sähkönmyyjä/avoin toimittaja

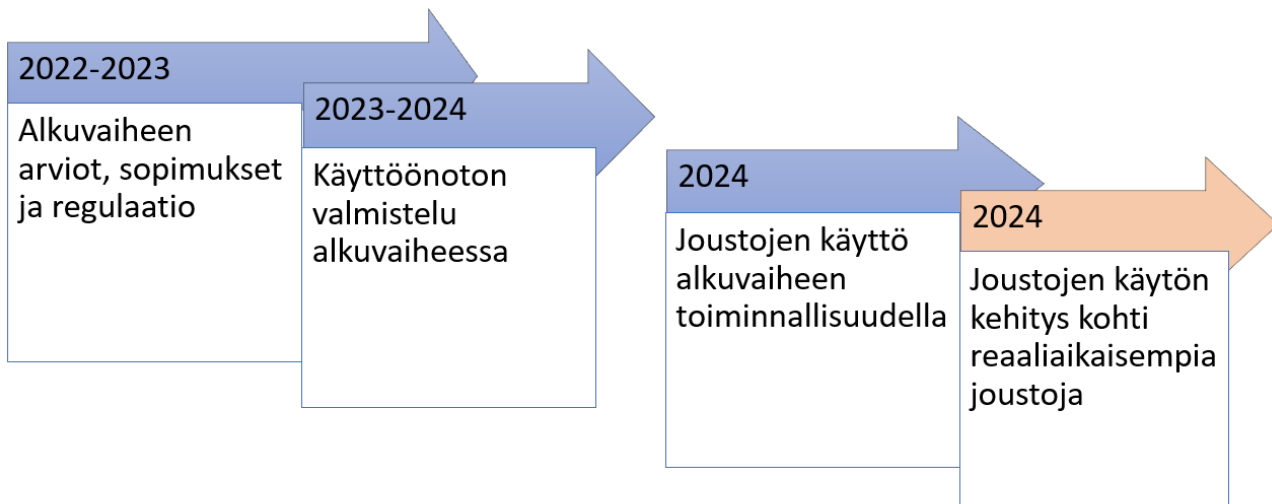
Vastaanottaa (halutessaan) informaation tarjotusta ja hyväksytystä tulevasta joustosta oman sähkönmyynnin osalta, ja hyödyntää tietoa omassa sähkönhankinnassaan.

Julkinen

7.4.2022

6. Joustopalveluiden käyttöönotto alkuvaiheen toiminnallisuudella

Tässä luvussa kuvataan alkuvaiheen joustopalvelutuotteiden käyttöönottomalli ja siihen liittyvät haasteet sekä ratkaisuehdotukset. Käyttöönottomalli on tarkoitettu luvussa 4 määritetyille joustopalvelutuotteille ja se on jaettu kolmeen osaan. Käyttöönottomalli koostuu kuvassa 8 esitetyistä vaiheista, jossa ensimmäisenä vaiheena ovat alkuvaiheen arviot, sopimusrakenteiden määrittelyt ja regulaation tarkastelu koskien joustoa. Osittain ensimmäisen vaiheen rinnalla voidaan alkaa toteuttamaan myös käyttöönoton valmistelua alkuvaiheessa, kun on todettu, että joustopalveluiden käyttö on taloudellisesti järkevää. Käyttöönoton valmisteluvaihe kattaa olemassa olevien järjestelmätarpeiden kehityksen, sekä uusien järjestelmien investoinnit. Viimeisenä käyttöönottomallissa siirrytään itse joustojen käyttöön alkuvaiheen toiminnallisuuksilla, jotka kattavat päivää ennen hankittavien joustojen käytön. Samalla myös voidaan kehittää alkuvaiheen mallissa kehitettyjä ratkaisuita tukemaan reaaliaikaisempaa joustojen hankintaa, sekä kehittyneempiä verkkojen välisiä koordinaatiomekanismeja.



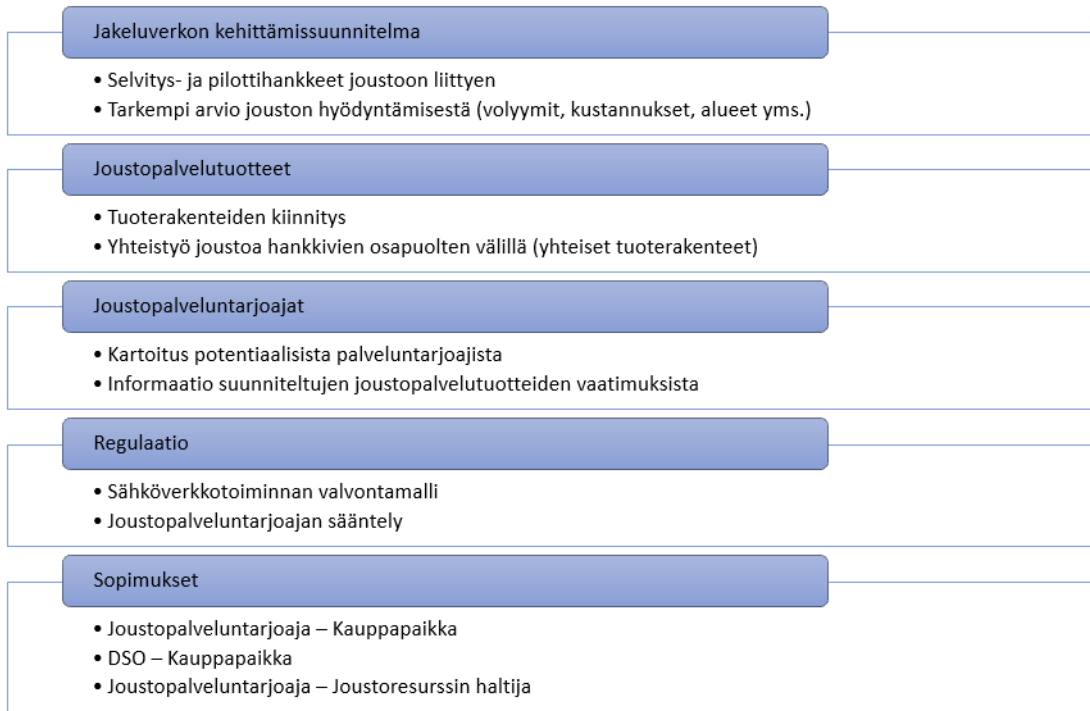
Kuva 8 Joustojen käyttöönottomallin vaiheet

Julkinen

7.4.2022

6.1. Alkuvaiheen arviot, sopimukset ja regulaatio

Kuvassa 9 on esitettyä eri osa-alueita, joihin kohdistuvat toimenpiteet ovat tarpeellisia, ennen kuin joustojen käyttöönotto on mahdollista. Tunnistetut osa-alueet ja niihin liittyvät toimenpiteet luovat perustan sille, että joustojen käyttö alkuvaiheen toiminnallisuuksilla on mahdollista.



Kuva 9 Joustoihin liittyvät huomioitavat osa-alueet

6.1.1. Jakeluverkon kehittämissuunnitelma

Joustopalveluiden käyttöönoton edellytyksenä ovat arviot tarvittavista joustopalvelutuotteista, alueista (verkon sisällä) joissa joustoa olisi mahdollista hyödyntää, sekä resursseista ja joustopalvelutoimittajista, jotka kykenevät tuottamaan tarvittavia joustopalvelutuotteita. Sähkömarkkinalain 52 § mukaan jakeluverkkoyhtiöiden tulee laatia vähintään joka toinen vuosi jakeluverkon kehittämissuunnitelma (Finlex 2021). Seuraava määräaika, jolloin kehittämissuunnitelmat pitää toimittaa Energiavirastolle on 30.6.2022. Tästä suunnitelmasta tulisi käydä ilmi, minkälaisia selvityksiä tai pilottihankkeita verkonhaltija aikoo tehdä joustopalveluiden hyödyntämiseen liittyen kuluvan ja seuraavan vuoden aikana sähköjakeluverkon kehittämissuunnitelmaa koskevan annetun määräyksen perusteella. Vuoden 2024 kehittämissuunnitelman tulisi tämän lisäksi sisältää selvitys siitä, mitä joustopalveluita ja minkälaisissa kohteissa joustopalveluita käytetään. Arvioissa tulisi esittää myös käytettävän joustojen volyyymi ja joustolla saavutettavissa oleva hyöty. Arvion tulee sisältää joustoon liittyvät käyttöönottokustannukset, vuosittaiset käyttökustannukset sekä elinkaaren ajalta syntyvät kustannushyödyt. Jotta hankittavien joustopalveluiden kustannuksia ja hyötyjä voidaan arvioida, tulisi selvittää, miltä alueilta joustoa tarvitaan ja kuinka paljon per alue hankitaan. (Energiavirasto 2021)

Julkinen

7.4.2022

Lähtökohtaisesti määräys koskien 2022 jätettävää kehittämissuunnitelmaa ohjaa verkkoyhtiötä tekemään jonkin tasoisen selvityksen joustoihin liittyen vuosien 2022–2023 aikana. Jotta selvityksestä olisi jotain hyötyä, tulisi sen luoda vähintään valmiudet vastata perusteellisesti vuoden 2024 kehittämissuunnitelmassa vastattaviin tarkempiin kysymyksiin koskien joustoja. Verkkoyhtiöt, jotka ovat voineet jo tunnistaa mahdollisia jouston tarpeita, saattavat toteuttaa pilottihankkeita joustoihin liittyen seuraavan kahden vuoden aikana, mutta tätä ei suoraan kehittämissuunnitelmassa vaadita, vaikka se onkin mainittu. Pilottihankkeet voivat kuitenkin olla hyödyllisiä ja myös osaltaan antaa konkreettisia perusteluja joustojen käytön arviointiin vuonna 2024 jätettävässä kehittämissuunnitelmassa. Vähimmäisvaatimuksena verkkoyhtiön joustoa koskevien selvitysten tulosten tulee kuitenkin vastata vuoden 2024 kehittämissuunnitelmassa esitettyihin kysymyksiin, joidenka perusteella voidaan myös suunnitella tarkemmin joustojen käyttöä tai perustella joustojen käyttämättä jättämistä tietyillä alueilla.

6.1.2. Joustopalvelutuotteet

Jotta tunnistetut joustopalvelutuotteet voidaan ottaa käyttöön, tulisi ne määritellä tarpeeksi tarkasti, jotta joustopalveluntarjoajilla on mahdollisuus arvioida kohteita, joista joustoa voidaan tarjota ja kuinka paljon. Vuonna 2019 annetun sähkömarkkinadirektiivin 32 artiklan mukaan jakeluverkonhaltijoiden tai sääntelyviranomaisen tulisi määritellä avoimessa ja osallistavassa prosessissa, joustopalvelutuotteille eritelmät ja tarvittaessa standardoidut markkinatuotteet vähintään kansallisella tasolla. Määrittelyprosessissa tulisi olla mukana kaikki asiaankuuluvat verkon käyttäjät ja siirtoverkonhaltijat. Tämän perusteella ennen joustopalveluiden käyttöönottoa tulisi jo tunnistetut joustotuotteet määritellä tarkemmin esimerkiksi hyödyntäen tässä selvityshankkeessa luotuja tarkempia määritelmiä joustotuotteille. Tässä selvityshankkeessa kappaleessa 3 on pyritty tunnistamaan vähintäänkin ne ominaisuudet, jotka joustotuotteille tulisi määritellä, jotta ne palvelisivat mahdollisimman hyvin suurinta osaa verkkoyhtiöiden tarpeista tilanteissa, joissa joustoa voidaan hankkia toimitusta edeltävänä päivänä.

Käytännössä joustotuotteet voidaan määritellä jokaista käyttötilannetta ja verkkoyhtiötä varten erikseen. Tämä lisäisi kuitenkin työtä verrattuna siihen, että samoja tuoterakenteita hyödynnettäisiin yhteisymmärryksessä jokaisen verkkoyhtiön joustonhankintatilanteessa. Kiinteästi määritellyt tuotteet luovat niin alkuvaiheessa kuin myöhemminkin joustopalveluntarjoajille turvallisemman ympäristön toimia ja investoida joustoresursseihin, kun on varmuus, että tuoterakenteet eivät jatkuvasti muutu eri tilanteissa. Tämän takia on perusteltua harkita, onko järkevää toimia esimerkiksi NODES:in kaltaisen ratkaisun turvin, jossa ei standardituotteita ole käytössä, vaan tuotteet ovat räätälöity tilanteen ja tarpeen mukaan. Etenkin alkuvaiheessa joustopalveluntarjoajan etuna ja kynnyskysymyksenä osallistua joustoon voidaan pitää varmuutta siitä, että joustoresurssi, joka kykenee tuottamaan joustopalveluita investointi/hankinta hetkellä pystyisi myös tuottamaan joustopalveluita tulevaisuudessa.

6.1.3. Joustopalveluntarjoajat

Jotta joustopalvelut voidaan ottaa käyttöön, tulisi näille palveluille olla myös palveluntarjoaja, sillä joustoa voidaan hyödyntää hyvin pienistäkin kohteista, joiden omistajilla ei yksinään ole kannustimia tai kyvykkyyttä osallistua joustomarkkinalle. Alkuvaiheessa olisi perusteltua kartoittaa potentiaaliset toimijat, jotka voivat toimia joustopalveluntarjoajina mahdollistamalla esimerkiksi pienten resurssien aggregoinnin ja tarjoamisen joustomarkkinalle. Kartoitus on tärkeä osa alkuvaiheen arvioita, jotta voidaan varmistua, että suunnitellut jouston käytöt ovat mahdollista toteuttaa, sillä ilman joustopalveluntarjoajia joustomarkkinalla ei ole tarjontaa. Osittain joustoa tarjoavia osapuolia saadaan jo valmiiksi sähkön myyntiä tai kulutuksen optimointia tarjoavista osapuolista, jotka ovat jo valmiiksi mukana asiakkaidensa kanssa kysyntäjoustossa esimerkiksi spot-hintaohjauksen avulla. Ennen varsinaiseen joustojen käyttöön siirtymistä joustopalveluita tarjoaville toimijoille on tarpeen järjestää

Julkinen

7.4.2022

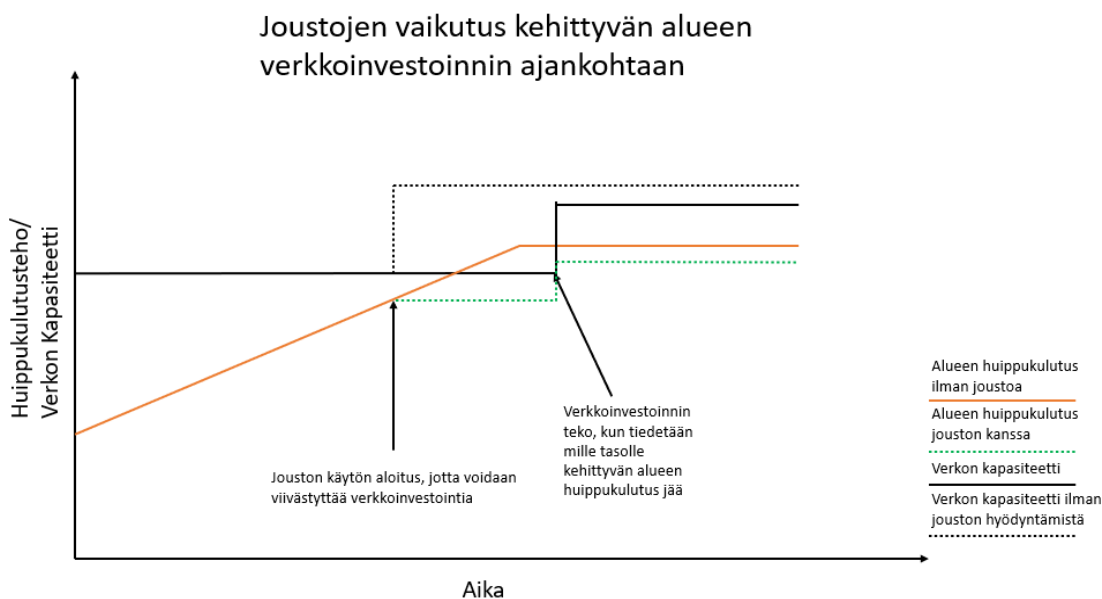
esimerkiksi infotilaisuuksia, koskien joustomarkkinan sääntöjä, toimintatapaa ja joustopalvelutuotteiden tuoterakenteita. Tällöin myös joustopalveluntarjoajille annetaan valmiudet kehittää omia palveluitaan joustoa tukeviksi ja viedä tietoa eteenpäin kuluttajille, joiden resursseja voidaan hyödyntää joustopalvelutuotteita toteutettaessa.

6.1.4. Regulaation huomioiminen

Sähköverkkotoiminnan valvontamalli

Sähköverkkoliiketoimintaa ohjaa sääntelyviranomaisen asettama valvontamalli, jossa määritellään kohtuullisen tuoton laskentakaava (Energiavirasto 2018). Sääntelyviranomaisen hoitaa valvontaa, joka on jaettu neljän vuoden pituisiin valvontajaksoihin. Tämän raportin kirjoitushetkellä meneillään on viides valvontajakso, joka päättyy vuoden 2023 lopussa. Tämänhetkisestä valvontamallia ei ole suunniteltu siten, että se ottaa mahdolliset joustojen käytöt laajasti huomioon. Kun tehdään verkkoinvestointi, sähköverkon arvo kasvaa, kasvattaen myös siihen sitoutunutta pääomaa, jolle valvontamallissa on määritelty kohtuullinen tuottoaste. Kun hyödynnetään joustoja verkkoinvestoinnin sijaan, ei sähköverkkoon sitoutunut pääoma kasva, jonka perusteella kohtuullista tuottoa lasketaan. Lisäksi jouston hankinta aiheuttaa operatiivisia kustannuksia, jotka heikentävät verkkoyhtiön tehokkuutta valvontamenetelmien tehokkuusmittauksissa. Seuraavan valvontakauden valvontamallia tulisi tarkastella siten, että se mahdollistaa taloudellisesti kannattavien joustojen hyödyntämiseen, joilla voidaan esimerkiksi viivästyttää tai kokonaan estää verkkoinvestoinnin teko.

Valvontamallin tulisi ohjata joustojen käyttöön siten, että vältetään verkon rakenteiden ylimitoittamiselta esimerkiksi tilanteissa, jossa kehittyvällä alueella syntyy tarve vahvistaa verkkoa. Tällaista tilannetta on havainnollistettu esimerkiksi kuvassa 10, jossa ilman joustoa verkkoinvestointi jouduttaiisiin tekemään aikaisemmin, eikä tällöin ole välttämättä varmuutta siitä, kuinka paljon verkkoa tulisi vahvistaa, sillä alueen kehitys on vielä kesken. Jouston avulla voidaan saada lisää aikaa, jolloin alueen kehitystä voidaan seurata ja ennustaa paremmin mitoitustarvetta ja tarvittaessa tehdä oikean kokoinen verkkoinvestointi. Lisäksi joustoa voidaan hyödyntää myös verkkoinvestoinnin jälkeisenä aikana, jolloin verkon mitoitustarvetta voidaan pienentää.

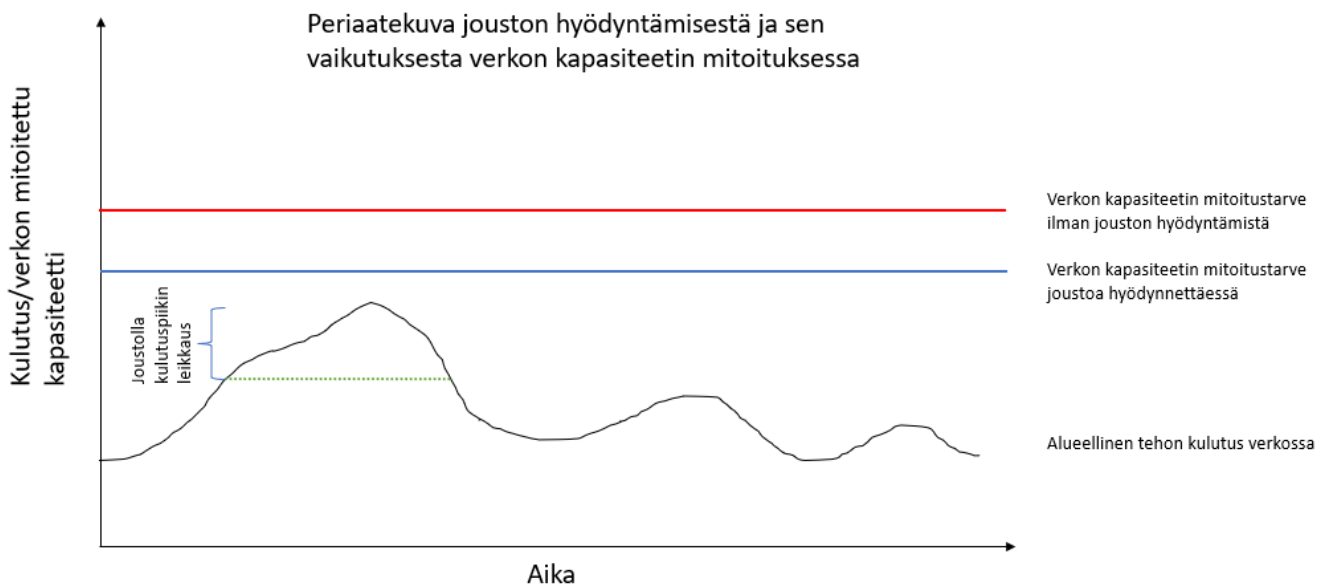


Kuva 10 Joustojen käyttö kehittyvällä verkkoalueella

Julkinen

7.4.2022

Toinen esimerkki, jolla verkon ylityöittämistä voidaan vähentää joustojen avulla, on verkkoinvestoinnin välttäminen. Tätä on havainnollistettu kuvassa 11, jossa verkon alueella tapahtuvaa kulutuspiikkiä leikataan joustoa hyödyntäen. Jos tällaisia piikkejä ei esiinny ajallisesti usein, jouston käyttö voi olla verkkoyhtiön sekä asiakkaan näkökulmasta taloudellisempi ratkaisuna, verrattuna verkon vahvistamiseen. Jos verkkoa vahvistetaan harvaan esiintyvien piikkien takia, on verkon kapasiteettista huomattavasti suurempi osa käyttämättä suurimman osan ajasta.



Kuva 11 Joustojen käyttö verkkoinvestoinnin välttämiseksi

Valvontamallin tulisi siis ohjata taloudellisesti järkevien joustojen hyödyntämiseen, joilla voidaan ohjata järkevämpään verkon mitoitukseen samalla pienentäen verkon asiakkaiden kulurakennetta.

Joustopalveluntarjoajan sääntely

Alkuvaiheen joustomarkkinalla joustopalveluntarjoajan toiminta voi mahdollisesti herättää tarpeita sääntelyyn. Joustopalveluntarjoaja voi olla itsenäinen toimija, joka ei ole sähkön myyjä tai tasevastaava. Lisäksi joustoresurssin avoin toimittaja tai tasevastaava voi olla osapuoli, joka ei ole millään tavalla joustoprosessissa mukana. Alkuvaiheen joustomarkkinalla joustokauppoja ei ole ajateltu tarpeen kompensoida ja korjata joustoresurssin avoimelle toimittajalle tai tasevastaavalle. Ennakkotiedon toimittaminen joustokaupoista joustoresurssin avoimelle toimittajalle tai tasevastaavalle antaisi kuitenkin mahdollisuuden ottaa joustot huomioon sähkönhankinnassa. Jos kaikki menee niin kuin on luvattu tässä toimintamallissa ei ole ongelmia liittyen joustoresurssin avoimen toimittajan tai tasevastaavan sähkönhankinnan ja tasehallinnan kustannuksiin. On mahdollista, että jousto voi jäädä toimittamatta tai joustoresurssin avoimelle toimittajalle ja tasevastaavalle välitetään virheellistä tietoa joustokaupoista, mistä saattaa koitua kustannuksia sähkönhankintaan ja tasehallintaan. Koska joustopalveluntarjoajan ei tarvitse olla sopimussuhteessa joustoresurssin avoimen toimittajan tai tasevastaavan kanssa, ilman selvää sääntelyä, jossa määritellään myös joustopalveluntarjoajaa koskevat vastuut alkuvaiheessa, voi sähkön myyjien ja tasevastaavien sähkönhankintaan ja tasehallintaan liittyvät riskit kasvaa. Tämänkaltaisen tilanne voi syntyä esimerkiksi, jos joustojen kauppapaikka ei lähde keräämään sanktioita joustopalveluntarjoajilta ja jakamaan niitä joustoresurssien avoimille

Julkinen

7.4.2022

toimittajille tai tasevastaaville. Tällöin joustopalveluntarjoaja ei ole vastuussa kaupankäyntitietojen oikeellisuudesta tai joustojen toimituksesta joustoresurssin avoimelle toimittajalle tai tasevastavalle.

6.1.5. Sopimukset

Joustojen käyttöön liittyen syntyy tarvetta sopimussuhteille joustoon osallistuvien osapuolien välille. Alkuvaiheessa tulisi määritellä sopimukseen vähintäänkin osapuolien vähimmäisveloitteet ja vastuut. Tässä selvityshankkeessa suunnitellun joustoihin liittyvän toimintamallin pohjalta on tunnistettu vähintäänkin kolme eri sopimussuhdetta, jotka ovat tarpeellisia toimintamallin toteutuksen kannalta.

Joustopalveluntarjoaja – Kauppapaikka

Joustopalveluntarjoajan ja kauppapaikan välisessä sopimuksessa määritetään kaupankäyntiehdot, joihin joustopalveluntarjoajan tulee sitoutua ennen kuin se voi käydä kauppaa joustomarkkinapaikalla. Ehdossa tulee myös asettaa joustopalveluntarjoaja vastuuseen koskien joustojen toimitusta, joka tarkoittaa myös, että joustopalveluntarjoaja on taloudellisessa vastuussa mahdollisista sanktioista, jos jousto jätetään toimittamatta. Tarkemmin nämä sanktiot ohjataan verkkoyhtiölle ja joustoresurssin avoimelle toimittajalle siinä suhteessa, kun sanktioista on sovittu. Tällöin sopimuksessa voidaan vaatia jonkin suuruisia vakuuksia talletettavaksi kauppapaikalle, joita voidaan käyttää sanktioihin tarvittaessa.

Verkkoyhtiö – Kauppapaikka

Verkonhaltijan ja kauppapaikan välisessä sopimuksessa määritetään kaupankäyntiehdot, joihin verkkonhaltijan ja kauppapaikan tulee sitoutua ennen kuin voidaan käydä kauppaa joustopalvelutuotteista joustomarkkinalla. Sopimuksessa tulisi määrittää, että kauppapaikan tulee solmia joustoa tarjoavien osapuolien kanssa sopimus, jossa joustopalveluntarjoaja on vastuussa verkkoyhtiölle sanktioista, jos jouston toimitus epäonnistuu. Tarvittavien tietojen toimituksen osalta tulee myös sopia, jotta kauppapaikalla on valmius suoriutua sanktioiden jakamisesta ja laskuttamisesta.

Joustopalveluntarjoaja – Joustoresurssin haltija

Joustopalveluntarjoajan ja joustoresurssin haltijan välisessä sopimuksessa määritetään, millä tavalla joustopalveluntarjoaja voi käyttää joustoresurssin haltijan joustoresurssia hyväksi ja miten tämä korvataan joustoresurssin haltijalle. Sopimuksen irtisanomisehdossa tulisi myös ottaa huomioon mahdollisuus irtisanomiselle tilanteissa, joissa joustoresurssin omistajuus vaihtuu. Tällainen tilanne on esimerkiksi mahdollista, kun käyttöpaikan, kuten omakotitalon omistajuus vaihtuu. Joustopalveluntarjoajan ja resurssin haltijan välisessä sopimuksessa joustopalveluntarjoaja valtuutetaan näkemään resurssin haltijan sähkönmyyjä tiedot, jotta joustokaupoista pystytään välittämään tietoa oikeille osapuolille kaupankäyntitilanteessa.

6.1.6. Jouston kehitysfoorumi

Joustoihin liittyvien asioiden tiimoilta voisi olla perusteltua perustaa alkuvaiheessa joustoon liittyvä kehitysfoorumi, jonka tarkoituksena on kehittää joustoihin liittyvää tiedonvaihtoa, tuoterakenteita, sekä joustomarkkinarakennetta kuulemalla ja ottamalla huomioon joustoon liittyviä osapuolia ja toimijoita. Esimerkiksi sähkömarkkinalain mukaan Fingrid vastaa sähkökaupan ja taseselvityksen edellyttämän tiedonvaihdon kehittämisestä ja tähän liittyen Fingrid ylläpitää tukkumarkkinoiden kehitysfoorumi, jossa käsitellään tiedonvaihtoon liittyviä ajankohtaisia asioita, kehitysehdotuksia- ja tarpeita (Fingrid 2022). Joustokaupankäyntiin liittyvän tiedonvaihdon kehitys voisi myös olla osana Fingridin vetämää tiedonvaihdon kehitystoimintaa, sillä joustot ovat osa sähkökauppaa.

Julkinen

7.4.2022

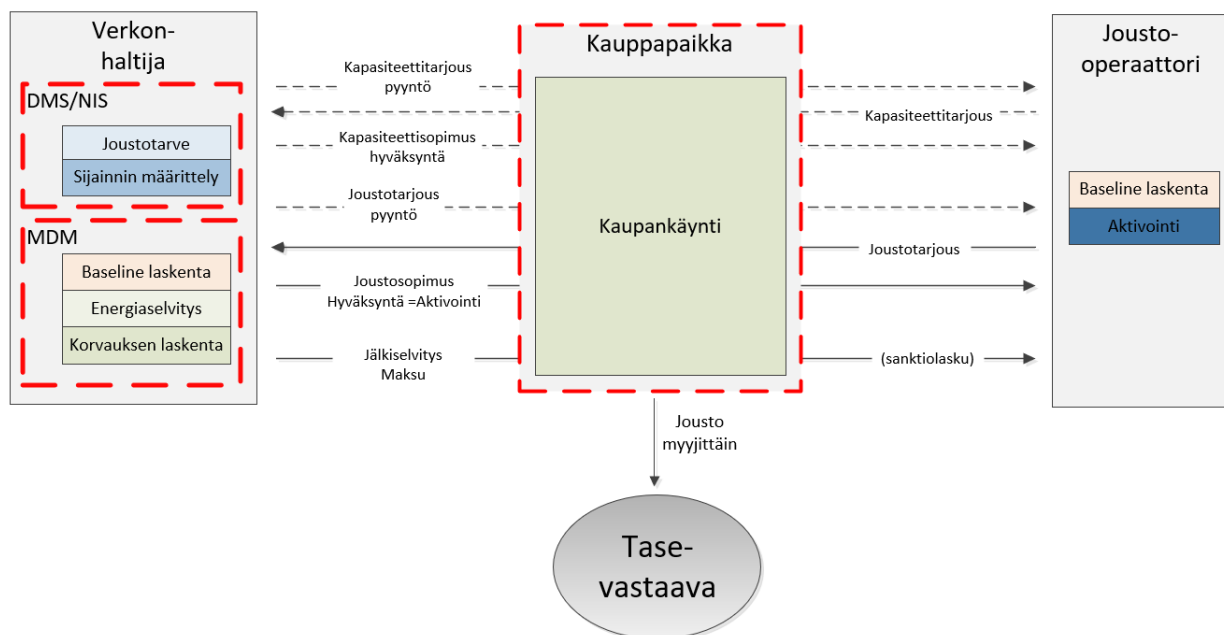
Tällä hetkellä voidaan todeta, että joustoihin liittyvän kokonaisuuden edistämisen vastuut ovat hyvin hajallaan vielä. Sähkömarkkinalain lakimuutosehdotuksessa on kuitenkin ehdotettu Energiaviraston olevan vastuussa joustopalvelutuotteiden ehtojen yhdenmukaistamisesta ja yleisten vaatimuksien määrittämisestä joustopalveluiden hankinnalle markkinan yhdenmukaistamiseksi (TEM 2021). Tämän perusteella voidaan todeta, että lakimuutos ohjaisi lähtökohtaisesti Energiavirastoa luomaan sääntelykehiksen koskien joustoja ja siltä osin kehittämään joustoihin liittyvää toimintaa. Lähtökohtaisesti joustopalveluiden toiminnan kehittäminen koskettaa jakeluverkkoyhtiöiden toimintaa, joten luontevaa voisi olla, että joustoihin liittyvä kehitystoiminta olisi myös jakeluverkkovetoista.

6.2. Käyttöönoton valmistelu alkuvaiheessa

Alkuvaiheen arvioiden ja selvitysten jälkeen tai niiden aikana voidaan siirtyä alkuvaiheen joustomarkkinoiden käyttöönoton valmisteluun, jos jouston hankinta on todettu taloudellisesti järkeväksi vaihtoehdoksi verkon käytön ja suunnittelun osalta. Tämä vaihe käyttöönottomallissa voidaan toteuttaa osin päällekkäin alkuvaiheen arvioiden kanssa, kunhan varmuus kannattavuudesta käyttää joustoja on pystytty saavuttamaan. Osittain tämä vaihe voidaan myös toteuttaa mahdollisten joustojen koskevien pilottihankkeiden yhteydessä, joiden päätyttyä pilotointiprojektien aikaisia rakenteita olisi mahdollisuus myös hyödyntää jatkossa. Käyttöönoton valmisteluvaihe keskittyy tarvittaviin investointi- ja järjestelmätarpeisiin, jotta joustopalvelutuotteiden hyödyntäminen voidaan aloittaa.

6.2.1. Investointi- ja järjestelmätarpeet vuoteen 2024

Investointi- ja järjestelmätarpeet käyttöönoton valmistelussa keskittyvät kauppapaikkaan ja verkonhaltijan järjestelmiin. Näitä on myös havainnollistettu kuvassa 12, jossa investointi- ja järjestelmätarpeet ja niihin liittyvät toiminnallisuudet ovat rajattuna punaisella katkoviivalla. Yhtenä tarpeellisena kokonaisuutena on kauppapaikka, jonka lisäksi verkonhaltijan järjestelmät vaativat mahdollisesti kehitystä, jotta voidaan määritellä jouston tarve ja sijainti, sekä laskea baseline joustoresursseille mitausdataa hyödyntäen, jonka pohjalta on mahdollista tehdä joustojen selvitykseen liittyvää raportointia kauppapaikan suuntaan.



Kuva 12 Alkuvaiheen joustojen käyttöön liittyvät investointi- ja järjestelmätarpeet

Julkinen

7.4.2022

Kauppapaikka

Alkuvaiheen investointi- ja järjestelmätarpeista kauppapaikka voidaan tunnistaa olevan merkittävän, sillä se on täysin uusi järjestelmä/alusta. Kauppapaikkana voi toimia joko olemassa oleva alusta, joita on esitelty esimerkiksi kv-referensseissä tai vaihtoehtoisesti se voi olla erillinen täysin uusi alusta. Kummassakin tapauksessa kauppapaikan tulisi olla rakenteeltaan sellainen, jossa on valmiudet käydä kauppaa alkuvaiheen joustotuotteilla, joita hankitaan jouston toimitusta edeltävänä päivänä. Lisäksi mahdollinen resurssirekisterin ylläpito voisi olla kauppapaikan yhtenä tehtävänä. Automaattisen joustoresurssin esivalintaprosessin hoitaminen kauppapaikan kautta voisi kuitenkin olla turhan raskas ominaisuus kauppapaikalle, jonka takia esivalintaprosessi voitaisiin myös hoitaa alkuvaiheessa manuaalisesti verkkoyhtiön ja joustopalveluntarjoajan välillä. Tällöin tiedot hyväksytyistä joustoresursseista voidaan tallentaa kauppapaikan ylläpitämään resurssirekisteriin, jota voidaan hyödyntää kaupankäynnin tukena. Jotta kauppapaikalla olisi valmiudet kaupankäyntiin kappaleessa 4 määritetyille joustotuotteelle, tulisi siitä löytyä seuraavanlaisia ominaisuuksia:

- Joustoresurssien rekisteröinti ja hyväksyntä? (Automaattisen esivalintaprosessin luominen voi olla hyvin raskas ominaisuus kauppapaikalle)
 - o Resurssirekisterin ylläpito kauppapaikalla
- Kapasiteetti- ja joustotarjouspyyntöjen vastaanotto, esittäminen ja välittäminen
- Kapasiteetti- ja joustotarjosten vastaanotto, esittäminen ja välittäminen
- Kaupankäynnin säännöt
- Ilmoitus toteutuneista kaupoista tasevastaavalle/TSO:lle
- Rahaliikenteen mahdollistaminen eri markkinaosapuolien välillä
 - o Korvausten laskenta ja laskutus
- Tarvittavat käyttöliittymät osapuolille
- Tarvittavat integraatorajapinnat osapuolille

Kauppapaikkaan liittyvät kustannukset voidaan karkeaesti jaotella käyttöönottoprojektiin liittyviin kertaluontoisiin kustannuksiin, sekä mahdollisiin joka vuotisiin kustannuksiin, joita syntyy kauppapaikan ylläpidosta ja tukitoiminnoista, alusta- ja tietoliikenne kustannuksista sekä mahdollisesta lisenssistä hyödynnettäessä kolmannen osapuolen tarjoamaa alustaa kauppapaikalle. Jos ei hyödynnetä olemassa olevaa kauppapaikkaa, syntyy käyttöönottoprojektin yhteyteen myös kauppapaikan alussa tapahtuvaan kehitykseen liittyviä kustannuksia.

Kansainvälisissä projekteissa olemassa olevia kauppapaikkoja on jo hyödynnetty ja esimerkiksi yhdessä kehitysprojektissa kauppapaikan käyttöönottokustannukset ovat olleet arviolta noin 600–700 k€ luokkaa. Huomioitavaa on kuitenkin, että olemassa olevien kauppapaikkojen käyttöönottoprojektien ja käytön kustannukset riippuvat hyvin paljon ominaisuuksista, joita kauppapaikalta vaaditaan ja näin ollen kustannukset vaihtelevat eri kauppapaikan hankintaan liittyvien projektien välillä.

Julkinen

7.4.2022

Verkkoyhtiön järjestelmät

Verkkoyhtiöiden järjestelmätarpeet alkuvaiheessa liittyvät joustotarpeiden ja niiden topologisen sijainnin määrittämiseen, sekä baseline-laskentaan ja jouston toteumaraporttien luomiseen. Yleisesti topologisen sijainnin määrittelemiseen suunnittelutilanteessa voidaan käyttää NIS-järjestelmää. DMS-järjestelmää voidaan hyödyntää, kun määritellään jouston tarpeita eri kytkentätilanteissa. Ilman merkittävää järjestelmäkehitystä voi kuitenkin olla mahdotonta saada joustotarvetta ulos NIS- ja DMS-järjestelmistä käyttökelpoisella tavalla ilman käyttäjätulkintaa.

Huomioita DMS- ja NIS-järjestelmien hyödyntämisestä ja vaatimuksista jouston tarpeen määrittelyssä:

- Verkontukijärjestelmä (DMS)
 - o Verkon ajotilanteen ennakointi joustotarpeiden tunnistamiseksi.
 - Esimerkiksi raportti, joka näyttää verkon vyöhykkeet ja seuraavan päivän eri kytkentätilanteiden mukaisen kapasiteetin.
 - Edellä mainittuun raporttiin yhdistetään manuaalisesti vyöhykkeeseen liittyvä kuormaennuste (Mittaustiedon hallintajärjestelmä/Verkonhallintajärjestelmä).
 - o Tuloksena ensi vaiheen tuki siihen, että joustotarpeesta voi lähteä rakentamaan manuaalisesti tarjouspyynnön.
 - o Suuntaa antava kustannusarvio:
 - Uuden raportin rakentaminen / valmiudet, 20-40k€ järjestelmätoimittajatyötä
- Verkonhallintajärjestelmä (NIS)
 - o Verkonhallintajärjestelmä tukee jouston hankintaprosessia niin, että se tarjoaa verkon suunnitellun topologiatiedon ja komponenttitiedot DMS-järjestelmän käyttöön.
 - o Ei tunnisteta muutostarvetta ensi vaiheen prosessiin liittyen.
 - o Voidaan käyttää yleisen, mitoitukseen perustuvan joustotarpeen karkeaan määrittelyyn, mikäli DMS-järjestelmä ei ko. verkossa pysty tarjoamaan kytkentätilaan perustuvaa tarkempaa tietoa

Baseline-laskennan ja joustojen toteutumien raportointia tukevaksi järjestelmäksi voidaan nähdä mitaustiedon hallintajärjestelmät (EDM/MDM) alkuvaiheessa.

Mittaustiedon hallintajärjestelmään vaadittavat tukitoiminnot:

- Tuki tarvittavalle tiedonvaihdolle
- Tuki baseline-laskennalle
- Tuki joustojen jälkiselvitykselle
 - o Energiaselvitys

Julkinen

7.4.2022

- o Korvauksen laskenta
- Yleisimmät Mittaustiedon hallintajärjestelmät (MDM,EDM) sisältävät laskentatyökalut, joita voi hyödyntää erikoislaskentojen tekemiseen.
- Suuntaa antava kustannusarvio:
 - o Laskentojen laatiminen ja testaus / valmiudet 30-50k€ järjestelmätoimittajatyötä

Alkuvaiheessa verkkoyhtiöiden järjestelmäkehitys tulisi pitää hyvin maltillisena. Jatkoa ajatellen, mahdollisia lisäjärjestelmiä vaaditaan etenkin reaaliaikaisempien joustotarpeiden määrittystä varten. Tulevaisuudessa joustokaupankäynnin kehittyessä esimerkiksi baseline-laskennat voivat tapahtua joustorekisterissä ja joustojen todentaminen kauppapaikan kautta. Tällöin nämä tukitoiminnot jäävät merkityksettömiksi verkkoyhtiön järjestelmissä, jolloin niihin ei kannata merkittäviä investointeja alkuvaiheessa kohdistaa.

6.3. Joustojen käyttö alkuvaiheen toiminnallisuudella

Ennen varsinaista kaupankäyntiprosessia voi olla tarpeen, että joustopalveluntarjoajan on rekisteröitävä hallinnoimansa joustoresurssit, ja niihin liittyvät tarvittavat tiedot esimerkiksi kauppapaikalle, sillä joustorekisteriä ei ole alkuvaiheessa olemassa. Verkkoyhtiö voi asettaa tietyt vaatimukset, jotka joustopalveluntarjoajan ja joustoresurssien tulisivat täyttää osallistuakseen joustokaupankäyntiin. Nämä vaatimukset tulee olla mahdollisimman kevyet, mutta niiden avulla tulisi kuitenkin pystyä varmistamaan, että joustopalveluntarjoaja oikeasti tarjoaa resursseja, joilla on kyky toteuttaa joustopalvelutuotteita.

Itse joustonhankintaan liittyvä tarkempi kaupankäyntiprosessi on havainnollistettu luvun 5.6.1 kuvassa 7 koskien joustoprosessia, jossa joustoprosessin kaikki vaiheet on pyritty tarkemmin havainnollistamaan, jotta tiedonvaihtotarpeet voidaan tunnistaa. Joustojen käyttöä alkuvaiheen toiminnallisuuksilla on pyritty karkeasti havainnollistamaan kuvassa 13, jossa on esitettyä yksinkertainen joustonhankintaprosessi energiaperusteisella joustotuotteella, joka hankitaan päivää ennen tapahtuvalla kaupankäyntiperiaatteella.

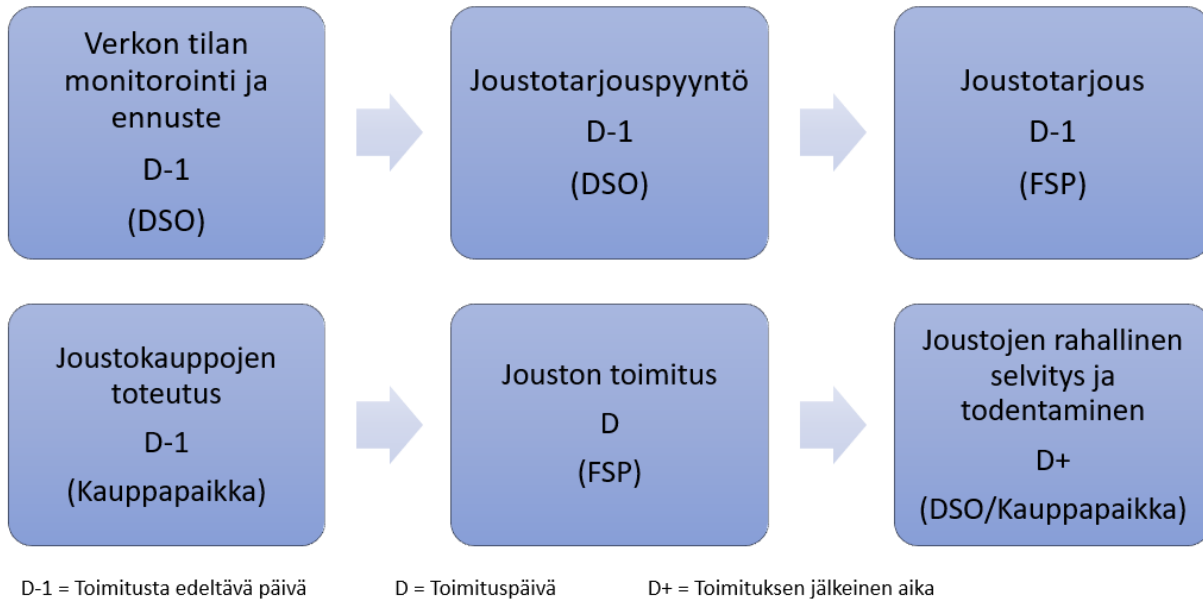
Ennen kaupankäyntiprosessia verkkoyhtiö tekee päivittäistä verkon tilan ennustamista, jonka kautta saadaan informaatiota tulevista rajoitteista. Kun on tunnistettu mahdolliset rajoitteet, voidaan suunnitella jouston hankintaa, jolla nämä rajoitteet voidaan ratkaista. Jos todetaan, että joustolla pystytään ratkaisemaan tilanne, siirrytään kaupankäynti vaiheeseen.

Kaupankäyntivaihe sisältää tarjouskilpailun luonnin verkkoyhtiön osalta, jossa määritetään myös "markkina-alue" eli fyysinen alue, josta joustoa lähdetään hankkimaan verkon fyysisten rajoitteiden ratkaisemiseksi. Tämän jälkeen joustopalveluntarjoajat voivat vastata tarjouspyyntöön jättämällä tarjouksia joustoresursseilla, joilla on markkina-alueen kannalta fyysisesti soveltuva sijainti. Kaupankäynnin sulkeutuessa kauppapaikalla toteutetaan tarjouksia sen verran, että verkkoyhtiön tarvitsema joustovolyymi saadaan hankittua. Alkuvaiheen taseselvitysmallissa toteutuneesta kaupasta lähtee ainoastaan tieto tasevastaavalle tai avoimelle toimittajalle, jonka sähkönhankintasuunnitelmaan joustokaupalla voi olla vaikutusta.

Jouston toimituspäivänä joustopalveluntarjoaja vastaa jouston toimituksesta ja sen seuraamisesta. Jälkiselvitys tapahtuu toimituspäivän jälkeen, kun siihen vaadittava mittausdata on saatavilla. Jälkiselvityksessä todennetaan toimitetut joustot ja jaetaan korvaukset, sekä laskutetaan mahdollisista sanktioista. Mahdolliset sanktiot jaetaan verkkoyhtiön ja tasevastaavan tai avoimen toimittajan kesken, joiden toimintaan toimittamatta jääneellä joustolla on mahdollisesti ollut vaikutuksia.

Julkinen

7.4.2022



Kuva 13 Yksinkertainen joustoprosessi

Joustojen käytön on tarkoitus olla mahdollisimman yksinkertaista alkuvaiheen toiminnallisuuksilla ja esimerkiksi monimutkaisempia koordinaatiomekanismeja ei vielä alkuvaiheen joustomarkkinaprosessiin ole välttämätöntä tai mahdollista sisällyttää.

6.4. Haasteet ja ratkaisuehdotukset, jotka liittyvät käyttöönottomalliin

Markkinaehtoisten joustotuotteiden käytön ollessa täysin uusi asia paikallisella tasolla Suomessa tuo se myös omat haasteensa alkuvaiheen joustotuotteiden käyttöönottomalliin. Käyttöönottomallin ja ylipäätään paikallisen jouston käyttöön liittyviä haasteita voidaan tunnistaa verkkoyhtiön, joustopalveluntarjoajan, joustoresurssin haltijan ja alkuvaiheen joustomarkkinan sääntöihin liittyen. Lisäksi joustomarkkinoilla voi olla vaikutuksia joustomarkkinan näkökulmasta ulkopuolisiin osapuoliin, joita voivat olla tasevastaavat ja sähkön myyjät.

Sanktiot jouston toimittamatta jättämisestä tasevastaavalle/avoimelle toimittajalle

Verkkoyhtiö voi velvoittaa kauppapaikan tai joustopalveluntarjoajan välillä tehtävän sopimuksen kautta, että joustopalveluntarjoaja on taloudellisessa vastuussa jouston toimittamatta jättämisestä seuraavista sanktioista. Sopimuksen ollessa verkkoyhtiön ja kauppapaikan välinen, ei siinä oteta kantaa sanktioista/korvauksista joustoresurssin tasevastaavalle/avoimelle toimittajalle, sillä tämä osapuoli ei osallistu joustomarkkinalle tilanteessa, jossa joustopalveluntarjoaja on esimerkiksi itsestä aggregointia harjoittava toimija. Koska joustopalveluntarjoaja voi olla osapuoli, joka ei ole minkäänlaisessa vastuussa tasevastaavalle sääntelyn kautta, eikä joustopalveluntarjoajaa ole veloitettu solmimaan sopimusta tasevastaavan/avoimen toimittajan kanssa, seuraa tästä taloudellisia riskejä tasevastaaville/avoimille toimittajille, ellei kauppapaikka määrää sopimussuhteessaan joustopalveluntarjoajan kanssa näiden sanktioiden korvaustavasta. Tämän takia joustopalveluntarjoajan rooli voi vaatia sääntelyä tai kauppapaikan tulisi olla velvollinen keräämään mahdolliset sanktiot ja toimittamaan korvaus verkkoyhtiön lisäksi tasevastaavalle/avoimelle toimittajalle.

Julkinen

7.4.2022

Pientuotannon hallinta ja sen tuoterakenne

Pientuotannon hallintaan liittyvän tuotteen toteuttaminen markkinaehtoisesti voi olla käytännössä haastavaa, sillä jousto tulee saada todella rajalliselta alueelta ja kannusteet osallistua harvoin tapahtuvaan joustoon voivat olla pienet. Ilman velvoitetta osallistua joustoon riskinä voi olla vähäinen joustoon osallistuminen, jolloin lisääntyneen pientuotannon ongelmat eivät ratkea markkinaehtoisia joustoja käyttäen. Jos aurinkopaneelien tehonrajoitukseen liittyvä ohjaus halutaan toteuttaa etänä, vaaditaan yhteisesti määritetty rajapinta aurinkosähköjärjestelmille, jotta verkonhaltija pystyisi ohjaamaan aurinkopaneelien tuotantoa tarvittaessa lyhyen ajan. Tässä hankkeessa markkinaehtoisesta pientuotannon hallinnan lähtökohtana on ollut se, että tehonrajoitus korvataan tuottamatta jääneen energian perusteella. Koska tehonrajoituksen tarve voi olla ajallisesti lyhyt ja volyymiltaan pieni, voivat tästä pientuottajalle maksettavat korvaukset jäädä vähäisiksi. Jos korvaukset ovat pieniä, intressi osallistua joustoon pysyy hyvin matalana. Energiaperusteisen korvauksen sijasta pientuotannon hallintaan liittyvästä joustotuotteesta voitaisiin kuitenkin käydä kauppaa pelkäästä joustokapasiteettista, joka voisi olla perusteltua, jos voidaan todeta tuotannon leikkausten olevan hyvin pieniä energiamäärältään. Tällä tavoin pientuottaja saisi ainakin varmuuden saatavasta palkkiosta, kun osallistutaan joustoon.

Mistä saadaan kauppapaikka tai alusta kaupankäynnille?

Kauppapaikkana tai kaupankäyntialustana joustotuotteille voidaan käyttää siihen rakennettua alustaa tai hyödyntämällä esimerkiksi olemassa olevia kaupankäyntialustoja, joita on esitetty kv-referensseissä. Molempiin vaihtoehtoihin liittyy kuitenkin omat haasteensa. Jos lähdetään rakentamaan erillistä kaupankäynti alustaa, avoimia kysymyksiä on monia. Kuka tämän ottaa vastuulleen, kuka rahoittaa ja kuka operoi kauppapaikkaa joustojen käyttövaiheessa. Jos taas hyödynnetään jo valmiita alustaa, herää kysymyksenä, onko Suomi joustomarkkinoiden kannalta tarpeeksi kiinnostava maa kauppapaikan operoinnille verrattuna esimerkiksi Keski-Euroopan maihin, joissa paikallisen jouston tarve voidaan nähdä paljon suurempana. Lähtökohtaisesti kauppapaikan ylläpito kolmannelle osapuolelle on liiketoimintaa, jonka tulisi olla tuottavaa, eikä Suomi ole välttämättömästi houkuttelevin kohdemaahan tämänkaltaiselle liiketoiminnalle. Tällöin valmiin kauppapaikan hyödyntäminen voi myös olla hyvin kallista ja tässäkin tapauksessa avoimena kysymyksenä nousee esille vastuut kustannusten kattamisesta. Kynnyskysymyksenä kauppapaikan hankinnalle/rakentamiselle nousee mahdollisesti verkkoyhtiöiden halukkuus maksaa kauppapaikasta jouston tarpeen pysyessä hyvin matalalla tasolla etenkin alkuvaiheessa.

Joustopalveluntarjoajien määrä ja innokkuus osallistua?

Joustopalveluntarjoajat ovat välttämätön osapuoli joustomarkkinan toiminnan kannalta, sillä ne mahdollistavat pienempien resurssien pääsyn joustomarkkinalle. Jos joustopalveluntarjoajien mukaan saaminen joustomarkkinalle osoittautuu vaikeaksi, voi joustomarkkinan likviditeetti olla heikko. Tätä tilannetta ei kuitenkaan pääse syntymään, jos joustopalveluntarjoajat pystyvät arvioimaan joustomarkkinalle osallistumisen taloudellisesti kannattavaksi luoden uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Alkuvaiheessa sekä jatkossa likviditeetin lisäämiseksi ja joustopalveluntarjoajien mielenkiinnon herättämiseksi voisi olla mahdollista myös käyttää markkinan takaajaa, joka olisi velvollinen jättämään tietyn verran tarjouksia joustomarkkinalle lisäten hintakilpailua ja muiden joustopalveluntarjoajien kiinnostusta osallistua joustomarkkinalle.

Julkinen

7.4.2022

7. Jatkotoimet 2024 jälkeen

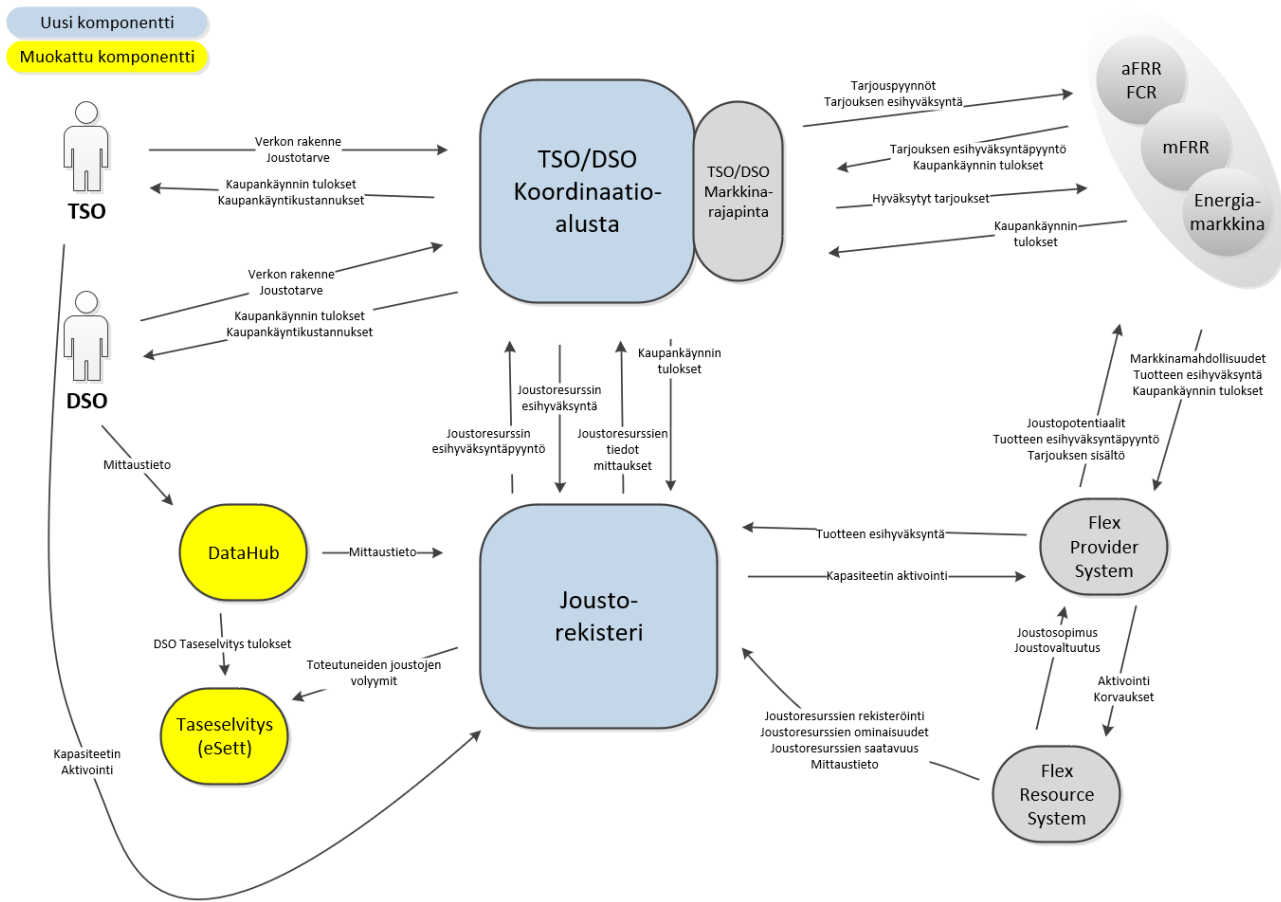
Alkuvaiheen joustotuotteiden kaupankäynti on ajateltu tapahtuvan päivää ennen tapahtuvalla kaupankäynnin periaatteella. Joustomarkkinoiden ja jouston tarpeen ennustamisen kehittyessä ja mahdollisen jouston tarpeen kasvaessa joustotuotteiden kehitykselle voidaan kuitenkin nähdä tarvetta. Lisäksi varttitasoiseen taseselvitykseen, mittaukseen ja kaupankäyntiin tukkumarkkinoilla siirtyminen voidaan tunnistaa yhdeksi ajuriksi joustotuotteiden kehitykselle, jotta ne olisivat yhdenmukaisia muiden markkinoiden tuotteiden ja prosessien kanssa. Reaaliaikaisempi verkon seuranta ja reagointi rajoitteisiin tarkoittaa, että kaupankäynti tulee tapahtumaan tulevaisuudessa päivänsisäisillä tuotteilla, jotka voidaan aktivoida hyvinkin lähellä toimitushetkeä. Tämä tarkoittaa myös joustoresurssien kannalta lähempänä toimitushetkeä tapahtuvaa ohjausta. Jotta reaaliaikaisemmalla markkinalla ja kehittyneemmällä joustojen koordinoinnilla olisi edellytykset toimia, tarvitaan joustomarkkinakonseptiin myös lisärakenteita.

Jatkotoimenpiteitä voidaan lähteä tarkastelemaan esimerkiksi kuvan 14 pohjalta, jossa on kuvattuna erilaisia komponentteja, joita tulevaisuuden joustomarkkinoiden toimintamalli mahdollisesti pitää sisällään. Kuva 14 perustuu INTERFACE-tutkimushankeen näkemyksiin eri osa-alueista ja komponenteista, joilla mahdollistetaan verkkojen välinen koordinaatio jouston hankintahetkellä sekä yhtenäiset tiedonsäilytystavat. Uusina komponentteina kuvassa on esitettyä TSO/DSO-koordinaatioalusta sekä joustorekisteri. Lisäksi olemassa olevia komponentteja, jotka joustoprosessiin tulevaisuudessa mahdollisesti sisältyvä ovat Datahub ja taseselvitysyksikkö eSett.

INTERFACE-tutkimusprojektissa on esitetty, että joustorekisteri mahdollistaa joustoresurssien olennaisten tietojen säilytyksen. Nämä tiedot liittyvät mm. joustoresurssin teknisiin tietoihin kuten sijaintiin, kapasiteettirajoihin ja ajalliseen joustopotentiaaliin. Lisäksi joustorekisterissä voidaan säilyttää tietoa joustoresurssiin yhdistettävästä joustopalveluntarjoajasta ja joustoresurssin baselinetiedoista. TSO/DSO-koordinaatioalustalla on ajateltu tapahtuvan ennen varsinaista joustojen käyttöä joustoresurssien esivalintaprosessi, jossa varmistetaan joustoresurssien täyttävän vaatimukset osallistua joustoon, jolloin tämä tieto voidaan myös tallentaa joustorekisteriin. Itse joustonhankintaan liittyvässä prosessissa verkonhaltijat ennustavat joustotarpeitaan ja välittävät nämä tarpeet TSO/DSO-koordinaatioalustalle. Tätä kautta joustotarpeet välitetään markkinapaikalle. Joustopalveluntarjoajat vastaavat näihin tarjouspyyntöihin jättämällä tarjouksia markkinapaikalle. TSO/DSO-koordinaatioalustalle välitetään myös tiedot verkon rakenteista, jolloin sen tulisi pystyä ottamaan huomioon yhtäaikaisesti useamman verkon mahdolliset rajoitteet. TSO/DSO-koordinaatioalustan on siis ajateltu mahdollistavan esimerkiksi joustotarjouksien suodatuksen markkinapaikalta siten, että näkyvillä ovat vain tarjoukset, joiden toteutus ei aiheuta ongelmia muiden verkkojen alueella. (INTERFACE 2020)

Julkinen

7.4.2022



Kuva 14 Tulevaisuuden joustomarkkinan komponentit

Joustojen alkuvaiheen käytön jälkeen mahdollisesti siirryttäessä reaaliaikaisempaan joustojen käyttöön, tulee mekanismeja kehittää myös joustojen huomioimiseen taseselvityksessä. Tällöin joustokaupoille mahdollisesti tarvitaan jonkinlainen malli joustojen tasevaikutusten korjauksista, sekä kompensatioista sähkönhankintaan liittyen. Joustoressin avoimen toimittajan tai tasevastaavan taseeseen voidaan tehdä korjaus joustokaupan perusteella. Avoimena kysymyksenä on kuitenkin mihin referenssihintaan joustokaupan kompensointi tehdään, kun joustokaupalla on mahdollisesti vaikutusta tasevastaavaan tai avoimen toimittajan sähkönhankinnan onnistumisessa. Tämän kysymyksen ei ole yksiselitteistä vastausta, sillä sähkönhankintaa voi tapahtua usean eri markkinan kautta, jolloin myös sähkön kustannukset ja hinta vaihtelevat eri hankintatapojen välillä.

Tässä selvityshankkeessa tehdyt tuotemäärittelyt ovat tehty sen pohjalta, että niiden hankinta toteutetaan päivää edeltävän kaupankäynnin periaattein. Alkuvaiheen joustojen käytön jälkeen on mahdollista, että siirrytään kohti reaaliaikaisempaa kaupankäyntiä. Tällöin joustotuotteiden vaatimukset muuttuvat myös mahdollisesti tiukemmiksi ja tuotemäärittelyt vaativat päivytystä. Kun tarve tuotemäärittelyiden päivittämiselle syntyy, olisi järkevää, että alkuvaiheen jouston käyttöihin liittyviä rakenteita pystytään myös hyödyntämään tulevaisuudessa kehittämällä näitä rakenteita reaaliaikaisempaan joustonhankintaa tukeviksi.

Taulukossa 7 on esimerkiksi esitettyä tämän selvityshankkeen energiaperusteisen joustotuotteen yleinen tuotemäärittely. Taulukossa 7 on korostettuna keltaisella pohjalla tuotteeseen liittyviä

Julkinen

7.4.2022

ominaisuuksia, jotka mahdollisesti päivittyvät tulevaisuudessa jouston käytön kehittyessä. Ensimmäisenä taulukossa on kuitenkin korostettuna punaisella pohjalla mahdollisuus sille, että voi syntyä täysin uusi tuote, joka on tarkoitettu loistehon hallintaa varten paikallisesti. Tämänkaltaisen tuotteen kohdalla on kuitenkin syytä tarkastella tarkemmin muita tuotteeseen liittyviä määritelmiä, kuten esimerkiksi tämmöisen joustotuotteen todentamiseen liittyviä menetelmiä. Taulukossa 7 keltaisella korostetut ominaisuudet liittyvät tuotteen ja sen hankinnan ajallisiin ominaisuuksiin, joita on syytä päivittää, jos siirrytään päivänsäiseen kaupankäyntiin, sekä esimerkiksi varttitasoista selvitystä tukevaa tuoterakennetta kohti. Päivänsäisessä kaupankäynnissä jouston aktivointi voi tapahtua esimerkiksi 15 minuuttia ennen toimitusta, jolloin se asettaa tiukemmat vaatimukset myös joustoresurssin tehon säädölle. Lisäksi tarkempi mittaustarkeus voi mahdollisesti lisätä joustojen toimituksen tarkkuutta ja tasaisuutta. Mahdollisesti joustoresurssien teknisten vaatimusten tiukentaminen tulee myös lisäämään joustotuotteiden tuotemäärittelyssä vaadittavien attribuuttien ja ominaisuuksien määrää.

Taulukko 7 Alkuvaiheen energiaperusteisen tuotemäärittelyn mahdolliset tulevaisuuden päivitystarpeet

Attribuutti	Tarkempi määrittely
Tuotetta kuvaavat ominaisuudet	
Kapasiteetti/Energia	Energia
Päto-/Loisteho	Päto Teho
Tuotteeseen liittyvät ajalliset ominaisuudet	
Jouston minimi/maksimikesto	1h/-
Palautumisen ehdot	Joustoresurssin palautuminen joustosta ei saa ajoittua jouston tarpeen ajankohdalle, jos se aiheuttaa ongelmia verkolle
Jouston toimitus	Tehonmuutos tulee olla säädettyä toimitushetken alkaessa
Tiedonvaihtoon liittyvä ominaisuudet	
Päätös aktivoitavista tarjouksista	Manuaalinen (Ihminen tekee päätöksen)
Aktivointitapa	Automaattinen tiedonvaihto hyväksytyistä tarjouksista joustopalveluntarjoajan järjestelmään
Tekniset säännöt tarjouksiin liittyen	
Minimi tarjous	0,1MW
Tarjousportaan koko	0,1MW
Tarjouksen toteutustapa	Kokonaan
Aggregointi	Sallittu tietyiltä alueilta, resurssien tulee olla saman tyyppisiä (kulutus/tuotanto)
Tarjoukseen liittyvät aikataulut	

Julkinen

7.4.2022

Aikaikkuna tarjouksen jättämiselle	1 kuukausi – klo 9 toimitusta edeltävänä vuorokautena
Aikaikkuna tarjouksen hyväksynnälle	Toimitusta edeltävän vuorokauden klo 10 mennessä
Todentamiseen liittyvä säännöt	
Vertailutaso	Vaaditaan, määritellään myöhemmin
Mittausvaatimukset	1 h mittaustarkkuus, ei reaaliaikamittausta
Sanktiot jouston toteuttamatta jättämisestä	Vaaditaan, määritellään erikseen

Julkinen

7.4.2022

8. Yhteenveto ja jatkoselvitystarpeet

Paikallisten joustojen käytön ollessa Suomen jakeluverkoissa uusi asia, ei ole olemassa yhtä oikeaa ratkaisua joustopalveluiden käyttöönotolle ja joustoon liittyville toimintatavoille. Lisäksi kaikilla jakeluverkkoyhtiöillä ei vielä välttämättä esiinny tarpeita jouston käytölle. Alkuvaiheessa joustojen käyttö ja käytön pilotointi voi olla hyvinkin hajanaista ja verkkoyhtiöt voivat toteuttaa omanlaisia ratkaisuitaan joustonhankintaan liittyen. Tällöin joustonhankinta ei välttämättä tapahdu hyödyntäen esimerkiksi keskitettyä kauppapaikkaa, jonka käyttöön ohjaaminen vaatisi mahdollisesti sääntelyä. Joustoihin liittyvien käyttökokemusten lisääntyessä on kuitenkin mahdollista, että toimintatavat harmonisoituvat ja tähän osittain vaikuttaa myös joustojen käyttöön ja kehitykseen liittyvä mahdollinen sääntely. Tässä vaiheessa voidaan todeta, että joustojen käytön kehittyminen tulee tapahtumaan todennäköisesti askel kerrallaan, jolloin alkuvaiheen joustojen käytön rakenne tulisi olla sellainen, joka tukee myös jatkokehitystarpeita. Alkuvaiheessa otettava ensimmäinen askel on todennäköisesti jonkinlainen alan avaintoimijoiden toteuttama pilottiprojekti, jonka pohjalta joustojen jatkokehitystä voidaan lähteä toteuttamaan.

Tässä selvityshankkeessa on selvitetty tarvittavia mittaukseen, todentamiseen, selvitykseen ja koordinointiin liittyviä toimintamalleja, jotka soveltuvat joustotuotteille, joiden kaupankäyntiperiaate on päivää edeltävä kaupankäynti. Selvitys antaa pohjaa joustojen käyttöön liittyville käytännöille ja toimintamalleille sekä käsittelee asioita, joita tulisi ottaa huomioon otettaessa ensi askeleita kohti alkuvaiheen joustojen hyödyntämistä jakeluverkoissa.

Selvityksen aikana on noussut monia asioita esille, jotka voidaan nähdä haasteellisena joustojen käyttöön liittyen. Jotta joustoja pystytään hyödyntämään, tulisi jouston tarvetta ja verkon kapasiteetin riittävyttä pystyä arvioimaan ja ennustamaan etukäteen, mikä voi etenkin pienjänniteverkossa olla haasteellista. Tällöin jouston tarve voi olla tunnistettavissa vasta sillä hetkellä, kun joustoa tulisi jo aktivoida, jolloin päivää ennen hankittavien joustojen hyödyntäminen voi olla haasteellista. Mahdollisuuksien mukaan ilman merkittäviä lisäinvestointeja verkonhallintajärjestelmiin, voidaan esimerkiksi perinteisillä tehojakolaskelmilla saada tietoa verkon kapasiteetista eri kytkentätilanteissa. Osittain jouston tarvetta joudutaan kuitenkin arvioimaan karkeammin ennustaen kuorman määrää verkossa ulkoisten tekijöiden kuten ulkolämpötilan muuttuessa.

Myös verkkojen välisen koordinaation toteutus on noussut esiin haasteellisena asiana ja kehittyneemmät koordinaatiomekanismit vaativat mahdollisesti tuekseen joustorekisteriä ja koordinaatioalustaa. Useissa kansainvälisissä joustohankkeissa on noussut esille tarve joustoresurssin sijaintitiedon kytkennälle verkon topologiaan. Tämä itsessään luo jo tarpeen joustorekisterille, jossa tällaista tietoa voidaan säilyttää ja pitää saatavilla ainoastaan niille osapuolille, joilla on oikeus tähän tietoon.

Itse kehittyneemmän koordinaation tarve voidaan nähdä syntyvän esimerkiksi intressiristiriidoista, joita voi syntyä jakelu- ja kantaverkon sekä sähkömarkkinoiden erilaisista tarpeista. Jakelu- ja kantaverkon välillä tämä tarkoittaa sitä, että tulisi olla menetelmät, jolla joustoresurssien käyttö on koordinoitua siten, että se palvelisi parhaiten osapuolta, jolle joustoresurssista on eniten arvoa. Lisäksi, jos jousto pystytään tuomaan osaksi sähkömarkkinoiden kaupankäyntiä, syntyy paras indikaatio joustonarvosta, sillä tällöin joustoresurssin arvo perustuu kaikkien markkinoiden tarpeisiin. Kun näin on, voidaan todeta joustonhankinnan olevan täysin markkinaehtoista.

Julkinen

7.4.2022

Hankkeen pohjalta voidaan tunnistaa vähintäänkin seuraavanlaisia jatkoselvitystarpeita tuleviin joustoa koskeviin hankkeisiin liittyen:

- Joustopuhdas hinta sekä kustannushyödyt jakeluverkkoyhtiöille ja sähkön käyttäjille
- Reaaliaikaisten joustotuotteiden tuotemäärittelyt
- Joustorekisteri ja TSO/DSO-koordinoinnin soveltaminen Suomen verkkoympäristössä
- Markkinantakaajan toiminta ja regulatoriset edellytykset insentivisoivalle kaupankäynnille
- Joustomarkkinan likviditeetin mallinnuksen selvitys eri verkkoalueilla

Julkinen

7.4.2022

Lähdeluettelo

Avacon-netz. 2021. Energie-einspeis: Einspeisemanagement: Entschädigung. [WWW-sivu]. [Viitattu 10.11.2021]. Saatavilla: <https://www.avacon-netz.de/de/energie-einspeisen/einspeisemanagement/entschaedigung.html>

CoordiNet. 2021. Deliverable D2.1 Markets for DSO and TSO procurement of innovative grid services: Specification of the architecture, operation and clearing algorithms. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 23.03.2022]. Saatavilla: <https://coordinet-project.eu/publications/deliverables>

ETPA. 2016. ETPA Rulebook. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 11.03.2022]. Saatavilla: https://etpa.nl/wp-content/uploads/2016/10/ETPA_Rulebook-_definitief_20161020-1.pdf

ETPA. 2017. Ex-post Trading Product [Verkkoaineisto] [Viitattu 27.10.2021]. Saatavilla: <https://etpa.nl/wp-content/uploads/2017/11/Ex-Post-Product-Specifications.pdf>

ETPA. 2021. Energy trading platform Amsterdam. [WWW-sivu]. [Viitattu 27.10.2021]. Saatavilla: <https://etpa.nl/en/>

Energiavirasto. 2021. Määräys jakeluverkon kehittämissuunnitelmasta. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 10.03.2022]. Saatavilla: <https://energiavirasto.fi/-/maarays-sahkonjakeluverkon-kehittamissuunnitelmasta>

Energiavirasto. 2018. Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 – 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 22.02.2022]. Saatavilla: <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12766832/Valvontamenetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6nkajaku-2016-2023.pdf/72eac45f-4fe0-6b0a-d5f7-e89ee97b89fc/Valvontamenetelm%C3%A4t-s%C3%A4hk%C3%B6nkajaku-2016-2023.pdf?t=1553093038000>

Energie-experten. 2021. Erneuerbare-energien: Photovoltaik. [WWW-sivu]. [Viitattu 10.11.2021]. Saatavilla: <https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/betrieb/abregelung>

Fingrid. 2022. Sähkömarkkinoiden kehityshankkeet - Tukkusähkömarkkinoiden tiedonvaihdon kehitysfoorumi. [WWW-sivu]. [Viitattu 17.03.2022]. Saatavilla: <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyyss/sahkomarkkinoiden-kehityshankkeet/tukkusahkomarkkinoiden-tiedonvaihdon-kehitysfoorumi/#aiempien-kokousten-materiaalit>

Fingrid. 2019. Sähkövarastot tukevat energiamurrosta. [WWW-sivu]. [Viitattu 25.3.2022]. Saatavilla: <https://www.fingridlehti.fi/sahkovarastot-tukevat-energiaturrosta/>

Finlex 2021. Sähkömarkkinalaki 2013/588. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 10.03.2022]. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588#O2L6P52>

Forsman, J & Närhi, J & Uimonen, H & Semkin, N & Miettinen, V & Toivola, S. 2021. Hiilineutraali-suustavoitteen vaikutukset sähköjärjestelmään. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:4. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 02.02.2022]. Saatavilla: https://afry.com/sites/default/files/2021-01/vnteas_2021_4.pdf

Färegård, S & Miletic, M. 2021. A Swedish perspective on aggregators and local flexibility markets. Diplomityö. KTH Royal institute of technology. School of industrial engineering and management. Tukholma. S. 87. Saatavilla: <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1586195/FULLTEXT01.pdf>

Julkinen

7.4.2022

Gesetze im Internet. 2021. Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2021) § 9 Technische Vorgaben. [WWW-sivu]. [Viitattu 10.11.2021]. Saatavilla: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/___9.html

Gopacs. 2021a. Gopacs [WWW-sivu]. [Viitattu 27.10.2021]. Saatavilla: <https://en.gopacs.eu/>

Gopacs. 2021b. IDCONS product specification [Verkkoaineisto]. [Viitattu 27.10.2021]. Saatavilla: <https://www.gopacs.eu/wpcms/wp-content/uploads/2021/02/versie-21-02-01-IDCONS-Product-voorwaarden-GOPACS.pdf>

Hacket S, et al. 2021. Market design options for procurement of flexibility. Nordic energy research. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 18.10.2021]. Saatavilla: <https://www.nordicenergy.org/publications/market-design-options-for-procurement-of-flexibility/>

INTERFACE. 2020. D3.2 Definition of new/changing requirements for Market Designs. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 22.03.2022]. Saatavilla: <http://www.interface.eu/public-deliverables>

Nodes. 2021a. About. [WWW-sivu]. [Viitattu 18.10.2021]. Saatavilla: <https://nodesmarket.com/about/>

Nodes. 2021b. Use cases. [WWW-sivu]. [Viitattu 18.10.2021]. Saatavilla: <https://nodesmarket.com/case/>

Nodes. 2021c. Long Flex. [WWW-sivu]. [Viitattu 18.10.2021] Saatavilla: <https://nodesmarket.com/longflex/>

Nodes. 2021d. Short Flex. [WWW-sivu]. [Viitattu 18.10.2021] Saatavilla: <https://nodesmarket.com/shortflex/>

OneNet Project. 2021. OneNet deliverable 2.1: Review on markets and platforms in related activities. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 09.11.2021]. Saatavilla: <https://onenet-project.eu/public-deliverables/>

Overheid NL. 2021. Electricity grid code article 9. [WWW-sivu]. [Viitattu 27.10.2021]. Saatavilla: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0037940/2021-09-14/#Hoofdstuk9>

Piclo. 2021a. Piclo Flex. [WWW-sivu]. [Viitattu 20.10.2021] Saatavilla: <https://picloflex.com/>

Renaud, Anneroo. 2019. The participation of greenhouses in the redispatch market for congestion management on the electricity grid. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 1.11.2021]. Saatavilla: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A8aa59c20-ad41-4ecd-a42c-549e349816ff>

Sarti Richard. 2020. NODES white paper: Paving the way for flexibility. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 18.10.2021]. Saatavilla: <https://nodesmarket.com/publications/>

Schittekatte, T & Meeus L. 2020. Flexibility markets: Q&A with project pioneers. Utility policy. Vol 63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101017>

Sibelga. 2021. EAN code. [WWW-sivu]. [Viitattu 27.10.2021]. Saatavilla: <https://www.sibelga.be/en/connections-and-meters/ean-code/ean-code>

Julkinen

7.4.2022

Svenska Kraftnät. 2021a. Sthlmflex [WWW-sivu]. [Viitattu 19.10.2021]. Saatavilla: <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/forskning-och-utveckling/pagaende-fou-projekt/sthlmflex/>

Svenska Kraftnät. 2021b. Onboarding info för flexleverantörer. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 19.10.2021]. Saatavilla: <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/forskning-och-utveckling/pagaende-fou-projekt/sthlmflex/>

Svenska Kraftnät. 2021c. Dialog med marknadsaktörer om sthlmflex. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 19.10.2021]. Saatavilla: <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/forskning-och-utveckling/pagaende-fou-projekt/sthlmflex/dialog-med-marknadsaktorer-om-sthlmflex/>

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). 2021. Hallituksen esitys laiksi sähkömarkkinalain muuttamisesta ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 24.03.2022]. Saatavilla: <https://tem.fi/hanke?tunnus=TEM086:00/2019>

UKPN. 2021a. Flexibility roadmap. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 20.10.2021]. Saatavilla: <https://smartgrid.ukpowernetworks.co.uk/flexibility-hub/>

UKPN. 2021b. Flexibility Services – Useful documents: Product Definition. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 20.10.2021]. Saatavilla: <https://smartgrid.ukpowernetworks.co.uk/flexibility-hub/>

UKPN. 2021c. Flexibility Services – Procurement February 2021: Invitation to tender – high voltage. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 21.10.2021]. Saatavilla: <https://smartgrid.ukpowernetworks.co.uk/flexibility-hub/>

Western power distribution. 2021. Projects – Intraflex: Market design. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 13.12.2021]. Saatavilla: <https://www.westernpower.co.uk/downloads-view-reciteme/111475>