

Noora Niemimaa

**JOUSTOKANNUSTIN
JAKELUVERKKOLIIKETOIMINNAN
VALVONTAMALLISSA KUUDENNELLA
VALVONTAJAKSOLLA**

Mahdollisuudet lisätä jakeluverkonhaltijoiden mielenkiintoa sähkövoimajärjestelmän joustojen palveluhankintaan kannustinmenetelmin

Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Diplomityö
Toukokuu 2020

TIIVISTELMÄ

Noora Niemimaa: Joustokannustin jakeluverkkoliiketoiminnan valvontamallissa kuudennella valvontajaksolla
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Sähkötekniikka
Toukokuu 2020

Energiamurros muovaa sähköjärjestelmää perustavanlaatuisesti. Hajautettu ja sääriippuvainen tuotanto vaatii kulutuspuolelta uudenlaista säädettävyyttä, jota erilaiset joustoelementit tarjoavat järjestelmään. Tehotasapainon ylläpidon ohella joustoelementit tarjoavat jakeluverkonhaltijoille paikalliset olosuhteet huomioivan ja paikoin myös perinteisiä verkkoinvestointeja kustannustehokkaamman tavan jakeluverkon toimitusvarmuuden, pullonkaulojen, jännitteiden, tehojen sekä energiatehokkuuden hallintaan. Uudistuvan järjestelmän sekä jakeluverkonhaltijoiden tarpeet ovat kuitenkin ristiriidassa sähköverkkoliiketoimintaa nykyisin ohjaavan valvontamallin kanssa.

Verkkoliiketoiminnan regulaatio on seurausta siitä, mihin suuntaan toimialaa halutaan yhteiskunnallisesti viedä. Nykyinen valvontamalli on aikanaan rakennettu mahdollistamaan lakiin kirjattujen toimitusvarmuusvaatimusten edellyttämät verkkoinvestoinnit ja mallin rakenteet ohjaavat verkonhaltijaa pääomakustannusperusteisiin liiketoimintaratkaisuihin. Jos verkonhaltija soveltaa liiketoiminnassaan joustoja, jakeluverkon joustot tulee lähtökohtaisesti hankkia markkinaehtoisesti tuotettuna palveluna. Valvontamallin läpi ajettuna joustojen palveluhankinnasta aiheutuva kontrolloitavissa olevien toimintakustannusten kasvu merkitsee verkonhaltijalle taloudellisia sanktioita.

Tässä työssä tutkitaan, miten nykyistä suomalaista valvontamallia olisi verkonhaltijan näkökulmasta tarpeen kehittää tuleville valvontajaksolle, jotta joustojen palveluhankinnasta tulisi jakeluverkonhaltijoille aidosti mielekäs liiketoimintavaihtoehto perinteisten verkkoinvestointien rinnalle. Regulaation kehitystä ohjaavana näkökulmana työssä pidetään regulaation mahdollistavuutta verkonhaltijoiden toimintamahdollisuuksia rajoittavan regulaation sijaan. Työssä kartoitetaan, millaisia joustoon kannustavia valvontamenetelmiä on käytössä kansainvälisesti sekä millaisia ratkaisuja Suomessa on kehitelty verkonhaltijoiden joustojen hankinnan tukemiseksi. Muualla maailmassa sovellettuja sekä teoriasolla esiteltyjä toimintamalleja analysoidaan peilaten niiden sovellettavuutta Suomen nykyiseen valvontamalliin.

Analysin synteessä muodostetaan toimenpidekokonaisuus, josta valvontamenetelmien kehityksestä käytävissä valmistelukeskusteluissa tulisi verkonhaltijan näkökulmasta lähteä liikkeelle. Toimenpidekokonaisuus on kolmiosainen. Ensiksi joustokannustimen ja investointitestin yhdistelmä tuo joustoa soveltavat liiketoimintaratkaisut taloudellisesti yhtäläiseksi vaihtoehdoksi perinteisten investointiratkaisujen rinnalle varmistuen, että verkonhaltijan valitsemat liiketoimintaratkaisut ovat menetelmävalikoiman kustannustehokkaimmat. Toiseksi joustoelementtien omistaminen ja operointi sallitaan jakeluverkonhaltijoille määrääjäksi, jonka jälkeen elementtejä pyritään siirtämään markkinatoimijoiden omistukseen. Tämän ohella sähköenergian varastoinnin määrittelyä täsmennetään sekä sähkömarkkinalakiin että valvontamenetelmiin. Kolmanneksi nykyistä innovaatiokannustinta kehitetään siten, että hankekohtaisen neuvottelumenettelyn kautta kannustin huomioi myös tutkimus- ja kehitystoimintaan liittyviä pääomakustannuksia. Toimenpidepohjan konkreettinen vieminen valvontamalliin edellyttää vielä lisätutkimusta ja -määrittelyjä.

Työ osoittaa, että kustannusrakenteeltaan erityyppisten liiketoimintaratkaisujen kohtelua tasapainottavia rakenteita on mahdollista muodostaa osaksi Suomen nykyistä valvontamallia. Rakenteiden määrittelyä kuitenkin hankaloittaa se, että jakeluverkon joustot ovat toistaiseksi sekä verkonhaltijoille että valvontaviranomaiselle melko tuntematonta aluetta, johon liittyy useita erilaisia teknologioita ja toimintamalleja, joiden elinkaarikustannuksia ja vaikutuksia on vaikeaa ennustaa.

Avainsanat: regulaatio, kannustin, jousto, sähkömarkkinat, jakeluverkonhaltija

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

ABSTRACT

Noora Niemimaa: Flexibility Incentive in Regulation of Distribution Network Business in Finland during the 6th Regulatory Period
Master of Science Thesis
Tampere University
Electrical Engineering
May 2020

The ongoing energy transition is fundamentally reshaping the electricity distribution system. Distributed and weather-dependent electricity production requires new kind of flexibility on the demand side. In addition to maintaining power balance, flexible resources provide DSOs with a cost-effective way to manage and optimize distribution grids. However, the needs of DSOs and the renewing system conflict with the current Finnish regulation model.

Regulation of distribution system operators is based on the general desired direction of the industry as a whole. The current Finnish regulation model has been built to enable the network investments set by the security of supply requirements in the law. Therefore, the structures of the current regulation model guide DSOs to choose CAPEX-based business solutions over OPEX-based solutions. If a DSO applies flexibility resources in its business, flexibility resources of the distribution network must, in principle, be acquired as market based service. This means a shift from CAPEX to OPEX, for which the DSOs are penalized by the regulation model.

This thesis examines how the Finnish regulation model should be developed for the 6th regulatory period so that procurement of flexibility services would be a reasonable business option for DSOs to consider. Instead of limiting the business possibilities of DSOs, this thesis sees *enabling regulation* as the driving force behind successful regulation policies. This thesis studies what kind of regulation methods that encourage flexibility are used in other countries and what kind of solutions have been developed on a theoretical level in Finland to support utilizing flexibility measures. Internationally applied regulative methods are analyzed by reflecting their applicability to Finland's current regulation model.

As a synthesis of the analysis this thesis forms a set of actions, which should underlay the preparatory discussions on the regulative methods for the 6th regulatory period. The set of actions consists of three parts. First, a flexibility incentive brings out flexibility based business solutions as an economically equal alternative to traditional investment solutions. An investment test ensures that the business solutions chosen by the DSO are as cost-effective as possible over the range of all possible methods. Second, ownership and operation of flexibility resources should be allowed to DSOs for a set period of time. After the period the aim is to transfer the elements under the ownership of market operators. In addition, the definition of electricity storage is specified in both the Finnish Electricity Market Act and regulation model. Finally, the current innovation incentive is developed in such a way that the incentive also takes into account the CAPEX related to research and development. This is done by introducing a negotiation procedure in which the regulator and DSO can agree whether an innovation project can receive additional WACC. However, concrete implementation of these actions requires further research and more detailed definitions.

This thesis indicates that it is possible to build up regulative structures which balance the bias between CAPEX and OPEX in the Finnish regulation model. However, defining these structures is complicated because flexibility issues are relatively unknown on the distribution network level. Flexibility of the distribution network involves a variety of technologies and operating models of which the impacts and life cycle costs are difficult to determine without practical experiments.

Keywords: regulation, incentive, flexibility, electricity markets, distribution system operator

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty sähkönjakeluyhtiö Carunan Strategisen suunnittelun ja yrityspalveluiden yksikössä kevään 2020 aikana. Työtä on Carunan puolesta ohjannut kehityspäällikkö Bengt Söderlund, jota haluan erityisesti kiittää oivaltavista keskusteluista sekä arvokkaista neuvoista ja palautteesta diplomityöprosessin aikana. Kiitos myös Carunalle ja YPS-yksikölle äärimmäisen mielenkiintoisen diplomityöaiheen tarjoamisesta. Työn sisältöön liittyvistä terävistä havainnoista sekä kehitysideoista haluan kiittää työn tarkastajaa, Tampereen yliopiston professoria Pertti Järventaustaa. Työn ohjauksesta vastanneiden henkilöiden ohella kiitän kaikkia työn aiheeseen liittyen ajatuksiaan ja osaamistaan tarjonneita henkilöitä.

Koko yliopisto-opintojeni aikana saamasta tuesta ja kannustuksesta kiitän perhettäni, joka on ollut äärettömän arvokas voimavara koko opintojeni ajan. Yliopistolla viihtymisestä ja unohtumattomista opiskeluvuosista kiitos kuuluu ystäväilleni sekä Sähkökillalle, jonka hallituksessa sain tehdä yhteistyötä niin monen hienon ihmisen kanssa vuosina 2016 ja 2017. Opiskeluaikojen ikimuistoisimmat hetket olen kuitenkin kokenut niin kovin tärkeiksi muodostuneiden BFI-kavereiden sekä Tampereen Teekkareiden Lentopallokerhon huippu_syömäreiden kanssa. Ystävien ansiosta opiskeluvuosiin on mahtunut moninkertainen määrä onnea ja hauskuutta suhteessa paikoin pitkiin ja puuduttaviin opiskelupäiviin. Lopuksi haluan kiittää rakasta poikaystäväni Mikkoa, jolla on suurin sydän ja hyvät hermot.

Tampereella, 16. toukokuuta 2020

Noora Niemimaa

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	1
1.1	Caruna	2
1.2	Jousto sähköjärjestelmässä	3
1.3	Tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät	4
1.4	Työn rakenne	4
2	Joustoratkaisut vaihtoehtona jakeluverkonhaltijan investoinneille	6
2.1	Jakeluverkonhaltijan investointipaine	7
2.1.1	Investoinnit toimitusvarmuuteen	8
2.1.2	Muutokset verkonhaltijan investointipaineessa	9
2.2	Joustoratkaisut jakeluverkonhaltijan näkökulmasta	11
2.2.1	Toimitusvarmuuden parantaminen haja-asutusalueilla	13
2.2.2	Pullonkaulojen hallinta	14
2.2.3	Jännitteen sekä pätö- ja loistehon hallinta	15
2.2.4	Energiatehokkuuden edistäminen	17
2.2.5	Akkuvarastojen ja joustojen pilotointi jakeluverkkotoiminnassa	19
2.2.6	Joustoelementtien omistus ja käyttö	21
2.3	Jakeluverkonhaltijan palvelunostoratkaisut	22
3	Sähköverkkotoiminnan viranomaisvalvonta	24
3.1	Yleiskatsaus monopoli liiketoiminnan valvontaan	25
3.2	Valvontamalli neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla	26
3.2.1	Kohtuullisen tuoton laskenta	27
3.2.2	Toteutuneen oikaistun tuloksen laskenta	28
3.2.3	WACC-parametrit ja inflaatio	29
3.2.4	Investointikannustin	30
3.2.5	Tehostamiskannustin	31
3.2.6	Toimitusvarmuuskannustin	32
3.2.7	Laatukannustin	33
3.2.8	Innovaatiokannustin	33
4	Joustokannustimen rooli kuudennella valvontajaksolla	35
4.1	Nykyregulaation näkökulma liiketoimintaratkaisun kustannusrakenteeseen	35
4.2	Verkonhaltijan näkökulma liiketoimintaratkaisun kustannusrakenteeseen	39
4.3	Joustokannustimen tavoitteet jakeluverkonhaltijan näkökulmasta	42
4.4	Lähtökohtia uuden kannustinrakenteen suunnitteluun	44
5	Joustoratkaisuja tukevien menettelytapojen soveltuvuus Suomeen	46
5.1	Katsaus kansainvälisesti käytössä oleviin kysyntäjoustoja tukeviin ratkaisuihin	47
5.1.1	Kysynnänhallintakannustin ja innovaatioavustus	48

5.1.2	Investointitestit	52
5.1.3	Kysyntäjouaston aikaansaaminen älymittareilla	56
5.1.4	Verkon hallinta palvelusopimusten kautta	58
5.1.5	Kuormanohjausohjelmat	59
5.1.6	Tapauskohtaisesti hyväksyttävä akkuvarastointi	61
5.1.7	Sähkövarastojen määrittelyn muuttaminen	63
5.1.8	RIIO-mallin kokonaiskustannuskannustin	65
5.2	Sähköverkkoyhtiön kustannusrakenneneutraali valvontamalli	69
5.3	Innovaatiokannustimen tarjoamat mahdollisuudet	73
5.4	Asiakaskohtaisen sopimisen mahdollisuudet	76
5.5	Euroopan unionin kehitys joustoratkaisujen osalta	78
5.6	Suomen nykyregulaation kannalta relevanteimmat kehitystoimenpiteet . . .	79
6	Kehitystoimenpiteiden vaikutustenarviointi	81
6.1	Jakeluverkonhaltijanäkökulma	81
6.2	Asiakasnäkökulma	85
6.3	Järjestelmänäkökulma	88
6.4	Verkonhaltijavaikutusten huomioiminen valmistelutyössä	92
7	Yhteenveto	94
7.1	Johtopäätökset	94
7.2	Jatkotutkimusmahdollisuudet	96
	Lähteet	97

KUVALUETTELO

2.1	Jakeluverkon häviöiden kehittyminen hajautetun sähköntuotannon lisääntymässä verkossa. Mukailen [39]	18
2.2	Periaatekuva markkinamallista. Mukailen [41]	20
3.1	Valvontamenetelmät neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla. Mukailen [45]	27
3.2	Nimellinen kohtuullinen tuottoaste ennen veroja Suomessa 3., 4. ja 5. valvontajaksolla (*ennuste). Mukailen [54]	30
4.1	Kontrolloitavissa olevat toimintakustannukset [45]	37
4.2	Nykyisen valvontamallin toimintaperiaate, kun verkonhaltija valitsee verkkoinvestoinnin ja palvelunoston välillä: Verkkoinvestointi kasvattaa verkon jälleenhankinta-arvoa, joka kasvattaa edelleen nykykäyttöarvoa (yhtälö 3.1) ja investointikannustinta. Nykykäyttöarvo kasvattaa pääoman kohtuullista tuottoa. Sen sijaan palvelunosto lisää kontrolloitavissa olevia toimintakustannuksia, jotka vähennetään vertailutasosta ja kasvanut erotus pienentää tehostamiskannustimen arvoa. Mikäli investointi tai palvelunosto toteutuu suunnitellulla tavalla, on niiden vaikutus laatukannustimeen identtinen. Mukailen [62]	37
5.1	Hajautetun sähköntuotannon kasvu globaalisti [75]	47
5.2	Prosessi kysyntäjoustokannustimen määrittämiseksi jakeluverkonhaltijalle. Mukailen [76]	49
5.3	Kustannusrakenneneutraliuden rakentaminen Suomen nykyiseen valvontamalliin VTT:n rakentaman mallin mukaisesti. Vihreällä korostetut osat ovat nykymallista poikkeavia, kun taas valkoiset osat toimivat samalla tavalla nykyisessä valvontamallissa ja VTT:n mallissa. Mukailen [62]	69

TAULUKKOLUETTELO

5.1	Esimerkkejä innovaatioihin kannustavista lähestymistavoista Euroopasta [71][89][92]	75
6.1	Kehitystoimenpiteet jakeluverkonhaltijan näkökulmasta	82
6.2	Kehitystoimenpiteet asiakkaan ja asiakkuuden näkökulmasta	86
6.3	Kehitystoimenpiteet sähköjärjestelmän näkökulmasta	89

LYHENTEET JA MERKINNÄT

ACER	Agency for the Cooperation of Energy Regulators; energia-alan sääntelyviranomaisten yhteistyövirasto
AER	Australian Energy Regulator; Australian sähkö- ja kaasumarkkinoiden valvontaviranomainen
B	tuottopohja
$\beta_{velallinen}$	oman pääoman kustannuksen riskillisyyttä edustava velallinen beta-kerroin
CAPEX	pääomakustannukset (engl. Capital expenses)
CAPM	Capital Asset Pricing Model; laskentamalli, joka kertoo pääoman odotetun tuottoasteen riski huomioiden
C_D	korollisen vieraan pääoman kustannus
C_E	oman pääoman kustannus
CEER	Council of European Energy Regulators
D	verkkotoimintaan sitoutunut vieras pääoma
d	pääoman arvonalennus
E	verkkotoimintaan sitoutunut verkonhaltijan oma pääoma
EED	Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivi
ENA	Energy Networks Australia; sähkön siirto- ja jakeluyhtiöitä edustava toimialayhdistys
EY	Ernst & Young Global Limited
FCR	Frequency Containment Reserve; taajuuden vakautusreservi
JHA	jälleenhankinta-arvo; rahamäärä, joka tarvitaan uuden, vastaavan omaisuuden hankkimiseen tarkasteluhetkellä
$JHATP$	koko verkon jälleenhankinta-arvosta oikaistut tasapoistot
KAH	keskeytyksestä aiheutunut haitta
KKV	Kilpailu- ja kuluttajavirasto
KOPEX	kontrolloitavissa olevat operatiiviset kustannukset
KPI	Key Performance Indicator
LP	oman pääoman kustannukseen vaikuttava likvidittömyyspreemio
NKA	nykykäyttöarvo; nk. käypä arvo eli omaisuuden myyntihinta, joka huomioi omaisuuden iästä ja kunnosta johtuvan arvonalenemisen

NordREG	Nordic Energy Regulators; pohjoismaisten energiaregulaattoreiden yhteistyöelin
NVE	Noregs vassdrags- og energidirektorat; Norjan sähkömarkkinaviranomainen
Ofgem	Office of Gas and Electricity Markets; Ison-Britannian sähkö- ja kaasumarkkinoiden valvontaviranomainen
OPEX	toimintakustannukset (engl. Operating expenses)
$R_{k,pre-tax}$	verkonhaltijalle sallittu tuotto ennen yhteisöveroja
R	tuottovaatimus
RIIO	kokonaiskustannuksiin perustuva valvontamalli, jota sovelletaan Ison-Britannian kaasu- ja sähköverkkoliiketoiminnan valvonnassa
RIIO-ED1	ensimmäinen RIIO-malliin perustuva hintakontrollijärjestelmä, joka määrittelee sähkön jakeluverkkoliiketoiminnan valvontaperiaatteet Isossa-Britanniassa vuosina 2015–2023
RIIO-ED2	RIIO-ED1-mallia seuraava sähkön jakeluverkkoliiketoiminnan hintakontrollijärjestelmä, joka tulee voimaan Isossa-Britanniassa vuonna 2023
s	tuottoaste
SKOPEX	sallitut kontrolloitavissa olevat operatiiviset kustannukset
StoNED	Stochastic Non-smooth Envelopment of Data; yhtiökohtaisen tehokkuuden arvioinnissa käytetty laskentamenetelmä
T	verot
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö
TIM	Totex Incentive Mechanism
TOTEX	kokonaiskustannukset (engl. Total expenses)
WACC	Weighted Average Cost of Capital; painotettu pääoman keskimääräinen kustannus; kohtuullinen tuottoaste
$WACC_{post-tax}$	verkonhaltijalle sallittu tuottoaste yhteisöverojen jälkeen
$WACC_{pre-tax}$	verkonhaltijalle sallittu tuottoaste ennen yhteisöveroja
yvk	yhteisöverokanta

1 JOHDANTO

Yhteiskunnan sähköverkonhaltijoille asettamat odotukset ovat Suomessa perinteisesti kohdistuneet korkeaan toimitusvarmuuteen ja laatuun sekä kilpailukykyiseen ja perusteltuun hinnoitteluun. Tämä näkyy vuosille 2016–2023 määritetyssä energia-alan viranomaissääätelyssä, jonka tarkoituksena on ohjata ja motivoida sähköverkonhaltijoita toimimaan yhteiskunnan kannalta optimaaliseen suuntaan.

Kuluvan vuosituhatvuoden megatrendit, kuten ilmastonmuutos ja kaupungistuminen, kuitenkin mullistavat energia-alaa tällä hetkellä voimakkaasti, jolloin hajautettu ja yhä enemmän sääriippuvainen tuotanto vaatii kulutuspuolelta joustoa esimerkiksi erilaisten varastojen ja kysyntäjouston muodossa. Samaan aikaan erilaisten joustoelementtien potentiaali muun muassa sähköverkon pullonkaulojen ja toimitusvarmuuden hallintaan on herättänyt verkonhaltijoiden kiinnostuksen. Siirtyminen ennustettavissa olevasta tuotannon ja kulutuksen tasapainotilasta kohti hajautetumpaa ja epävarmempaa tehonsiirtoa edellyttää sähköverkonhaltijoilta aktiivista roolia, jotta sähköjärjestelmän luotettavuus ja turvallisuus säilyvät vaaditulla tasolla. Tämä asettaa verkonhaltijoiden toiminnalle useita reunaehtoja mutta tarjoaa myös mahdollisuuden verkon tehokkaampaan ja joustavampaan käyttöön järjestelmän monipuolistumisen myötä.

Energiamurroksen myötä muovautuvan uudenlaisen järjestelmän sekä jakeluverkonhaltijoiden tarpeet ovat kuitenkin osittain ristiriidassa verkonhaltijoiden toimintaa nykyisellään ohjaavien ajureiden kanssa. Jakeluverkonhaltijoiden liiketoimintaa ohjaava valvontamalli ei sisällytä joustoja osaksi verkkoliiketoimintaa eikä näin ollen tarjoa kannustinta jakeluverkon jouston kehittämiseen. Sen sijaan nykyisen valvontamallin tehostamiskannustin ohjaa verkonhaltijan toimintaa niin, että toiminnan kustannukset ovat mahdollisimman pienet suhteessa toiminnasta saatuihin tuotoksiin. Nykyinen valvontamalli suosii investointeja ja ohjaa siten verkonhaltijoita joustojen hyödyntämisen sijaan sähköverkkomaisuutta kasvattaviin ratkaisuihin. Liiketoiminnan kontrolloitavissa olevat toimintakustannukset nähdään verkkoliiketoiminnan valvonnassa sen sijaan tehottomuutta edustavana kulueränä, joka valvontamallin mukaan tulisi pyrkiä minimoimaan. Nykyiset ohjaus-signaalit eivät näin ollen mahdollista toimintakustannuksia aiheuttavia ratkaisuja, kuten joustoelementin hankkimista ulkopuolisena palveluna, vaikka tällaiset vaihtoehdot voisivat joissakin tilanteissa tulla elinkaarikustannuksiltaan investointeja edullisemmaksi.

Mikäli merkittäviä lainsäädäntömuutoksia ei kuluvan valvontajakson aikana tule, tarkastellaan valvontamenetelmien päivytystä seuraavan kerran vuoden 2024 alusta alkaville kuudennelle ja seitsemännelle valvontajaksolle, jotka kattavat vuodet 2024–2031. Täl-

lä hetkellä on vielä lähes kahden valvontajakson verran matkaa vuoteen 2028, joka on laissa säädetyn toimitusvarmuustason saavuttamiseksi asetettu lähtökohtainen takaraja. Verkonhaltijan näkökulmasta on tullut ajankohtaiseksi miettiä sähköjärjestelmän joustoa lisäävien elementtien roolia haja-asutusalueiden ja erityisesti johtohaarojen viimeisten kilometrien toimitusvarmuustavoitteiden täyttämiseksi. Toisaalta tavoitteet älykkään ja joustavan sähköjärjestelmän kehittämiseksi ovat synnyttäneet tarpeen arvioida, miten toimialan toivottua kehitystä voitaisiin parhaiten tukea ja mikä on jakeluverkonhaltijoiden rooli osana tätä kehitystyötä.

Nykyisellään pääsääntöisesti rajoituksia asettava valvontamalli passivoi verkonhaltijoita, minkä vuoksi valvontamallia tulisi kehittää enemmän mahdollistavaan suuntaan tarjoamalla verkonhaltijoille monipuolisia kannustimia haluttujen päämäärien toteuttamiseksi. Erilaisten säätelymekanismien vaikuttavuutta on ajankohtaista kartoittaa nyt, kun seuraavan valvontajakson valvontamenetelmiä ei vielä ole lyöty lukkoon. Tässä työssä tutkitaan säätelymekanismien kehittämistä siten, että joustopalveluiden hyödyntäminen ja ensisijaisesti markkinoilta hankkiminen olisivat investointien rinnalla tasavertaisia keinoja toimitusvarmuuden ja sähkölaadun parantamiseksi niin verkonhaltijaa, asiakasta kuin yhteiskuntaakin hyödyttäen.

1.1 Caruna

Diplomityön toimeksiantaja on jakeluverkkoyhtiö Caruna, joka on asiakasmäärältään Suomen suurin sähköjakeluyhtiö. Carunan sähköjakeluliiketoiminnan juuret ovat vuonna 1912 perustetussa Karunan-Sauvon Sähkö Oy:ssä, mutta itsenäisenä yrityksenä Caruna aloitti vuonna 2014 Fortumin myydessä sähköjakeluliiketoimintansa. Vuoden 2020 alussa Caruna vastasi sähkötoimituksesta noin 692 000 asiakkaalle Etelä-, Lounais- ja Länsi-Suomessa sekä Satakunnassa, Joensuussa ja Koillismaalla. Carunan markkinaosuus Suomen sähköjakelusta oli vuoden 2019 lopulla 20 %. [1]

Caruna-konserni muodostuu emoyhtiöstä Caruna Networks Oy ja tytäryhtiöistä Caruna Oy ja Caruna Espoo Oy. Yhtiöistä pienempi, Caruna Espoo Oy, vastaa sähköverkon rakentamisesta, ylläpidosta ja kehittämisestä Espoossa, Kauniaisissa, Kirkkonummella ja Joensuussa pitkälti kaupunkimaisessa ympäristössä. Lopun verkkoalueen jakelu- ja alueverkoista vastaa Caruna Oy. [1]

Vuoden 2020 alussa Carunassa työskenteli 313 henkilöä, joiden lisäksi yhtiö työllistää noin tuhat sähköalan ammattilaista pääasiassa sähköverkon rakentamiseen ja kunnonhallintaan liittyvissä toiminnoissa eri puolilla yhtiön verkkoaluetta. Yhtiön omistus on jakautunut suomalaisille eläkevakuutusyhtiöille Kevalle (12,5 %) ja Elolle (7,5 %) sekä kansainvälisille infrastruktuurisijoittajille First State Investments:lle ja OMERS Infrastructure:lle (40 % kummallekin). [1]

Caruna tavoittelee strategisia päämääriään asiakaslähtöisen ja tehokkaan ydinliiketoiminnan, hyvän yrityskansalaisuuden sekä kasvun ja uusien palveluiden kautta. Hyvää yrityskansalaisuutta vaalitaan tekemällä tiiviisti yhteistyötä toimialan etujärjestöjen ja mui-

den sidosryhmien kanssa. Carunan pyrkimyksenä on olla yhteistyön kautta kehittämässä sähkömarkkinoita asiakaslähtöisempään ja yhteiskunnan kannalta kestävämpään suuntaan. [1] Osana näitä tavoitteita on syntynyt myös tarve tässä tutkimuksessa tehtävälle selvitykselle.

1.2 Jousto sähköjärjestelmässä

Jotta sähköjärjestelmä toimisi kunnolla, on tuotannon ja kulutuksen oltava joka hetki tasapainossa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kaikelle tuotetulle sähköteholle on oltava olemassa samanhetkinen kulutus, ja vastaavasti kaikkeen kulutukseen on pystyttävä vastaamaan oikealla määrällä samanhetkistä tuotantoa. Perinteisesti sähköjärjestelmä on kyennyt selviytymään hetkellisesti pienistä tuotannon ja kulutuksen tasapainoeroista, jotka ovat johtuneet esimerkiksi epätarkoista kulutusennusteista tai odottamattomista tuotannon keskeytyksistä [2]. Järjestelmän selviytyminen tällaisista tilanteista on perinteisesti pohjautunut laajaan tuotantoportfolioon, jossa eri tuotantomuotojen tehomääriä on kyetty säätämään niin, että kokonaistuotanto on vastannut samanhetkistä kulutusta [3].

Sähköjärjestelmän kykyä selviytyä tuotannon ja kulutuksen vaihtelusta sekä näihin liittyvästä epävarmuudesta kutsutaan joustoksi [2]. Erityisesti sääriippuvaisten tuotantomuotojen kuten aurinko- ja tuulivoiman tuotanto-osuuksien kasvu vaatii sähköjärjestelmältä uudenlaista joustokykyä: tuotannon teho riippuu entistä enemmän epävarmoista sääolosuhteista ja tuotettavan tehon hienosäätö kulutuspuolen vaatimuksia mukailleen ei ole teknisesti mahdollista. Lisäksi energia-alan murroksen myötä tarve säätää tuotannon ja kulutuksen tasapainoa entistä useammin erilaisilla aikajännteillä lisääntyy. [4]

Tuotantoportfolion uudistumisen mukanaan tuomiin teknisiin ja taloudellisiin haasteisiin pyritään vastaamaan lisäämällä sähköjärjestelmään erilaisia jouston mahdollistavia elementtejä [4]. Sähköverkon joustokykyä lisääviä elementtejä ovat ensisijaisesti joustavat tuotantomuodot, kuten vesivoima ja kaasuturbiinit, kulutusjousto- ja kuormanohjausratkaisut, sähköautojen älykäs lataus, sähkön varastointiteknologioiden hyödyntäminen sekä rajasiirtoyhteydet valtioiden välillä.

Joustoelementtien lisääntyminen mullistaa paitsi sähköjärjestelmää myös sähkömarkkinoita ja tuo mukanaan niin uusia reunaehtoja kuin mahdollisuuksiakin kaikille sähkömarkkinatoimijoille [5]. Sähköjärjestelmän joustoa voivat hyödyntää yksittäiset kuluttajat, energiayhteisöt, verkonhaltijat jakelu- ja kantaverkon tasoilla, sähkön tukku- ja vähittäismyyjät sekä itsenäisinä reservinmyyjinä toimivat aggregaattorit. Joustopotentialin laajamittainen hyödyntäminen ja yhteisten toimintatapojen kehittäminen varmistaa tehotasapainon tehokkaan ja edullisen ylläpitämisen sekä toimitusvarmuuden takaamisen myös tulevaisuuden sähköjärjestelmässä. Tässä työssä keskitytään tarkastelemaan joustoa nimenomaan jakeluverkonhaltijan kannalta.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät

Tämän työn tavoitteena on kartoittaa kvalitatiivisesti joustoelementtien lisääntymisen merkitystä suomalaisille jakeluverkonhaltijoille sekä jakeluverkonhaltijoiden toimintaa säätelevään viranomaisvalvontaan edellytettäviä muutoksia verkonhaltijan näkökulmasta. Tutkimuksessa etsitään vastauksia tutkimuskysymyksiin:

1. Millaisia joustoelementit huomioivia sähköverkkoliiketoiminnan valvontamalleja sovelletaan kansainvälisesti ja miten nämä mallit peilautuvat nykyistä suomalaista regulaatiota vasten tukemaan jakeluverkonhaltijan palvelunostoratkaisuja?
2. Millä keinoin regulaatiota voitaisiin kehittää mahdollistavan regulaation suuntaan siten, että toimintakustannusperusteiset liiketoimintaratkaisut nousisivat mielenkiintoisiksi ja taloudellisesti kannattaviksi vaihtoehdoiksi pääomakustannusperusteisten verkkoinvestointien rinnalle jakeluverkonhaltijan näkökulmasta?

Ensimmäiseen kysymykseen haetaan vastausta kartoittamalla kansainvälisesti sovellettavia ja kehitteillä olevia valvontamenetelmiä ensisijaisesti Energiaviraston konsulttiyhtiö Ernst & Younglla teettämän selvityksen sekä Euroopan unionissa ja kotimaassa vireillä olevien kehityshankkeiden pohjalta. Analyysissä menetelmiä peilataan Suomessa nykyisellään sovellettaviin valvontamenetelmiin sekä suomalaista regulaatiota ohjaaviin periaatteisiin. Tuloksena muodostetaan käsitys Suomen nykyiseen regulaatioon parhaiten sovellettavissa olevista ja jakeluverkonhaltijoiden tarpeita parhaiten tukevista malleista ja menettelyistä.

Jälkimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan määrittämällä jakeluverkonhaltijan palvelunostoratkaisuja tukeva toimenpidekokonaisuus, josta tulisi lähteä liikkeelle kuuden valvontajakson valvontamenetelmien valmistelukeskusteluissa. Analyysiä täydennetään vertailemalla SWOT-analyysin keinoin niin jakeluverkonhaltijan liiketoiminnan kuin asiakkaan ja järjestelmän näkökulmista, millaisia seurauksia esitetyillä toimenpiteillä olisi ja millaisia edellytyksiä niiden implementointiin liittyy.

Tutkimuskysymyksiin vastataan lähtökohtaisesti asiakasmäärältään Suomen suurimman jakeluverkonhaltijan näkökulmasta. On kuitenkin syytä huomioida, että Suomen 77 jakeluverkonhaltijaa vaihtelevat kooltaan ja liiketoimintaedellytyksiltään, ja näin ollen tutkimus täyttäne osin tapaustutkimuksellisia piirteitä. Koko toimialaa laajemmin edustavaa näkökulmaa tutkimukseen haetaan Carunan ulkopuolisilla asiantuntijahaastattelulla sekä kattavalla kirjallisuuskartoituksella. Työhön näkemyksiään esittäneillä asiantuntijoilla on laaja kokemus sidosryhmäyhteistyöstä erilaisten toimialajärjestöjen työryhmien sekä selvityshankkeiden kautta.

1.4 Työn rakenne

Työ jakautuu seitsemään päälukuun, joissa aiheeseen johdattelun ja teoriaosuuden myötä siirrytään tutkimuskysymysten taustalla oleviin ongelmiin sekä tutkimuskysymyksiin

vastaamiseen. Työn taustalla olevaa teoriaa käydään läpi luvuissa 2 ja 3 sekä osittain luvussa 4. Luku 4 keskittyy tutkimuksen taustalla olevan ongelman avaamiseen sekä jakeluverkonhaltijan näkökulman teroittamiseen. Luvut 5 ja 6 vastaavat luvussa 1.3 esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Seuraavissa kappaleissa esitellään päälukujen sisältö yksityiskohtaisemmin.

Luvussa 2 käydään läpi jakeluverkonhaltijoiden liiketoiminnalle tyypillisiä investointeja, niihin vaikuttavia tekijöitä sekä viimeaikaisia investointitrendejä ja verkonhaltijan palvelunhankintaa. Lisäksi avataan jakeluverkonhaltijan mahdollisuuksia hyödyntää erilaisia joustoelementtejä sekä joustoelementtien roolia vaihtoehtona jakeluverkonhaltijan perinteisille verkkoinvestoinneille.

Luvussa 3 esitellään verkonhaltijoiden liiketoiminnalle reunaviivat asettavan viranomaisvalvonnan tarkoitusperiä ja periaatteita neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla. Luvussa käydään valvontamallin avulla läpi, miten verkonhaltijoille sallittu tuoton suuruus määrittyy sekä millaiset kannustimet nykyiseen malliin on rakennettu verkonhaltijoita motivoimaan. Luvun tarkoituksena on antaa kokonaiskuva nykyisistä valvontamenetelmistä niiden osittain ongelmallisen luonteen ymmärtämiseksi.

Luvussa 4 syvennyttään tarkemmin työn taustalla olevaan ongelmaan esittelemällä ristiriitaa jakeluverkonhaltijan ja nykyisen regulaatiomallin kustannusnäkökulmien välillä. Lisäksi määritellään yleisesti uuden kannustinrakenteen suunnittelussa merkityksellisiä lähtökohtia.

Luvussa 5 tutkitaan, millaisia joustoon kannustavia valvontamenetelmiä on kansainvälisesti käytössä ja kehitteillä. Menetelmien läpikäynnin yhteydessä analysoidaan menetelmäkohtaisesti, miten menetelmät tukevat jakeluverkonhaltijan palvelunostoratkaisuja sekä miten menetelmät olisivat sisällytettävissä Suomen nykyiseen valvontakokonaisuuteen. Analyysin tuloksena määritellään toimenpiteet ja menetelmät, joiden toteuttamisesta tulisi lähteä liikkeelle kuudennen valvontajakson valvontamenetelmien valmistelukierroksen keskusteluissa.

Luvussa 6 jatketaan luvussa 5 määritettyjen toimenpiteiden analyysiä vaikutustenarvioinnin osalta. Valittujen toimintatapojen vaikutuksia, vaatimuksia, lähtökohtia ja seurauksia analysoidaan laajemmin jakeluverkonhaltija-, asiakas- ja järjestelmäkontekstissa. Analyysiin käytetään SWOT-nelikenttää, jonka pohjalta muodostetaan käsitys määritettyjen toimenpiteiden vahvuuksista ja heikkouksista sekä toimenpiteisiin liittyvistä mahdollisuuksista ja uhista. Esiin nousee seikkoja, jotka tulevaisuuden valvontamallia työssä esitetyllä tavalla kehitettäessä tulisi verkonhaltijan näkökulmasta erityisesti ottaa huomioon.

Luvussa 7 vedetään yhteen työn tärkeimmät huomiot ja päätelmät. Lisäksi pohditaan mahdollisia tulevaisuuden tutkimustarpeita sekä tässä työssä esitetyn tutkimuksen syventämistä seuraavalle tasolle.

2 JOUSTORATKAISUT VAIHTOEHTONA JAKELUVERKONHALTIJAN INVESTOINNEILLE

Suomalaiset sähköjakeluverkot on rakennettu pääosin 1950–1970 lukujen aikana, ja 2010-luvulle tultaessa valtaosa verkosta on tullut teknistaloudellisen käyttöikänsä päähän [6]. Sähköjärjestelmän kehityksen kannalta on tullut olennaiseksi arvioida uusimisen yhteydessä vaihtoehtoisia uusimistapoja, jotka voisivat vastata perinteisiä korvausinvestointeja paremmin vuosikymmenten aikana muuttuneisiin jakelujärjestelmän tarpeisiin sekä taata hiilivapaan digiyhteiskunnan edellyttämän keskeytyksettömän sähkösaannin [7].

Energiamurroksen ytimessä on siirtyminen ennustettavissa olevista tuotanto- ja kulutusmalleista kohti hajautettua ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvaa ennustamatonta tuotantoa [7][8]. Keskitetyn tuotannon ja luotettavasti mallinnettavissa olevan kulutuksen perustalle rakennettu perinteinen sähköjärjestelmä on näin ollen radikaalin muutoksen edessä: tuotannon säätömahdollisuuksien pienentyessä joustavuutta on haettava järjestelmään muualta tehotasapainon ylläpitämiseksi. [4] Järjestelmätasolta kumpuava muutos edellyttää toimintatapojen uudelleenarviointia myös jakeluverkonhaltijoiden liiketoiminnassa toimialan muovautuessa yhä enemmän kohti alustaperusteista liiketoimintakenttää, jossa palvelun arvonaluonti syntyy erilaisten toimijoiden monitahoisesta suhdverkostosta [9].

Hiilivapaassa yhteiskunnassa sähkö tuotetaan yhä pienemmissä yksiköissä yhä hajautetummalla alueella. Hajallaan sijaitsevat modulaariset tuotantoyksiköt, esimerkiksi aurinkopaneelit, pienvesi- ja tuulivoimalat sekä sähkövarastot, liitetään pääsääntöisesti 20 kV:n keskijänniteverkkoon tai 400 V:n pienjänniteverkkoon, jolloin pientuotannon verkkoon liittäminen sekä siitä aiheutuvat sähkötekniset vaikutukset lankeavat jakeluverkonhaltijoille [7]. Toisaalta hajautettu energiantuotanto ja erilaiset joustoratkaisut tarjoavat jakeluverkonhaltijoille myös mahdollisuuden verkon tehokkaampaan ja taloudellisempaan käyttöön [10]. Jakeluverkonhaltijan teknisillä ratkaisuilla sekä muiden sähkömarkkinatoimijoiden joustovarustautumista hyödyntämällä verkon vaatimia investointeja voidaan vähentää tai siirtää edemmäs tulevaisuuteen [11].

Muutoksen kiihtyvä tahti edellyttää jakeluverkonhaltijoilta aktiivista roolia sähköverkon kehityksessä. Samanaikaisesti verkonhaltijoiden on kuitenkin kyettävä vaalimaan pohjimmaista tehtäväänsä neutraaleina ja asiakaslähtöisinä sähkömarkkinoiden markkina- paikan mahdollistajina. [12] Tässä luvussa käsitellään jakeluverkkoinvestointien nykyti-

laa sekä esitellään jakeluverkonhaltijan motiiveja erilaisten joustoelementtien hyödyntämiseen tulevaisuuden sähköjärjestelmässä.

2.1 Jakeluverkonhaltijan investointipaine

Jakeluverkonhaltijan omaisuuspohja koostuu sähköverkon muodostavista ilmajohdoista, kaapeleista, muuntamoista, sähköasemista, mittareista sekä erilaisista verkon käyttöä tukevista järjestelmistä. Tätä omaisuuspohjaa verkonhaltija ylläpitää ja kehittää tekemällä investointeja. Investoinnit perustuvat verkonhaltijan investointiohjelmaan, joka puolestaan pohjautuu pitkän aikavälin toimintaympäristö-, regulaatio- ja omistajaohjausvaikutusten arvioinnin perusteella muodostettuun yhtiökohtaiseen sähköverkon kehittämissuunnitelmaan [6].

Verkonhaltijan investoinnit voidaan karkeasti jakaa kolmeen luokkaan [6][13]:

1. investointeihin, joissa teknistaloudellisen käyttöikänsä päähän tullut komponentti tai verkon osa korvataan uudella tai rakennetaan täysin uutta verkkoa
2. investointeihin, joissa olemassa olevaa verkkoa korvataan ennenaikaisesti palvelemaan muuttuneita vaatimuksia, esimerkiksi suurempaa kuormitusta
3. investointeihin, joissa verkon käyttövarmuutta parannetaan uudentyyppisillä komponenteilla ja tietojärjestelmillä, esimerkiksi erilaisilla verkostoautomaattoratkaisuilla

Ensimmäiseksi mainittuja investointeja tehdään jatkuvasti, kun komponenttien ja verkonosien ikääntymisen vuoksi verkkoa uusitaan vuosittaisia tasapoistoja vastaava määrä sekä laajennetaan uusien sähkökäyttäjien liittyessä verkkoon. Toiseksi mainitussa tapauksessa verkosta purettaville komponenteille jää jäännösarvoa eli komponentti tuottaa käyttöaikanaan verkonhaltijalle vähemmän arvoa kuin alun perin oli suunniteltu. Kolmanneksi mainitut investoinnit ovat olleet viime vuosikymmenten aikana kasvussa verkostoautomaation ja älykkäiden teknologioiden kehittyessä [8].

Investoinneille tyypillisiä piirteitä ovat tuottovaatimus ja pitoaika. Pitoajalla tarkoitetaan investoinnin kohteen teknistaloudellista käyttöikää, jonka jälkeen kohteen korvaaminen uudella tulee taloudellisesti kannattavammaksi kuin vanhan osan käytön jatkaminen. Usein teknistaloudellinen käyttöikä tulee vastaan ennen laitteen teknisen käyttöikänsä päättymistä. Tyypilliset jakeluverkon osien pitoajat ovat useita kymmeniä vuosia [14]. Tuottovaatimus puolestaan tarkoittaa, että investoinnin odotetaan tuottavan tuloja tulevaisuudessa, ja se jaksotetaan investoinnin pitoajalle. Vastaavasti investointihetkellä yhtiön tulosta rasittava investointimeno jaksotetaan kirjanpidossa pitoajalle, jolloin saadaan todenmukaisempi käsitys investoinnin taloudellisista vaikutuksista. [15]

Investoinnin tekeminen edellyttää investoivalta yhtiöltä pääomaa eli oman pääoman säästämistä tai ulkoisen pääoman hankkimista lainalla. Pääomavaltaisella verkkotoimialalla investoinnit ovat pitkävaikutteisia ja näin ollen myös rahoitusratkaisujen tulee olla pitkäaikaisia. Olennaista on tarkastella koko investoinnin elinkaarta, sillä kustannuksia syntyy varsinaisen investoinnin jälkeen myös muun muassa kunnossapidosta, käytöstä ja

häviöistä. Toisaalta investointi voi vaikuttaa myös välillisesti joihinkin kustannuksiin, esimerkiksi keskeytyskustannuksiin, pienentäen niitä. Lopulta investointien maksajataho on investoinnista hyötyvä asiakas, jolloin verkkotoimialan investointiaallot näkyvät asiakkaan suuntaan usein verkkopalvelumaksujen korotuksina. Kuluttajien hintasensitiivisyyden kehittyminen sekä asiakaslähtöisyyden korostuminen ovat osaltaan ohjanneet jakeluverkonhaltijat tavoittelemaan perinteisiä investointeja edullisempia ja innovatiivisempia ratkaisuja investoinneilla tavoiteltujen päämäärien saavuttamiseksi, jotta sähkön verkkopalvelumaksujen kehitys pysyisi maltillisempana.

Investointien suunnan ja investointivauhdin sanelee osittain lainsäädäntö. Esimerkiksi vuonna 2009 voimaan tullut valtioneuvoston asetus ohjasi verkonhaltijat vaihtamaan sähkömittareistaan 80 % etäluettaviksi tuntimittareiksi vuoden 2013 loppuun mennessä, mikä aikaansai suuret investoinnit ja mittareiden massavaihdot kaikkialla Suomessa [16]. Vastaavasti vuoden 2013 sähkömarkkinalaissa asetetut toimitusvarmuusvaatimukset ovat ohjanneet jakeluverkonhaltijat suunnittelemaan ja rakentamaan verkkonsa vuoteen 2029 mennessä niin, että verkon vioittuminen ei katkaise sähkönjakelua asemakaava-alueella yli 6 tunniksi ja haja-asutusalueella yli 36 tunniksi [17]. Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) teettämän selvityksen mukaan suomalaiset jakeluverkonhaltijat ovat tehneet ja tekevät vuosien 2016–2028 aikana noin 3 miljardin euron investoinnit lain toimitusvarmuusvaatimukset täyttääkseen. Toimitusvarmuusinvestointien lisäksi verkonhaltijat investoivat samaisella ajanjaksolla noin 6,5 miljardia euroa, jolloin kokonaisinvestoinneiksi runsaan kymmenen vuoden ajanjaksolle tulee noin 9,5 miljardia euroa. [6]

2.1.1 Investoinnit toimitusvarmuuteen

Toimitusvarmuuden takaamiseksi tehtävien investointien osuus kokonaisinvestoinneista on merkittävä ja investointimäärien kasvun voidaan odottaa lisäävän verkkoyhtiöiden liikevaihtoa vuosien 2018–2028 aikana 10–40 % riippuen verkkoyhtiön toimintaympäristön haasteellisuudesta. Merkittävin osa lähes 10 miljardin euron kokonaisinvestoinneista kohdistuu maakaapelointiin, joka on ollut neljännen valvontajakson aikana pääasiallinen keino taata verkon säävarmuus etenkin taajamissa ja asutuskeskuksissa. [6] Maakaapeloinnin suosio johtunee siitä, että verkkoyhtiöissä maakaapeloinnin on koettu olevan ainoa elinkaarikustannuksiltaan järkevä liiketoimintavaihtoehto tiiviisti asutuilla alueilla.

Kaapelointi-investointeja on toteutettu ensin taajamissa, jossa verkon käyttöpaikkatiheys on suurin. Kaapelointien leviäminen haja-asutusalueille kohti johtohaarojen päitä on kuitenkin tuonut ajankohtaiseksi toimitusvarmuusinvestointien kehittämisen ja uudelleen arvioimisen. Erityisesti liiketoiminnan tehokkuuden vaalimisen ja verkkopalvelumaksujen kasvun maltillistamisen kannalta on relevanttia punnita perinteisen toimitusvarmuusinvestoinnin investointi- ja elinkaarikustannuksia investoinnin vaikutusalueella olevien sähkönkäyttäjien kokemiin hyötyihin. Vuosina 2020–2028 tehtävistä toimitusvarmuusinvestoinneista noin 90 % kohdistetaan haja-asutusalueelle. [6] Haja-asutusalueen pitkävaikutteisia investointisuunnitelmia laadittaessa on tarpeellista huomioida maakuntien väestöke-

hitys, joka valtaosassa Suomen maakunnista on negatiivinen. Esimerkiksi Carunan maa-seutuverkkoa sijaitsee Kainuussa, Etelä-Pohjanmaalla ja Satakunnassa, joiden väestökehityksen ennustetaan olevan voimakkaasti tai erittäin voimakkaasti vähenevä vuosina 2017–2040. [18]

Keski- ja pienjänniteverkon maakaapeloinnin lisäksi verkonhaltijalla on toimitusvarmuusvaatimusten täyttämiseen muutamia investointivaihtoehtoja. Verkonhaltija voi siirtää olemassa olevan ilmajohdon tienvarteen, pellolle tai muulle aukealle alueelle, jolloin puiden kaatumisesta tai taipumisesta aiheutuvat keskeytykset eivät ole mahdollisia ja joih-tojen korjaaminen vikatapauksessa helpottuu. Puuvarmuutta voidaan hakea myös leven-tämällä johtokatuja, jolloin johto on runsaan 10 vuoden ajan turvassa sään vaurioittamil-ta puilta. Kaapelikustannuksissa verkonhaltija voi säästää muuttamalla pienessä kuor-massa olevan keskijännitehaaran pienjännitehaaraksi, joka on kaapelikustannuksiltaan keskijännitehaaraa ja -kaapelia huokeampi. Lisäksi vian havainnointiaikaa ja rajausta voidaan nopeuttaa investoimalla erilaisiin verkostoautomaattoratkaisuihin. Näitä keinoja haja-asutusalueiden verkonhaltijat ovat soveltaneet mahdollisuuksien mukaan maaka-peloinnin ohella. [6] Esimerkiksi Caruna tavoittelee haja-asutusalueen toimitusvarmuus-vaatimusten täyttämistä sekä maakaapeli- että ilmajohtorakenteisella verkolla siten, että lähtökohtainen verkon saneeraus- ja rakennustapa on maakaapelointi, mutta toimitus-varmuudeltaan ja kapasiteetiltaan riittävät verkonosat jätetään mahdollisuuksien mukaan ilmajohdoiksi ja tärkeimpiä verkon solmupisteitä tuetaan verkostoautomaatiolla [19].

Investointivaihtoehtojen monipuolisuus kertoo, että ei ole olemassa vain yhtä menetel-mää, jolla lainsäädännön toimitusvarmuusvaatimukset saavutetaan. Vaihtoehtojen kus-tannustehokkuus riippuu muun muassa maasto-olosuhteista, johdon syöttämän tehon suuruudesta, tehonkulutuksen mahdollisesta muutoksesta investoinnin pitoaikana, ver-kon iästä, korkokannasta ja investointikustannusten ajan suhteen tapahtuvasta muutok-sesta. Näin ollen investointivalinnat ovat verkkoyhtiöriippuvaisia ja optimaalinen investoin-ti tietyille sähköasemälähdölle tai muuntopiirille täytyy punnita kohdekohtaisesti [6].

2.1.2 Muutokset verkonhaltijan investointipaineessa

Toimitusvarmuusvaatimukset ovat seurausta luotettavan sähkönsaannin merkityksen kas-vusta sekä yleistyvistä sään ääri-ilmiöistä. Vaatimusten taustalla vaikuttavia tekijöitä ovat erityisesti ilmastonmuutos ja digitalisaatio, jotka muovaavat yhteiskuntaa energiantuotan-non ja -jakelun lisäksi myös lukuisilla muilla sektoreilla. Ilmastonmuutoksen, yhteiskun-nan sähköistymisen, kaupungistumisen sekä teknologian kehittymisen myötä jakeluver-konhaltijan perinteisiin investointikäytäntöihin vaikuttavat toimitusvarmuusvaatimusten li-säksi myös muunlaiset paineet. Esimerkiksi liikenteen sähköistyminen, energiatehokkuus ja yhteisöllisten energiaratkaisujen lisääntyminen ovat trendejä, joiden vaikutuksia jake-luverkonhaltijoiden on peilattava investointisuunnitelmia tehdessään. [10][20]

Suurpiirteisimmät suuntaviivat investointipaineen muutokselle antavat kansainväliseltä ja kansalliselta tasolta tulevat velvoitteet. Merkittävin Suomeen vaikuttava kansainvälisen

tason tavoite lienee Euroopan unionin energia- ja ilmastopoliittinen linjaus puhtaan energian paketista, jonka mukaan uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta unionissa on oltava vähintään 32 % vuoteen 2030 mennessä [21]. Puhtaan energian paketin sisältämä sähkömarkkinadirektiivi 2019/944 astui voimaan kesällä 2019. Direktiivi edellyttää kansallisen tason sähkömarkkinoiden säätelykehysten muuttamista niin, että joustopalveluiden hyödyntäminen myös verkonhaltijan tapauksessa mahdollistuu. [22] Jakeluverkonhaltijan ja joustoratkaisujen kannalta direktiivin merkittävin sisältö tiivistyy artikloihin 31, 32, 33 ja 36.

Artikla 31: Jakeluverkonhaltijoiden tehtävät

Artiklan mukaan jakeluverkonhaltijan tehtävään kuuluu vastata varman, luotettavan ja tehokkaan sähkönjakeluverkon käytöstä, kehittämisestä ja ylläpidosta. Jos tämän tehtävän toteutuksessa käytetään verkonhaltijan ulkopuolista tuote- ja palveluhankintaa, on verkonhaltijan mahdollistettava kaikkien vaatimukset täyttävien markkinaosapuolten syrjimätön osallistuminen näille tuote- ja palvelumarkkinoille määrittelemällä markkinoiden tekniset reunaehdot yhteistyössä markkinaviranomaisen ja markkinaosapuolten kanssa. [22]

Artikla 32: Kannustimet jouston käyttämiseksi jakeluverkoissa

Artiklan mukaan kunkin unionin jäsenvaltion on vahvistettava regulaatiokehys, joka mahdollistaa jakeluverkonhaltijalle joustopalveluiden hankinnan hajautettua tuotantoa, energian varastointia ja kulutusjoustoja harjoittavilta toimijoilta sekä kannustaa siihen. Joustopalveluiden hankinnalla tulee artiklan mukaan pyrkiä kehittämään ja tehostamaan jakeluverkon käyttöä. Jakeluverkonhaltijan joustopalvelut on artiklan mukaan hankittava avointen, syrjimättömien ja markkinapohjaisten menettelyjen mukaisesti lukuun ottamatta tapauksia, joissa markkinaviranomainen tulkitsee markkinaehtoisen menettelyn johtavan markkinoiden merkittävään vääristymiseen tai siirtorajoitusten kasvamiseen. Jakeluverkonhaltijoiden tai markkinaviranomaisen on eriteltävä hankittavat joustopalvelut sekä määritettävä näille tarvittaessa markkinatuotteet. Jakeluverkonhaltijan kulutusjouston, energiatehokkuuspalveluiden sekä energiavarastojen tai vastaavien resurssien mahdollinen käyttö on eriteltävä jakeluverkonhaltijan markkinaviranomaiselle toimittamassa kehittämissuunnitelmassa. [22]

Artikla 33: Sähköisen liikkumisen integrointi sähköverkkoon

Artiklan mukaan unionin jäsenvaltioiden on määritettävä regulaatiokehyksensä siten, että regulaation keinoin helpotetaan julkisten ja yksityisten sähköisen liikenteen latauspisteiden liittämistä jakeluverkkoon. Jakeluverkonhaltijat eivät saa omistaa, hallinnoida, käyttää tai kehittää sähköisen liikenteen latauspisteitä muuta kuin omaan käyttöönsä. Sen sijaan latausinfrastruktuurin suhteen tulee tehdä syrjimätöntä yhteistyötä verkonhaltijan ja latauspisteitä hallinnoivien ja kehittävien ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Lataus-

frastruktuurin omistuksissa sallitut poikkeustilanteet ovat samanlaisia kuin artiklassa 36 energiavarastojen omistamiseen liittyvät poikkeustilanteet. [22]

Artikla 36: Jakeluverkonhaltijoiden mahdollisuus omistaa energiavarastoja

Artiklan mukaan jakeluverkonhaltija ei lähtökohtaisesti saa omistaa, hallinnoida, käyttää tai kehittää sähkövarastoja. Poikkeuksen tähän muodostavat täysin jakeluverkkoon integroidut verkkokomponentit, joiden omistamisen markkinaviranomainen on hyväksynyt, sekä tilanteet, joissa verkonhaltijasta poikkeavat osapuolet eivät kykene tuottamaan verkonhaltijan tarvitsemaa, direktiivin mukaisen toiminnan edellyttämää joustopalvelua, jonka tuottamisesta markkinaviranomainen on järjestänyt tarjouskilpailun ja todennut tuottamisen markkinaehtoisilla toimijoilla mahdottomaksi. Tällä periaatteella hankituista energiavarastoista on vähintään viiden vuoden välein järjestettävä julkinen kuuleminen, jossa markkinaosapuolet voivat ilmaista halukkuutensa investoida näihin olemassa oleviin varastoihin. Jos markkinaosapuoli kykenee hankkimaan itselleen jakeluverkonhaltijan hallinnoiman varaston, voi markkinaviranomainen määrätä markkinaosapuolen maksamaan verkonhaltijalle varaston jäännösarvoa vastaavan korvauksen varaston hankinnasta. Varasto-omistusten myynnillä ei ole tarkoituksenmukaista tavoitella taloudellista voittoa verkonhaltijoille. [22]

Toimialaa velvoittavien lainsäädäntö- ja toimintaohjelmuuksien lisäksi toimialaan liittyviä muutoksia on työstyetty kansallisissa työryhmissä. Vuonna 2016 työ- ja elinkeinoministeriö asetti kaksivuotisen asiantuntijaryhmän selvittämään kehittymismahdollisuuksia ja konkreettisia toimia, joiden avulla älykkäät sähköverkot ja laajemmin koko sähköjärjestelmä saataisiin osaltaan mahdollistamaan kuluttajan kehittyminen aktiiviseksi sähkömarkkinatoimijaksi sekä osallistuminen toimitusvarmuutta tukevien ratkaisujen ylläpitoon. Niin kutsuttu älyverkkotyöryhmä syventyi useampaan aihekokonaisuuteen, joista tämän tutkimuksen kannalta kiinnostavin on joustoja tukeva verkonhaltijoiden regulaatio. [12]

Älyverkkotyöryhmän muotoilemassa tavoitetilassa jakeluverkonhaltijat kykenisivät hyödyntämään joustoja jakeluverkon tarpeisiin muun muassa verkon hallintaan ja verkkoinvestointien lykkäämiseen liittyvissä tilanteissa. Työryhmä katsoo joustopalveluiden kehityvän parhaiten kilpailuilla markkinoilla joustoteknologioiden yleistyessä ja markkinoiden kypsyessä parempien palveluiden ja edullisemmän teknologian myötä. Jotta jousto voidaan hankkia markkinaehtoisesti, perää älyverkkotyöryhmä selvitystä siitä, miten jouston ostaminen palveluna olisi jakeluverkonhaltijalle tasavertainen vaihtoehto verkkoinvestoinnille. [12]

2.2 Joustoratkaisut jakeluverkonhaltijan näkökulmasta

Hajautetun sääriippuvaisen tuotannon, älykkäiden sähkömittareiden, smart grid -teknologioiden ja sähköautojen lisääntyminen muuttaa paitsi jakeluverkonhaltijan investointikäytäntöjä myös verkonhaltijan perinteistä roolia huomattavasti [5][23]. Perinteisesti jakeluverkonhaltija on nähty passiivisena sähkömarkkinoiden mahdollistajana, jonka vastuul-

la on ylhäältä syötetyn jakelujärjestelmän hallinta ja kehittäminen ympäristön tarpeiden mukaisesti. Yksittäisten kuluttajien oman pientuotannon lisääntyessä jakeluverkonhaltijan roolin on kuitenkin ennustettu muovautuvan kohti dynaamisten, paikallistason sähkömarkkinoiden mahdollistamista [23]. Mahdollistajan roolin rinnalla korostuu verkonhaltijan rooli jouston käyttäjänä.

Nykyteknologian puitteissa tarjolla on useita erilaisia joustoteknologioita, joiden avulla jakeluverkonhaltija voi parantaa sähköverkkonsa toimivuutta ja varmuutta. Jakeluverkonhaltijan kannalta olennaisia joustoresursseja ovat erityisesti erilaiset akustot ja kysyntäjousto, joita verkonhaltija voi hyödyntää esimerkiksi verkon suunnittelussa mitoituskehon näkökulmasta tai käyttötoiminnassa reaaliaikaisten kuormitustilanteiden hallinnassa [10][20]. Verkonhaltijoiden keskuudessa on havaittu selkeää halukkuutta joustoelementtien käyttöönottoon, mutta tällä hetkellä yleistymistä hidastavat ennen kaikkea rajoittavat regulaatiomallit sekä epäselvät käytännöt. [24]

Suomalaisten jakeluverkonhaltijoiden näkemyksiä jouston hyödyntämiseen omassa liiketoiminnassaan on kartoitettu kysynnän jouston osalta vuonna 2015 julkaistussa Tampereen teknillisen yliopiston selvityksessä. Verkonhaltijoiden tarpeita tutkittiin alkuvuodesta 2014 selvityksen yhteydessä toteutetulla kyselyllä, johon vastasi 30 jakeluverkonhaltijaa. Yhtiön nimellä esiintyneet vastaajat kattoivat koko maan asiakasmäärästä 74 %, minkä lisäksi kyselyyn vastasi kaksi anonyymiä yhtiötä. Kuusi vuotta sitten toteutetun kyselyn perusteella verkonhaltijat kokivat kyselyhetken tarpeensa kysyntäjoustolle vähäiseksi mutta tarpeiden nähtiin kasvavan voimakkaasti seuraavan 10–20 vuoden aikana. Suurin tarve kysyntäjouston tuomille mahdollisuuksille koettiin tuolloin olevan keskijännitetasolla erityisesti poikkeuksellisissa kytkentätilanteissa. Suurimmiksi esteiksi kysyntäjouston laajamittaiselle hyödyntämiselle nähtiin tietojärjestelmärajapintojen standardien puute, valmiiden käytäntöjen puute sekä hyödyntämisestä yhtiöille koitua häviävän pieni taloudellinen hyöty. [24] Älyverkkotyöryhmän arvioiden mukaan jakeluverkonhaltijoiden kysyntäjoustotarpeet liittyvät tulevaisuudessa ensisijaisesti verkon häiriötilanteisiin [12].

Lappeenrannan-Lahden teknillisen yliopiston professori Jarmo Partanen jakaa jakeluverkonhaltijan joustotarpeen tarkastelun kahteen näkökulmaan: normaalin tilan ja poikkeavan tilan joustotarpeeseen. Sähköverkon normaaliin toimintatilaan liittyvät ongelmatilanteet on lähtemättömyytensä vuoksi ratkaistava lähtökohtaisesti pysyvällä ja varmalla ratkaisulla. Tähän mennessä pääsääntöinen ratkaisu tällaisiin normaalitilan ongelmiin on ollut verkkoinvestointi. Sen sijaan poikkeavan tilanteen joustotarpeita esiintyy verkossa vain paikallisesti ja ajoittain, jolloin pysyvän ratkaisun tarjoava verkkoinvestointi saattaa tulla liian raskaaksi ja kustannustehottomaksi ongelman mittasuhteisiin nähden. Jakeluverkonhaltijan mielenkiinto jakeluverkon tarpeisiin perustuvia joustoja kohtaan kohdistuukin erityisesti paikallisiin poikkeustilanteisiin, joiden hallintaan joustoelementtien kuten akustojen ja kysyntäjouston hyödyntäminen voisi tarjota kustannustehokkaamman vaihtoehdon. [20] Toisaalta normaalitilaankin liittyy paikallisella tasolla toisinaan epävarmuutta sähkön käytön jatkumisesta, jolloin joustoelementit tarjoaisivat verkonhaltijalle investointia pieniriskisemmän vaihtoehdon taata sähkönjakelun varmuus ja laatu epävarmoilla

alueilla. Koska jakeluverkonhaltijan toimintaa ohjaa ennen kaikkea regulaatiomallin sanelema taloudellinen tehokkuus, investointien ja kustannusten optimointiin pyrkivien vaihtoehtoisten ratkaisujen olemassaolo on mielekästä.

Sähkömarkkinoiden toimintaa kokonaisuutena tarkasteltaessa on kuitenkin tarpeen huomioida, että jouston suhteen jakeluverkonhaltijan intressit ovat toisinaan osittain ristiriidassa muiden markkinatoimijoiden intressien kanssa. Esimerkiksi, jos verkkoon liitettyjä kuormia ohjataan sähköenergian myyjän näkökulmasta markkinahintaperusteisesti, on tuntikeskitehojen todettu joissakin tapauksissa jopa nousevan, koska kuormitusten ajallinen vaihtelu vähenee. Pahimmassa tapauksessa korkea kuormitus osuu hetkeen, jolloin markkinasähkö on edullista ja kuluttajat pyrkivät optimoimaan kulutustaan juuri tähän hetkeen säästääkseen sähköenergian hinnassa. Hetkellisten tehojen kasvu on verkonhaltijan verkkokapasiteetin näkökulmasta kuitenkin ei-toivottu tilanne, jolloin verkonhaltijan pitää osaltaan kehittää vastapainoisia keinoja tehojen kasvun rajoittamiseksi. [24] Jakeluverkonhaltijan ja muiden joustoa hyödyntävien tahojen ristiriitaiset intressit saattavat siis johtaa tilanteeseen, jossa asiakas joutuu optimoimaan joustoaan kahden kannustinsignaalin ja sopimuksen puitteissa. Tavallisella kuluttaja-asiakkaalla ei välttämättä ole valmiutta markkinahintojen ja siirretyn sähkötehon perusteella määräytyvien verkkopalvelumaksukomponenttien jatkuvaan analysointiin, jolloin asiakkaiden joustomarkkinoille lähtemisen kynnys saattaa nousta korkeaksi. Näin ollen eri toimijoiden näkemysten ja tavoitteiden ristiriitaisuus saattaa koitua joissakin tilanteissa koko toimialan tappioksi.

Tarve vahvistaa jakeluverkonhaltijan roolia sekä määritellä selkeät käytännöt joustojen hyödyntämiseen verkkotoiminnassa on tunnistettu toimialalla laajalti [6][25]. Epäviralliseksi tavoitteeksi on muodostunut pyrkimys parantaa verkonhaltijoiden mahdollisuuksia tuottaa ja hankkia erilaisia joustoratkaisuja jakeluverkon tarpeisiin [12]. Seuraavissa alaluvuissa on avattu jakeluverkonhaltijoiden motiiveja jouston hyödyntämiseen konkreettisten jakeluverkon ongelmatilanteiden kautta.

2.2.1 Toimitusvarmuuden parantaminen haja-asutusalueilla

Kenties ilmeisin motiivi joustoelementtien hyödyntämiselle on haja-asutusalueiden toimitusvarmuuden parantaminen toimitusvarmuusvaatimusten edellyttämälle tasolle. Vuosina 2020–2028 tehtävien jakeluverkkoinvestointien on ennustettu painottuvan lähes 90 %:sti haja-asutusalueille, joissa käyttöpaikkakohtainen verkkopituus on huomattavasti taajama-aluetta suurempi [6]. Käytännössä toimitusvarmuusinvestointien leviäminen haja-asutusalueille tarkoittaa, että investointieurolla saadaan toimitusvarmuuden piiriin taajama-aluetta vähemmän asiakkaita. Ajankohtaiseksi onkin tullut punnita, kuinka varteenotettavia perinteisten verkkoinvestointien kustannukset ovat, jos paikallisen toimitusvarmuuden takaamiseksi olisi olemassa elinkaarikustannuksiltaan myös edullisempia ratkaisuja.

Haja-asutusalueiden toimitusvarmuuden parantaminen on tärkeää erityisesti suurhäiriöriskin hallinnan kannalta. Suurhäiriöllä tarkoitetaan sähköverkon mittavaa vikatilannetta,

jossa yli 20 % verkkoalueen asiakkaista on ilman sähköä tai 110 kV:n linja tai sähköasema on vian vuoksi poissa käytöstä useamman tunnin ajan. Suurhäiriötä suomalaiseseen jakeluverkkoon aiheuttavat ensisijaisesti rajut sääilmiöt ja ne ovat tuottaneet toteutukseen verkonhaltijoille jopa kymmenien miljoonien erojen vuosikustannukset. [26] Näin ollen sekä verkonhaltijan että koko yhteiskunnan kannalta on ensisijaisen tärkeää pienentää suurhäiriön riskiä erityisesti alueilla, joissa vikatilanteet ovat todennäköisimpiä ja korjaustyöt hitaimpia.

Joustoelementtien sekä asiakaskohtaisen sopimisen rooli toimitusvarmuuden parantamisessa on merkittävin syrjäisillä alueilla etäisyyksien ollessa pitkiä ja maaston vaikeasti kaapeloitavaa [10]. Käytännössä tällaisissa kohteissa sähkönsaannin takaamiseksi voitaisiin hyödyntää sähkövarastoa tai kysynnän joustoa. Esimerkiksi kiinteän sähkövaraston tai kevyemmän, liikuteltavan varavoimaratkaisun tapauksessa varastoitu energia varmistaisi sähkönsaannin ennalta sovituksi määräksi tunteja, jolloin 6:n ja 36:n tunnin toimitusvarmuusvaatimuksista voitaisiin kohdetta syöttävän ilmajohtohaaran osalta joustaa. Erityisesti liikuteltavilla varavoimaratkaisuilla voitaisiin saavuttaa hyötyjä syrjäisillä alueilla, joilla olosuhteet ovat haastavat, sähköntarve kausittaista ja sähköverkon rakentaminen kannattamatonta tai mahdotonta. Sähkön varastointiratkaisuja hyödyntämällä maakaapelointiin nojaavat toimitusvarmuusresurssit voitaisiin kohdistaa ensisijaisesti alueille, joissa lähtökohdat sähkön tarpeen säilymiselle ja kehittymiselle ovat pitkällä aikavälillä varmemmat. Toimitusvarmuustarkoituksessa toimivien sähkövarastojen käytöstä on jo alettu kerätä käytännön kokemuksia suurimpien jakeluverkkoyhtiöiden akkupilottihankkeiden kautta [27][28].

2.2.2 Pullonkaulojen hallinta

Sähköverkko mitoitetaan verkossa siirrettävän maksimitohon mukaan. Mitoitus edellyttää verkon suunnitteluvaiheessa käsitystä siitä, kuinka suuri kuorma verkossa voi hetkellisesti olla ja miten kuorman suuruus kehittyy tulevaisuudessa. Verkon suunnitteluhorisontit ovat kuitenkin usein jopa kymmeniä vuosia, ja sähköverkon vaatimusten kehitystä tietyllä alueella on vaikeaa arvioida yksityiskohtaisesti kauas tulevaisuuteen. Erityisesti hajautetun tuotannon, sähkövarastojen ja sähköautojen lisääntyessä jakeluverkon kapasiteettitarve saattaa muuttua alun perin ennakoitua radikaalimmin [7][25]. Tällöin jakelukapasiteetin rajallisuus aiheuttaa verkkoon pullonkaulatilanteen, kun verkon komponentit kykenevät päästämään lävitseen vain osan verkkoon tuotetusta tai verkosta kulutettavasta tehosta. Pullonkaulatilanteet ovatkin yleisimpiä jakeluverkkotason ongelmatilanteita ja ne saattavat syntyä jakeluverkonhaltijan näkökulmasta hyvinkin yllättäen esimerkiksi uuden pientuottajan pyytäessä jo asennetulle pientuotantolaitteistolle kytkentälupaa [29]. [30]

Asiakkaiden omien pientuotantolaitteiden yleistyminen on aiheuttanut paikallisia pullonkaulatilanteita myös Carunan haja-asutusalueverkkoon. Helmikuussa 2020 Carunan asiakas Uudellamaalla teki aloitteen 46,5 kW:n aurinkopaneelilaitteiston kytkemisestä verkkoon. Laitteisto ylitti asiakkaan liittymistehon 44 kW, minkä vuoksi asiakkaan oli rajoitet-

tava laitteiston tuotantotehoa lisäliittymän hankinnan välttääkseen. Carunan simulointien perusteella rajoitetun laitteiston kytkeminen verkkoon olisi aiheuttanut asiakkaan liittymispisteessä yli 6 %:n sekä verkon naapurahaarojen liittymispisteissä noin 5 %:n jännitteen kasvun. Käytännössä laitteiston verkkoon liittäminen edellytti Carunalta jakelumuuntajan suurentamista 50 kVA:n muuntajakoneesta 100 kVA:n koneeseen sekä kaapeloidun pienjänniteverkon vahvistamista järeämmällä kaapelilla. Vastaava tilanne tapahtui samoihin aikoihin myös Varsinais-Suomessa, jossa vastaavan suuruinen tuotantolaitteisto olisi nostanut sähköliittymää syöttävän pienjännitehaaran jännitettä jopa 7 %. Verkon vahvistaminen edellytti tässäkin tapauksessa muuntajakoneen vaihtoa sekä pienjännitekaapelin vahvistamista. Yhteistyössä asiakkaan sähköurakoitsijan kanssa pyrittiin etsimään vaihtoehtoisia keinoja verkon vahvistamiselle. Yksi esiin noussut vaihtoehto oli tuotantolaitteiston alimagnetointi, jolla loistehojen kasvua olisi saatu kompensoitua. Alimagnetointi olisi siis saattanut palvella verkonhaltijaa, mutta asiakkaan näkökulmasta pientuotantoinvestointi olisi tuottanut vain osan täydestä tehosta eikä alimagnetointi näin ollen olisi voinut toimia pysyvänä ratkaisuna ongelmaan. [29]

Yleensä jakeluverkon komponentit, kuten muuntajat ja kaapelit kestävät hetkellistä ylikuormitusta, mutta pitkällä aikavälillä tilanne on kestävämpöön. Siirtokapasiteetin tullessa vastaan perinteinen menettelytapa on vahvistaa verkonosaa tekemällä verkostoinvestointi [30]. Luvussa 3 esitelty sähköverkkoliiketoiminnan valvontamalli kannustaa verkonhaltijoita nimenomaan tällaiseen menettelyyn. Vaihtoehtona verkon vahvistamiselle on tuotannon rajaaminen, jonka voidaan kuitenkin katsoa toimivan vain marginaalitapauksissa. Verkonhaltijan on laissa määritellyn kehittämisvelvollisuuden nojalla kehitettävä verkkoaan verkon käyttäjien tarpeiden mukaiseksi ja näin ollen tuotannon rajaaminen pitkällä aikavälillä ei olisi kovinkaan toivottu kehityssuunta [17]. Sen sijaan joustoelementtien hyödyntäminen tarjoaisi vaihtoehtoisen tavan paikallisten pullonkaulatilanteiden ratkaisuun. Tähän tarkoitukseen sopivia teknologioita olisivat erilaiset sähkövarastot ja asiakkaan kulutusjousto, jotka lisäisivät jakeluverkon dynaamisuutta pysyväsäätöratkaisun sijaan. Esimerkiksi edellä esitetyn kaltaisissa tilanteissa, joissa latvaverkon tuotantoa ei voida muutamina tunteina vuodessa ottaa pullonkaulatilanteen takia verkkoon, sähkövarasto kykenisi tasaamaan ylimääräisen tuotannon.

2.2.3 Jännitteen sekä pätö- ja loistehon hallinta

Koska verkko mitoitetaan maksimitehontarpeen perusteella, on jakeluverkonhaltijan näkökulmasta järkevää ohjata tehonkulutusta niin, että yksittäiset tehonvaihtelut vähenevät ja olemassa oleva verkkokapasiteetti saadaan mahdollisimman tehokkaasti hyödynnettyä. Mikäli yksittäiset tehopiikit kasvavat verkon kapasiteettia suuremmiksi, edellyttää tehopiikin hallinta verkonhaltijalta verkon vahvistamisinvestointia huolimatta siitä, että nykykapasiteetiltaan verkko olisi riittävä yli 99 % ajasta. Jouston mahdollistavat elementit mahdollistaisivat verkon hetkellisen tehonkasvun hallitusti lykkäämällä tai kokonaan poistamalla akuutti saneeraustarve [6].

Johtohaarojen loppupäiden pienikuormaisten avojohto-osuuksien kaapelointeja vähentämällä vähennettäisiin myös maakaapeloinnin mukanaan tuomia ongelmia kuten loistehojen ja kosketusjännitteiden kasvua sekä siirtoverkkomaailmasta tutun Ferranti-ilmiön vaikutuksia [31]. Loistehojen pienetessä taloudellisia säästöjä tulisi sekä loistehomaksujen että kompensointikustannusten pienentyessä [29]. Jouston mahdollistava tehoelektroniikka sekä energiavarastot mahdollistavat kaapeliverkkoon yhdistettynä loistehon paikallisen säädön, jolloin tarve erillisille kompensointilaitteille vähenee.

Korkean maakaapelointiasteen ja lisääntyvän pientuotannon aikaansaamia jänniteongelmia edustaa Carunan verkkoalueella vuonna 2018 sattunut tapaus. Asiakas oli edellisenä syksynä asentanut kulutusliittymänsä taakse 17 kW:n aurinkovoimalaitteiston, joka kevään 2018 puolella kuitenkin irtikytkytyi verkosta invertterin havaitseman ylijännitteen vuoksi. Aurinkovoimalan kytkentävaiheessa tehtyjen simulointien mukaan asiakkaan liittymispisteen jännitteen olisi kuitenkin pitänyt pysyä sallituissa rajoissa. Asiaa tutkittaessa havaittiin, että lähialueen maakaapelointihankkeiden myötä jännite liittymää syöttävällä Halslahden sähköasemalähdöllä pyrki nousemaan ja sähköaseman päämuuntajan muuntosuhdetta oli jo korjattu säätämällä käämikytkin ääriasentoonsa. Tilannetta hankaloitti entisestään se, että liittymää syöttävässä muuntajassa ei ollut lainkaan jännitteensäädön mahdollistavaa väliottokytkintä. Keskijännitelähdön pääjännitteeksi sähköasemalla mitattiin 21 kV, joka pienellä kuormalla kasvoi vielä suuremmaksi. Väliaikaisena ratkaisuna liittymispisteen jännitteiden hallitsemiseksi verkon jakorajoja muutettiin siten, että jakelumuuntamon syöttö käännettiin tulevaisuudelle Norbyn sähköasemalta, jonka käämikytkimessä oli edelleen säätövaraa. Koska Norbyn aseman lähdöille on suunnitella maakaapelointihankkeita, on todennäköistä, että ylijänniteongelma toistuu lähivuosina. Käytännössä ainoaksi vaihtoehdoksi tällöin jää joko uusiin päämuuntajiin tai reaktoreihin investointi. Vuoden 2019 aikana Caruna on joutunut korvaamaan useita ongelmallisia päämuuntajia vastaavien jänniteongelmien takia erityisesti Varsinais-Suomen verkkoalueella. [29]

Hajautetun pientuotannon yleistyessä erityisesti jännitejäykkyydeltään heikot verkonosat pitkien johtohaarojen päässä saattavat kokea myös äkillisiä jänniteheilahteluja tuotantotehon vaihdellessa esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmässä pilvisyyden mukaan. Perinteisesti jännitteenlaatu on pyritty varmistamaan investoimalla järeämpiin verkkokomponentteihin, mutta joustoelementit tarjoaisivat näissäkin tapauksissa mahdollisuuden verkostosaneerauksen siirtämiselle tai perumiselle. Esimerkiksi kulutusjouston avulla kuormitusta voitaisiin kohdistaa tunneille, joina tuotanto on suurinta, ja saada näin kulutus mukailemaan tuotannon muutoksia. [10] Kulutusjouston lisäksi jännitevaihteluita kyettäisiin hallitsemaan verkkoteknisillä ratkaisulla, kuten pientuotannon yhteydessä sovellettavalla tehoelektroniikalla sekä paikallisilla mikroverkkoratkaisuilla.

2.2.4 Energiatehokkuuden edistäminen

Kysyntäjoustop, sähkövarastojen ja hajautetun tuotannon mahdollistamalla ohjaustoimenpiteillä on jakeluverkonhaltijan kannalta suuri merkitys verkon energiatehokkuutta tarkasteltaessa [32]. Energiatehokkuus tarkoittaa jakeluverkon näkökulmasta konkreettisesti esimerkiksi verkon häviöiden minimoimista ja asiakkaiden energiankäytön hyötysuhteen parantamista energiatehokkuusneuvonnalla ja -viestinnällä. Energiatehokkuuden synnyttämien taloudellisten hyötyjen lisäksi verkonhaltijoita energiatehokkuuteen ohjaavat toimialaliittojen ja yritysten energiatehokkuussopimukset, joiden kautta Suomessa on pyritty panemaan toimeen Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivin (EED) mukaisen energiatehokkuustason mahdollistavat toimenpiteet [33][34]. Energiatehokkuussopimukseen sitoutuminen on verkonhaltijalle vapaaehtoista mutta käytännössä sopimusjärjestelmän toimivuus edellyttää tiettyä määrää sopimukseen sitoutuneita toimijoita. Esimerkiksi Caruna on ollut mukana suomalaisessa energiatehokkuussopimusjärjestelmässä jo sen alusta eli vuodesta 1997 lähtien [35].

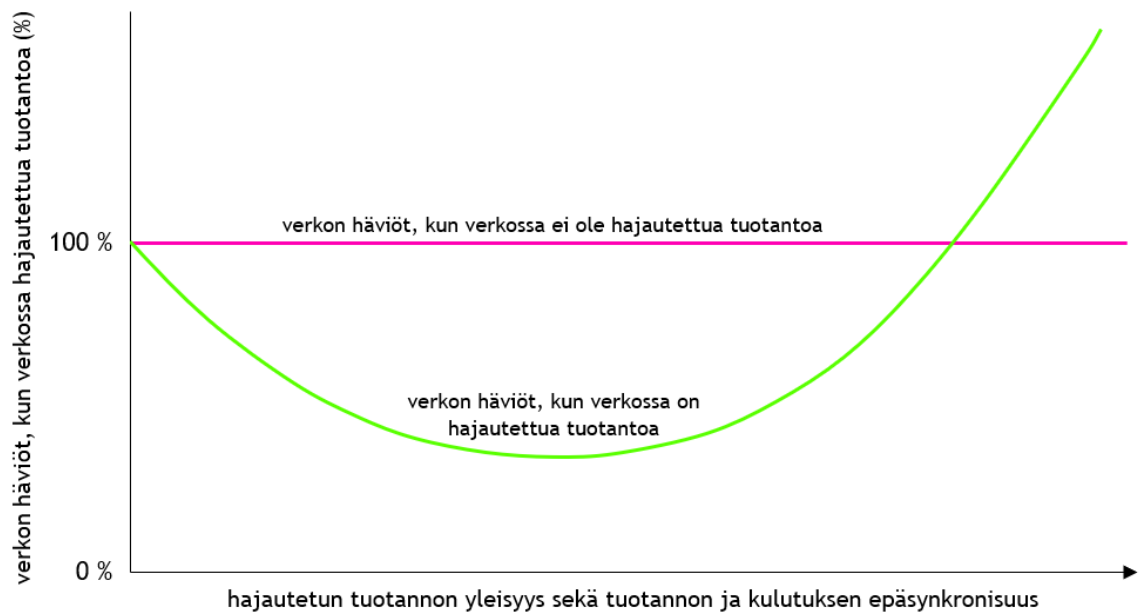
Energiatehokkuussopimukseen sitoutuessaan verkonhaltija sitoutuu tekemään liiketoiminnassaan energiansäästötoimenpiteitä ja raportoimaan toimenpiteistään vuosittain Motivan ylläpitämään raportointijärjestelmään. Energiansäästötoimenpiteillä tarkoitetaan sopimuskontekstissa sellaisia aktiivisia toimia, joiden seurauksena saavutetaan energiansäästöä lähtötilanteeseen verrattuna ja jotka parantavat energiatehokkuutta. Tällaisina toimina voidaan raportoida sekä asiakkaan että verkonhaltijan tekemiä energiansäästötoimenpiteitä, mutta sopimustavoitteen kannalta vain verkonhaltijan toimenpiteet ovat merkityksellisiä. [36]

Energiatehokkuutta heikentäviä energiahäviöitä tapahtuu kaikissa sähköverkon osissa sähköön tuotanto- ja kulutuspisteiden välissä. Jakeluverkon osuus sähköön siirron ja jakelun energiahäviöistä on noin kaksi kolmasosaa, minkä vuoksi jakeluverkon energiatehokkuudella on erityinen merkitys koko sähköjärjestelmän energiatehokkuutta tarkasteltaessa. Jakeluverkon energiatehokkuusajatteluun liittyy olennaisesti myös asiakkaiden energiatehokkuuden parantaminen kulutuksen, pientuotannon ja kysyntäjoustop kytkeytyessä suurelta osin jakeluverkkoon. Asiakkaiden energiansäästötoimenpiteitä pyritään verkko-yhtiöissä edistämään energiatehokkuusneuvonnalla ja -viestinnällä, kulutuspalautteella, laskutuksella sekä muilla asiakkaille suunnatuilla energiapalveluilla. [36]

Eurooppalaisella tasolla vertailtaessa Suomen sähköjakelun energiatehokkuuden on todettu olevan lähellä Euroopan kärkitasoa. Koska suomalaisten jakeluverkkojen tekniset häviöt ovat jo nykyisellään hyvin alhaiset, painottuu energiatehokkuuden edistäminen ennen kaikkea sähköjärjestelmän ohjaus- ja käyttötoimenpiteiden avulla toteutettavaan verkon energiatehokkuuden kokonaisuoptimointiin. [37][38] Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi verkon kuormitusprofiilin tasaamista siirtämällä kulutusta huipputunneilta alhaisemman kulutuksen tunneille sekä sähköön siirto- ja jakeluetäisyyksien lyhentämistä paikallista energiantuotantoa lisäämällä. Tällaisten ohjaustoimenpiteiden toteuttaminen kulminoituu verkon joustoelementteihin, joiden suunnitelmallisella ja synkronisella hyödyn-

tämisellä verkonhaltijat voivat tukea sähköjärjestelmän energiatehokkuutta.

Joustoelementtien vaikutus verkon energiatehokkuuden edistämiseen riippuu kolmesta seikasta: i) avaruudellisesta yhteensopivuudesta, ii) ajallisesta yhteensopivuudesta sekä iii) mahdollisista laitteiden teknisiin ominaisuuksiin liittyvistä rajoitteista. Avaruudellisella yhteensopivuudella tarkoitetaan välimatkallista yhteensopivuutta eli sitä, kuinka suuren välimatkan yli sähkö siirretään tuotantopisteestä kulutuspisteeseen. Lyhyillä siirtoetäisyyksillä häviöt ovat pienempiä, jolloin verkon energiatehokkuus on yleensä sitä parempi, mitä lähempänä esimerkiksi sähkövarastot ja hajautettu tuotanto ovat kulutuskohteita. Jos hajautetun tuotannon energiatehokkuusvaikutuksia tutkitaan tarkemmin, voidaan kuitenkin todeta, että verkon energiatehokkuutta ei voida hajautettua tuotantoa lisäämällä parantaa äärettömiin vaan energiatehokkuus alkaa päinvastoin heiketä hajautetun tuotannon määrän ylittäessä tietyn raja-arvon, kuten kuvasta 2.1 huomataan. [32][39]



Kuva 2.1. Jakeluverkon häviöiden kehittyminen hajautetun sähköntuotannon lisääntyessä verkossa. Mukailen [39]

Kuvaan 2.1 piirretyn vihreän kaaren pohjalla paikallisen tuotannon ja kulutuksen suhde on saavuttanut optimin, jonka jälkeen hajautetun tuotannon edelleen lisääntyessä ylimääräistä tuotantoa on siirrettävä kauemmas verkkoon. Tämä kasvattaa verkon häviöitä ja heikentää energiatehokkuutta niin, että lopulta saatetaan päätyä energiatehokkuuden kannalta jopa huonompaan tilanteeseen kuin täysin ilman hajautettua tuotantoa. Huomionarvoista on, että raja-arvopisteen sijainti riippuu kysynnän tasosta, jolloin alhaisella kysynnällä hajautetun tuotannon raja-arvo saattaa tulla hyvinkin nopeasti vastaan.

Kuvan 2.1 havainnollistamassa tilanteessa ongelmaksi muodostuu ajallinen yhteensopivuus. Ajallisella yhteensopivuudella tarkoitetaan sitä, tapahtuvatko sähköntuotanto ja kulutus ajallisesti samalla hetkellä [32]. Vaikka tuotanto- ja kulutuspisteet sijaitsisivat lähellä toisiaan, joudutaan ylimääräinen tuotanto siirtämään muualle verkkoon, mikäli paikallinen kulutus ei juuri sillä hetkellä ole riittävää. Ajallista yhteensopivuutta pystytään pa-

rantamaan akkuratksuilla, jolloin ylimääräinen energia voidaan varastoida odottamaan kulutusta sen sijaan, että se siirrettäisiin kauemmaksi järjestelmään.

2.2.5 Akkuvarastojen ja joustojen pilotointi jakeluverkkotoiminnassa

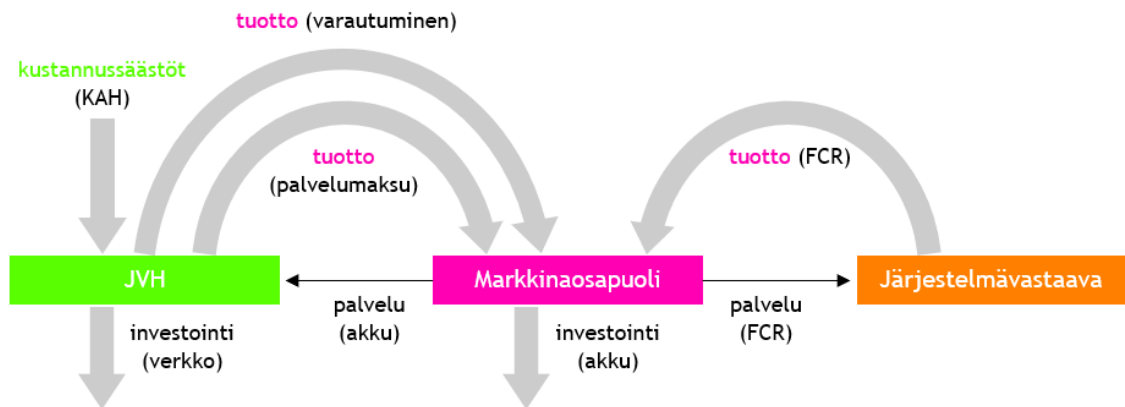
Akkuvarastot ovat kohtalaisen uusi komponentti jakeluverkossa. Niiden yleistymistä ovat toistaiseksi hidastaneet korkea hinta ja epäselvät säädökset. Lainsäädännöllisiä epäselvyyksiä on ollut sähkömarkkina- ja verotusnäkökulmien osalta johtuen varaston kyvystä sekä vastaanottaa että luovuttaa sähköenergiaa. [40] Käytännössä akkuvarasto mahdollistaa jakeluverkon tasolla väliaikaiset erot tuotannon ja kulutuksen välillä, mikä tekee siitä tehotasapainon ylläpidon näkökulmasta arvokkaan joustoelementin.

Edellisissä alaluvuissa on esitelty akustojen hyödyntämisen motiiveja jakeluverkonhaltijan näkökulmasta. Säädöksellisistä epäselvyyksistä huolimatta akkuteknologioiden tarjoamia mahdollisuuksia sähkönlaadun ja toimitusvarmuuden parantamiseksi on haluttu kokeilla nykysäädösten rajoissa. Kokemuksia akkuvarastojen toimivuudesta jakeluverkon tasolla on haettu erilaisten pilottihankkeiden kautta. [27][28] Yhteistä näille hankkeille on, että ne on toteutettu yhteistyössä järjestelmätoimittajan ja verkonhaltijasta poikkeavan sähkömarkkinaoperaattorin kanssa, sekä se, että ne toimivat liittyjän sähkömittaukseen nähden jakeluverkon puolella.

Akkupilotit toimivat käytäntöön sovellettuina esimerkkeinä jakeluverkkotason ratkaisuisista, jotka vastaavat sekä sähkömarkkinoiden että jakeluverkonhaltijoiden tarpeisiin. Tuorein kokemus jakeluverkonhaltijan hyödyntämisestä akkuratksuista lienee jakeluverkkoyhtiö Elenian ja energianmyyntiyhtiö Fortumin yhteistyössä toteuttama pilottihanke, jossa Elenian verkkoalueelle Ylöjärven Kuruun asennettiin jakeluverkkoon kytketty sähkövarasto. Valtaosan käyttötunneistaan Ylöjärven akku palvelee kantaverkon taajuusreservimarkkinoita ja ohjautuu Fortumin operoimana markkinatarpeen mukaan. Jakeluverkonhaltijan näkökulmasta akusto aktivoituu varautumistilanteessa, kun sääolosuhteiden takia riski sähkönjakelun häiriöihin verkkohaaran alkupäässä kasvaa. Tällöin Elenia tiedottaa varautumistilanteesta operaattoria, joka varaa akuston kapasiteetin markkinoiden sijaan jakeluverkonhaltijalle. Varautumistilanteiden osuus akun resursoinnissa on arvioitu olevan noin 1 % akun käyttötunneista. [27] Akuston taloudelliset hyödyt jakeluverkonhaltijalle konkretisoituvat keskeytyskustannusten pienenemisenä, kun taas operaattoriosapuoli saa tuottoja säätökapasiteetin tarjoamisesta taajuusmarkkinoille. Jakeluverkkoyhtiöistä Elenian lisäksi myös Carunalla on vastaavanlainen akkupilottihanke Fortumin kanssa. Carunan ja Fortumin yhteishankkeessa 1 MVA / 1,028 MWh akku on sijoitettu Carunan verkkoalueelle Inkoon Stubböleen. [28]

Pilottihankkeensa yhteydessä Elenia ja Fortum ovat kehittäneet verkkoliiketoiminnan nykyisen valvontamallin kanssa yhteensopivan markkinamallin, joka mahdollistaa jakeluverkonhaltijalle liiketoiminnallisesti kannattavan akkuteknologian hyödyntämisen nykysäädösten puitteissa. Periaatekuva markkinamallin toiminnasta on esitetty kuvassa 2.2. Kon-

septi perustuu sille, että sekä jakeluverkonhaltija että markkinatoimija investoivat molemmat akkuun: jakeluverkonhaltijan investointi kohdistuu verkon komponentteihin, kuten suojalaitteisiin ja saarekekäytön mahdollistaviin teknologioihin, kun taas markkinatoimija investoi itse akustoon sekä sähköliittymään akuston liittämiseksi jakeluverkkoon. Akuston omistaa siis markkinatoimija, joka tarjoaa akkua jakeluverkonhaltijalle palveluna sekä järjestelmävastaavalle osana taajuuden vakautusreserviä (FCR). Vastineeksi markkinatoimija saa tuottoja jakeluverkonhaltijan palvelumaksun ja markkinatuoton muodossa. Jakeluverkonhaltijan akuston hyödyntämisestä maksama palvelumaksu muodostuu kahdesta osasta: kiinteästä vuosimaksusta sekä varautumisajalta maksettavasta tuntikohtaisesta varautumismaksusta. Tällä järjestelyllä verkonhaltija saa hyödyntää akkua edellä esitetyllä tavalla varautumistilanteita varten. Varsinainen jakeluverkonhaltijalle järjestelystä koituva hyöty syntyy keskeytysten vähenemisenä ja siten keskeytyksistä aiheutuneiden haittojen pienenemisenä. Lisähyötyjä on mahdollista saada hyödyntämällä akustoa verkon pullonkaulojen tukemisessa, loistehon kompensoinnissa sekä muissa edellisissä alaluissa kuvatuissa käyttötarkoituksissa. [41]



Kuva 2.2. Periaatekuva markkinamallista. Mukailten [41]

Haasteena sekä energianmyyjiä että verkonhaltijoita hyödyttävissä yhteisratkaisuihin on kuitenkin osapuolten tarpeiden ristiriitaisuus. Verkonhaltijan näkökulmasta akustojen suurin hyöty olisi nimenomaan ilmajohtopainotteisessa latvaverkossa turvaamassa kauimaisten verkonhaarojen sähkönsaantia, mikäli lähdön alkupäässä jakelu katkeaa. Verkonhaltijan kannalta ihanteellisia akustolla tuettavia alueita olisivat vikatiheät muuntopiirit, joissa asiakasmäärä ja käyttöpaikkakohtainen energiankulutus ovat pienet, mutta joita syöttäviä ilmajohtoja ei olisi johtojen pitoajan näkökulmasta mielekästä kaapeloida säältä suojaan. [28] Myyntiyhtiön kannalta sähkövarastot tulisi sen sijaan sijoittaa mahdollisimman keskeisille paikoille sähköasemien läheisyyteen, jotta sähköjakelun katketessa akusto ei irtaudu valtaverkosta erilliseen saarekkeeseen [40]. Tällaiselle toimitusvarmalle alueelle sijoitetut akut eivät kuitenkaan palvelisi verkonhaltijoiden nimenomaan toimitusvarmuuden parantamiseen perustuvia tarpeita.

Pilottihankkeista saadut kokemukset ovat arvokkaita ja ne luovat pohjaa regulaation kehittämiseksi kuudennelle valvontajaksolle. Akkupilottien tarkoituksena on selvittää sähkömarkkinatoimijoiden kanssa toteutettujen yhteishankkeiden toimivuutta, ja niitä voidaan

pitää jopa maailman mittakaavassa urauurtavina hankkeina [40]. Markkinatoimijoiden lisäksi myös yksittäisten kuluttajien ja energiayhteisöjen kiinnostus sähkön varastointiin on kasvanut akkuteknologioiden hintojen halpenemisen ja asiakkaiden oman pientuotannon yleistymisen myötä. Useat yritykset tarjoavatkin varastointiratkaisuja aurinkosähköjärjestelmien yhteyteen pientuotannon omakäyttöasteen parantamiseksi [42][43][44].

2.2.6 Joustoelementtien omistus ja käyttö

Jakeluverkonhaltijan kannalta keskeisiä joustoliiketoiminnan näkökulmia ovat jakeluverkkoon kytkettyjen joustoelementtien omistus ja käyttö. Esimerkiksi sähkövaraston käyttöön ja omistamiseen liittyy markkinavaikutuksia, koska varastoon voi varastoida reguloimattomilla markkinoilla kaupattavaa sähköenergiaa [12]. Sen sijaan jakeluverkonhaltijoiden liiketoiminta on monopoliaseman vuoksi tiukasti säädeltyä, jolloin verkonhaltijan osallistuminen reguloimattomille markkinoille aiheuttaa ristiriidan.

Mahdollisia omistusnäkökulmia voidaan periaatteessa tunnistaa kaksi:

1. Joustoelementin omistaa jokin muu markkinatoimija kuin verkonhaltija, ja kapasiteetin käytöstä tehdään verkonhaltijan ja markkinaosapuolen välinen sopimus.
2. Joustoelementin omistaa jakeluverkonhaltija.

Ensinnäkin joustoelementin voi omistaa jokin muu markkinatoimija kuin verkonhaltija. Tällöin verkonhaltija tekee joustoelementin kapasiteetin hyödyntämisestä elementin omistajan kanssa sopimuksen, jolloin verkonhaltija maksaa elementin omistajalle elementin käyttömahdollisuudesta ja saa hyödyntää elementin kapasiteettia tietyin reunaehdoin. Tällaisia joustoa tarjoavia toimijoita voivat olla esimerkiksi markkinoilla toimivat jousto-operaattorit, yksittäiset kuluttajat, energiayhteisöt ja itsenäiset aggregaattorit. Esimerkiksi jousto-operaattorin kautta rakennettua omistusjärjestelyä on sovellettu Fortumin kanssa edellisessä alaluvussa esitelyjen akkupilottihankkeiden yhteydessä [27][28]. Toinen vaihtoehto kahdenvälisestä sopimisesta on verkonhaltijan ja asiakkaan välinen sopimus asiakkaan omistaman laitteiston mahdollistaman jouston hyödyntämisestä. Asiakkaan ja verkonhaltijan välillä voitaisiin sopia esimerkiksi asiakaskohtaisesta toimitusvarmuudesta, jolloin asiakkaan niin halutessa asiakkaan omalla sähkövarastolla varmistetaan sähkönsaanti keskeytystilanteessa ennalta sovituksi ajaksi. Asiakkaan ja verkonhaltijan kahdenvälinen sopiminen edellyttää kuitenkin lakimuutosta sillä nykyisen linjauksen puitteissa yleisistä toimitusvarmuusvaatimuksista poikkeavat sopimukset eivät ole sallittuja [17]. Lisäksi kaikki asiakaskohtaiset toimitusvarmuussopimukset tulisi ottaa huomioon verkonhaltijan keskeytyksestä aiheutuneen haitan (KAH) laskennassa, mikä osaltaan mutkistaisi esimerkiksi laatukannustimen taustalla olevaa laskentaprosessia.

Mikäli jakeluverkonhaltija hyödyntää jonkin muun toimijan omistaman joustoelementin joustoa, verkonhaltijan on hankittava jousto markkinaehtoisesti tuotettuna palveluna syrjimättömin ja avoimin periaattein. Vastaavaa palvelunhankintamenettelyä sovelletaan tällä hetkellä jakeluverkonhaltijan hankkiessa yksittäisiä palvelukokonaisuuksia, kuten vianhoi-

topalveluita, oman organisaationsa ulkopuolelta [9]. Joustotarpeen tapauksessa jakeluverkonhaltijan tarpeet ovat kuitenkin usein hyvin paikallisia, jolloin uhkana on, että markkinoilla ei ole tarjota juuri verkonhaltijan tarpeeseen vastaavaa, oikein sijoitettua joustokapasiteettia. Tällaisten tilanteiden katsotaan muodostavan poikkeuksen, jolloin verkonhaltija voi itse omistaa joustoelementin [22].

Toisessa vaihtoehdossa jakeluverkonhaltija omistaa joustoelementin itse. Käytännössä joustoelementin omistaminen vaatii regulaattorin hyväksynnän ja elementin omistavan verkonhaltijan on kyettävä osoittamaan, että joustoinvestointi on teknistaloudellisesti järkevämpi ratkaisu kuin verkon vahvistaminen tai muu vastaava perinteinen investointi [12][22]. Poikkeuksen tähän muodostavat verkon rakentamista, käyttöä ja kunnossapitoa palvelevat liikuteltavat varavoimaratkaisut, joiden omistaminen on sähkömarkkinain puitteissa sallittua verkonhaltijalle [17]. Verkonhaltijan varavoimakoneita ei kuitenkaan oteta huomioon oikaistun JHA:n ja NKA:n laskennassa vaan ne huomioidaan sähköverkkotoimintaan sitoutuneessa oikaistussa omaisuudessa eriytetyn taseen mukaisessa arvossaan ja poistotasona niille sallitaan eriyettyyn tuloslaskelmaan perustuva suunnitelman mukainen poisto [45]. Mikäli sähkövaraston on tarkoitus palvella myös muita markkinatoimijoita kuin pelkkää verkonhaltijaa, ovat jakeluverkonhaltijan sähkövarasto- ja tuotanto-omistukset markkinoiden näkökulmasta kyseenalaisia: monopoliasemassa toimivan verkonhaltijan sähkövarasto-omistukset saattavat olla uhka markkinaehtoisesti tehtyjen varastoinvestointien kannattavuudelle. Pääperiaate kiinteiden, markkinoita palvelevien sähkövarasto-omistusten suhteen nojaa nykyisiä sähkömarkkinoita rakennettaessa tehtyyn fundamentaaliseen päätökseen sähköenergian tuotannon ja jakelun eriyttämisestä toisistaan. Periaate varmistaa kaikkien toimijoiden intressien puhtaana pysymisen, kun monopoliliiketoimintaa ei sekoiteta normaalin kilpailun markkinoille.

2.3 Jakeluverkonhaltijan palvelunostoratkaisut

Verkonhaltijoiden investointipaineen kasvu kuluneen vuosikymmenen aikana ja sähköön laatuvaatimukset ovat ohjanneet jakeluverkonhaltijat määrittelemään oman ydintoimintansa ja osaamisensa raamit sekä tunnistamaan toiminnot, joiden hankkiminen oman yhtiön ulkopuolelta toisi kustannussäästöjä ja vapauttaisi resursseja strategian kannalta merkittäviin tehtäviin [9]. Markkinoilla tuotettujen palvelujen hyödyntäminen mahdollistaa hyötymisen muun muassa markkinoilla toimivien toimittajien kilpailupaineesta, skaalauksesta, erikoistumisesta, joustavuudesta ja monipuolisuudesta [46]. Ostopalveluita hyödyntäviä verkkoyhtiöitä tutkittaessa palvelunostoratkaisujen erityisiksi eduiksi ovat nousseet synergiaedut, resurssien tehokkaampi käyttö sekä toimittajien parempi kyky investoida edistyksellisempään laitekantaan [9].

Yleisesti ottaen markkinoilla tuotettujen palveluiden hankkiminen on vertikaalista integraatiota parempi vaihtoehto, kun i) toimintojen epävarmuus- ja monimutkaisuusaste ovat pienet eikä erityistä opportunistin uhkaa ole, ii) potentiaalisia palveluntarjoajia on markkinoilla useita ja iii) transaktio ei vaadi toiminnolle spesifejä, merkittäviä investointeja [46].

Palvelunostoratkaisuihin liittyvät päätökset ovat kuitenkin tilannesidonnaisia ja erilaisten toimintojen ulkoistamisprosessit saattavat kulkea hyvinkin erilaisia polkuja. Lisäksi sähköverkkoliiketoiminta sisältää useita erityispiirteitä, joille on annettava painoarvoa palvelunostoratkaisuja tehtäessä. Erityisesti huomioitavia piirteitä ovat muun muassa korkeat laatuvaatimukset, turvallisuuskysymykset, yhteiskunnalliset odotukset, viranomaisvalvonnan vahva rooli sekä julkisen palvelun velvoite. [9]

Analogiaa markkinaehtoisesti toteutetulle joustopalveluiden hankinnalle voidaan hakea toiminnoista, jotka osa verkonhaltijoista on jo päättänyt ulkoistamaan. Useat verkonhaltijat ovat järjestelleet toimintaansa uudelleen siten, että esimerkiksi sähköverkon rakentaminen, kunnossapito ja viankorjaus sekä sähköasemaprojektit hankitaan palveluna oman organisaation ulkopuolelta. Näitä toimintoja ulkoistettaessa on noudatettu kahdenlaista toimintatapaa. Verkonhaltija voi tehdä palvelunostosta sopimuksen joko suoraan palveluntoimittajan kanssa tai sopimus voidaan solmia yhden kokonaisvastuussa olevan toimittajan kanssa, joka koordinoi palvelun toimitusta edelleen alihankintaverkostossa. Itse sopimukset voivat olla kiinteähintaisia vuosisopimuksia, kertahintaisia yksittäissopimuksia tai puitesopimuksia. Sopimuksen luonne heijastelee toimittajan ja tilaajan suhdetta ja riippuu suuresti toimitettavan palvelun piirteistä. [9]

Palveluiden ostaminen ei kuitenkaan ole verkonhaltijalle täysin riskitöntä. Verkonhaltijoiden näkemyksiä selvitettäessä merkittävimiksi riskeiksi ostopalveluihin liittyen on todettu toimijoiden liian vähäinen määrä markkinoilla, jolloin aito kilpailu jää syntymättä, tavoiteltujen kustannussäästöjen toteutumattomuus, tietojärjestelmähaasteet sekä yleinen tilaaja-toimittaja-suhteen toimimattomuus. Pääosin verkonhaltijoiden kokemukset palveluhankinnasta ovat olleet positiivisia ja sitä voidaan pitää verkonhaltijan kannalta varteenotettavana vaihtoehtona myös joustoon liittyvien toimintojen sulauttamiseen osaksi sähköverkon käyttöä ja kehitystä. [9]

3 SÄHKÖVERKKOTOIMINNAN VIRANOMAISVALVONTA

Tässä työssä sähköverkkoliiketoiminnalla viitataan yleisesti jakeluverkkoyhtiöiden liiketoimintaan, jonka osa-alueita ovat pien- ja keskijänniteverkkojen sekä joidenkin yhtiöiden tapauksessa suurjännitteisten jakeluverkkojen suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito, asiakaspalvelu, energiamittaus ja tasepalvelu, liiketoiminnan suunnittelu sekä hallinnon tukipalvelut [14]. Kuten edellisen luvun lopussa todettiin, kukin jakeluverkonhaltija voi toteuttaa näitä toimintoja omassa organisaatiossaan tai hankkia osan toiminnoista ulkoisilta palveluntarjoajilta.

Tällä hetkellä Suomen jakeluverkkojen hallinnasta vastaa 77 alueellista toimijaa eli jakeluverkonhaltijaa, joiden vastuulla on vaalia sähköverkon kehittämis-, liittämisen- ja siirtovelvollisuutta omistamansa sähköverkon alueella [17]. Jakeluverkkotoiminnan harjoittaminen on luvanvaraista, ja energiaviraston myöntämän verkkoluvan saadakseen verkonhaltijan on täytettävä useita teknisiä, taloudellisia ja organisatorisia vaatimuksia. Luvanvaraisuuden syynä ovat verkkoliiketoiminnan erityispiirteet, kuten julkisen palvelun velvoite, sähköturvallisuus sekä yhteiskunnan odotukset häiriöttömästä sähkönjakelusta [9]. [47] Yhtenevistä vastuista ja luvanvaraisuudesta huolimatta jakeluverkonhaltijoiden välillä on runsaasti eroja toimintaympäristön haasteellisuudesta, organisaation koosta ja omistusräjestelyistä lähtien.

Monopoliasemassa toimivien jakeluverkonhaltijoiden liiketoiminnan harjoittaminen ei ole yhtä suoraviivaista kuin kilpailluilla markkinoilla toimivien yhtiöiden. Koska toiminnan tehostamiseen ja hintatason säätelyyn ei ole markkinalähtöistä painetta, tarjoaa monopoliasema säätelemättömänä mahdollisuuden tuotteen tai palvelun perusteettomaan hinnoitteluun, toiminnan epätehokkaaseen organisointiin, yli-investointeihin ja tarjotun laadun polkemiseen. Monopoliasemassa olevien toimijoiden säätelyä voidaankin perustella markkinavoimien rajaamisella, kuluttajan suojelulla sekä sidosryhmä- ja ympäristövaikutusten kontrolloinnilla. Monopoliaseman väärinkäyttöä pyritään estämään ohjaamalla monopoliyhtiöiden toimintaa taloudelliseen ja laadulliseen valvontaan perustuvan valvontajärjestelmän avulla. [48] Valvontajärjestelmän perusta on sähkömarkkina- ja sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvontaa koskevassa laissa [17][49].

Tässä luvussa pohjustetaan valvonnan taustaa sekä menetelmiä käymällä läpi tällä hetkellä voimassa olevaa valvontamallia. Tällä hetkellä vaikuttavien valvontaperiaatteiden hahmottaminen on edellytyksenä valvontamallin ongelmallisuuden ymmärtämiselle.

3.1 Yleiskatsaus monopoliliiketoiminnan valvontaan

Sähköverkkoliiketoiminta on pääomavaltaisen luonteensa vuoksi luonnollinen monopoli. Kilpailevassa asemassa olevia rinnakkaisia infrastruktuuripalveluita ei ole taloudellisesti järkevää rakentaa, ja näin ollen sähkön siirto- ja jakelupalvelut on keskitetty yhdelle aluekohtaiselle toimijalle. Alueellisella sähköverkonhaltijalla on liittämiselvöllisyyden nojalla velvollisuus liittää pyynnöstä verkkoonsa sellaiset verkkonsa alueelle kuuluvat liittyjät, jotka täyttävät verkonhaltijan julkaisemat ehdot ja tekniset vaatimukset liittymiselle [50].

Sähköverkkoliiketoiminnan valvonnan toteuttamisesta ja kehittämisestä vastaa kansallinen valvontaviranomainen. Suomessa valvontaviranomaisen tehtävää toteuttaa Energia- virasto, mutta taustalla on muitakin toimijoita, kuten Kilpailu- ja kuluttajavirasto (KKV). Valvontamenetelmiä kehitetään nelivuotisten valvontajaksojen puitteissa, josta poikkeuksena on aikanaan kolme vuotta kestänyt ensimmäinen valvontajakso. [51] Valvontajaksoihin viitataan järjestyslukuina tai niiden kattaman ajanjakson vuosilukuina. Ensimmäinen valvontajakso alkoi vuoden 2005 alusta, ja tällä hetkellä meneillään on viides valvontajakso, jolle määritettyjä valvontamenetelmiä sovelletaan vuosina 2020–2023 [45]. Tämä tutkimus keskittyy vuonna 2024 alkavaan kuudenteen valvontajaksoon, jonka valvontamenetelmien selvitys- ja suunnittelutyö alkaa olla ajankohtainen.

Sähköverkkoliiketoiminnan viranomaisvalvonta pyrkii huomioimaan koko toimialan ja sidosryhmien tarpeet. Monopolitoiminnan valvonnan lähtökohtana on paitsi estää asiakkaiden asemaa polkevaa monopoliaseman väärinkäyttöä myös tarjota verkonhaltijoille vaakaat ja ennustettavat puitteet liiketoiminnan ylläpitämiseen ja kehittämiseen. Erityisesti yksityisomisteisten verkkoyhtiöiden tapauksessa omistajat vaativat vastinetta sijoittamalleen pääomalle, mikä edellyttää liiketoiminnalta pitkäjänteistä suunnitelmallisuutta. Liiketoiminnan säätelyä voidaankin pitää perusteltuna vain, jos se kykenee vastaamaan tasapuolisesti eri sidosryhmien tarpeisiin. [52]

Valvonnan tavoitteena ei ole ainoastaan markkinatoimijoiden toimintojen seuranta ja rajoittaminen, vaan oikein muotoiltuna valvontamenetelmät tarjoavat joukon ohjaussignaalieja toimialan kehittämiseen yhteiskunnan kannalta optimaaliseen suuntaan. Ohjaussignaalit riippuvat valvontamenetelmien painopisteestä; esimerkiksi hintatason säätelyyn painottuva valvonta ohjaa kustannustehokkuuden tavoitteluun valvonnan kohteena olevassa toiminnassa. Käytännössä sovellettava valvontamalli on usein monitahoinen kokonaisuus, jolloin yksittäiset ohjaussignaalit muodostavat valvottavien yhtiöiden toimintaan laaja-alaisesti vaikuttavan signaaliston. Jotta valvontamalli onnistuisi tavoitteessaan vastata tasapainoisesti eri sidosryhmien intresseihin ja kehittää toimialaa, tulee sen tarjota verkonhaltijoille selkeät toiminnan kehittämistä ohjaavat kannustimet ja varmistaa, että valvonnan lisäämät tehokkuushyödyt jakautuvat tasaisesti eri sidosryhmien kesken. Tasapuolisuuden lisäksi sähkömarkkinalaki määrittelee valvonnan tavoitteiksi pitkäjänteisyyden, tehokkuuden, jatkuvuuden ja hyväksyttävyyden. [45][52]

3.2 Valvontamalli neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla

Neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla voimassa oleva jakeluverkkoliiketoiminnan valvontamalli perustuu syyskuussa 2013 voimaan tulleeseen sähkömarkkinalakiin, joka konkretisoi EU-direktiivin 2009/72/EY asettamat vaatimukset kansallisen lainsäädännön tasolle. Voimaan tullut sähkömarkkinalaki ei suoraan määritä regulaatiossa sovellettavia menetelmiä vaan vaikuttaa regulaatioon sen sijaan välillisesti asettamalla tiukennuksia säätelyn kohteena oleville parametreille. Näin ollen neljännelle ja viidennelle valvontajaksolle muotoillut valvontamenetelmät heijastavat lain määräyksiä erityisesti toimitusvarmuudesta ja sähköntoimituksen keskeytymisestä aiheutuvista korvauksista. [17][45]

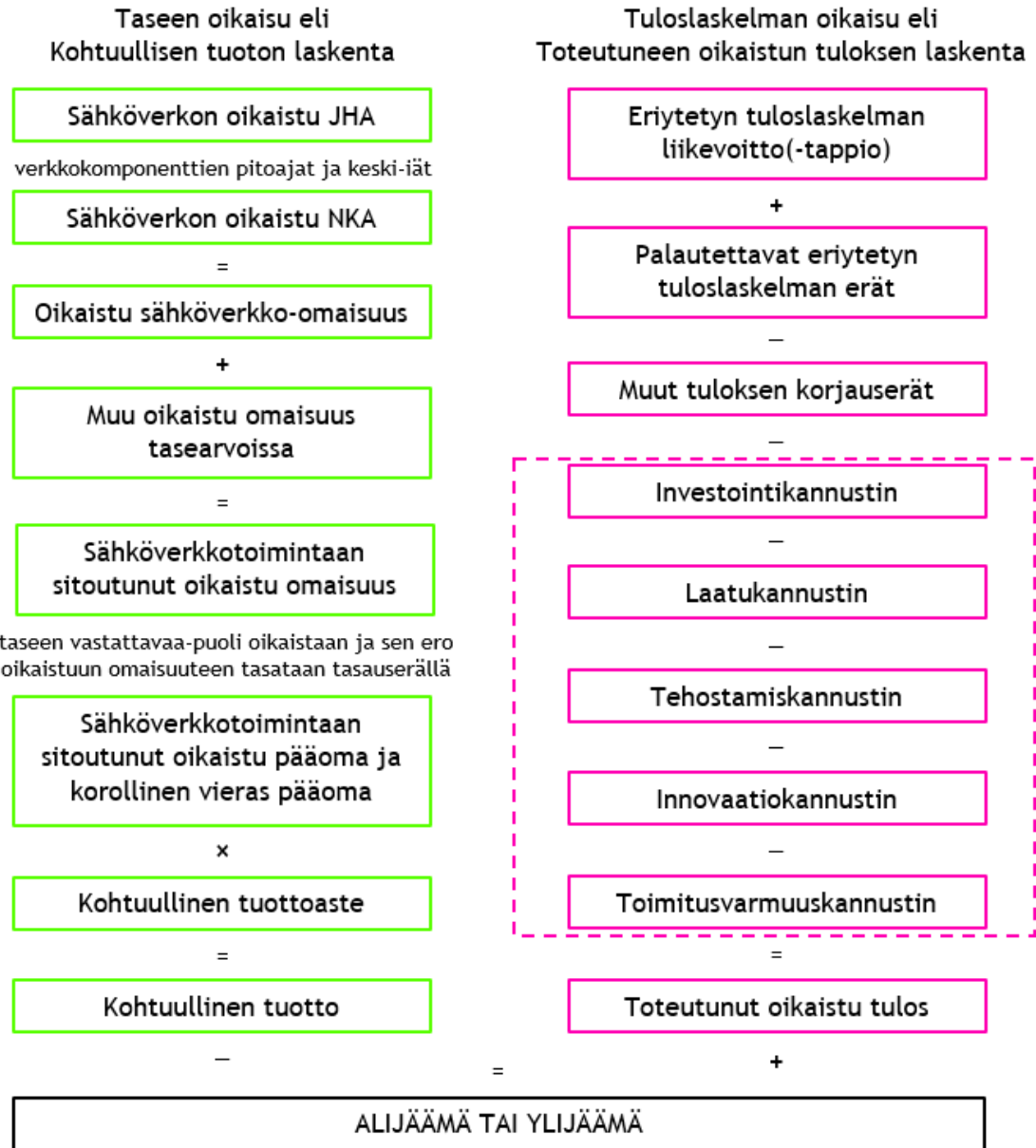
Poikkeuksena aiempiin valvontajaksoihin, neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla sovelletaan samaa valvontamallia [45]. Kahden peräkkäisen valvontajakson valvontamallien yhtenäistämällä ja valvontamenetelmien lukitsemisella on pyritty parantamaan verkonhaltijoiden toimintaympäristön ennustettavuutta ja pohjustamaan pitkän aikavälin päätöksentekoa. Varsinaiset valvontajaksot kuitenkin säilyvät 4 vuoden mittaisina, mikä johtuu tässä luvussa esiteltävän valvontaprosessin aikataulutuksesta.

Yhteenvetona neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla voimassa ollut valvontamalli voidaan esittää kuten kuvassa 3.1. Valvontamalli on erilaisista laskentaparametreista muodostuva moniosainen kokonaisuus, jonka tulkinta yksittäisiä osia erikseen analysoimalla ei anna tarkoituksenmukaista kuvaa valvontamallin toiminnasta kokonaisuutena.

Valvontamalli muodostuu kuvan 3.1 mukaisesti kahdesta osasta: kohtuullisen tuoton sekä toteutuneen oikaistun tuloksen laskennasta. Malli vertailee yhtiökohtaisesti näiden osien laskentatuloksia ja määrittää näin jokaisen valvottavan verkonhaltijan tuoton ali- tai ylijäämäisyyden vuosittain. Mikäli kohtuullinen tuotto on oikaistua tulosta pienempi, jakeluverkonhaltija tuotto on ylijäämäinen. Mikäli taas kohtuullinen tuotto on suurempi kuin oikaistu tulos, jakeluverkonhaltijan tuotto on alijäämäinen. Käytännössä ylijäämäisyys tarkoittaa sitä, että verkonhaltijan asiakkailleen asettama hintataso on ollut kohtuuttoman korkea, kun taas alijäämäisyys antaa yhtiölle mahdollisuuden korottaa hintatasoaan. [45] Viimeaikaisesta siirtohintojen kasvusta huolimatta verkkotoimiala oli neljännen valvontajakson lopulla voimakkaasti alijäämäinen. Energiaviraston vuoden 2019 lopulla julkaisemien tietojen mukaan vuosilta 2016–2018 koko toimialalle kertynyt alijäämä oli yli 940 miljoonaa euroa. [53]

Valvontajakson päätyttyä valvontaviranomainen määrittää koko valvontajakson ali- tai ylijäämäisyyden yhtiökohtaisesti kulunutta valvontajaksoa koskevalla valvontapäätöksellä. Tämä valvontajakson ali- tai ylijäämä sekä ylijäämän tapauksessa mahdollinen korkoseuraamus siirtyvät seuraavalle valvontajaksolle, jonka aikana alijäämä on mahdollista tasoittaa ja ylijäämä tulee tasoittaa. Menettely ohjaa verkonhaltijoita pitämään hintatasonsa kohtuullisena varmistamalla, että ylihinnottelu kompensoidaan asiakkaille viimeistään seuraavan valvontajakson aikana. [45]

Seuraavissa alaluvuissa käydään kuvan 3.1 havainnollistama malli yksityiskohtaisemmin



Kuva 3.1. Valvontamenetelmät neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla. Mukailten [45]

läpi kohtuullisen tuoton laskennan, toteutuneen oikaistun tuloksen laskennan sekä kannustinten osalta.

3.2.1 Kohtuullisen tuoton laskenta

Kohtuullisen tuloksen määrittäminen aloitetaan huomioimalla verkonhaltijan verkkotoimintaan kuuluva omaisuus. Jakeluverkonhaltijan merkittävin omaisuusmassa muodostuu luonnollisesti sähköverkosta ja verkon komponenteista. Tälle omaisuusmassalle määritetään markkina-arvo hyödyntäen jälleenhankinta-arvoa (JHA) ja nykykäyttöarvoa (NKA). Verkonhaltijan tuottopohjan muodostava nykykäyttöarvo *NKA* saadaan määritettyä kaa-

valla 3.1.

$$NKA = \sum_{i=1}^n \left[\left(1 - \frac{\text{keski-ikä}_i}{\text{pitoaika}_i} \right) \times JHA_i \right], \quad (3.1)$$

jossa keski-ikä_i on aika, jonka verkkokomponentti i on ollut käytössä, pitoaika_i on verkkokomponentin i teknistaloudellinen pitoaika ja JHA_i komponentin i jälleenhankinta-arvo. [45]

Arvojen määrittämisessä hyödynnetään Energiaviraston julkaisemia sähköverkkokomponenttien yksikköhintoja sekä verkonhaltijan arvioimaa komponenttien pitoaikaa [45]. Pitoajat arvioidaan usein lähelle komponenttien teknistaloudellisia käyttöiä eli ne ovat useita kymmeniä vuosia. Lisäksi jälleenhankinta-arvoon vaikuttavat toiminnan ympäristöolosuhteet, jotka luokitellaan Suomen Ympäristökeskuksen aineistojen perusteella helpoksi, tavalliseksi, vaikeiksi tai erittäin vaikeiksi. Oikaistun verkko-omaisuuden lisäksi laskennassa huomioidaan myös muu yhtiön oikaistun taseen pysyviin vastaaviin kuuluva muu omaisuus, jota ovat esimerkiksi verkkoyhtiön omistamat verkon materiaalit tai yksittäiset laitteet, jotka eivät ole käytössä. [45]

Kohtuullinen tuottoaste määräytyy pääoman painotetun keskikustannuksen (WACC) perusteella. WACC-mallilla saadaan siis laskettua yhtiön pääoman keskimääräinen kustannus, kun painokertoimina käytetään yhtiön oman pääoman ja vieraan pääoman suhteellisia arvoja (oman pääoman paino 60 % ja vieraan pääoman paino 40 %). Yhteisöveroja edeltävä verkonhaltijalle sallittu tuotto $R_{k,pre-tax}$ lasketaan kaavalla 3.2.

$$R_{k,pre-tax} = WACC_{pre-tax} \times (E + D), \quad (3.2)$$

jossa $E + D$ on verkkotoimintaan sitoutunut oikaistu pääoma ja $WACC_{pre-tax}$ verkonhaltijalle sallittu tuottoaste ennen yhteisöveroja. Laskennan kautta verkonhaltija saa kohtuullisen tuoton verkkotoimintaan sitoutuneelle oikaistulle omalle pääomalleen E sekä oikaistulle korolliselle vieraalle pääomalle D . Korottoman vieraan pääoman tuottoaste on lähtökohtaisesti nolla, mutta jos vieraan pääoman osuus todellisuudessa ylittää 40 %, verkonhaltija saa ylimenevälle osalle WACC-prosentin mukaisen tuoton. WACC-parametreja ja laskentaa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin alaluvussa 3.2.3. [45]

3.2.2 Toteutuneen oikaistun tuloksen laskenta

Toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa lähdetään liikkeelle kuvan 3.1 mukaisesti verkonhaltijan eriytetyn tuloslaskelman liikevoitosta tai -tappiosta, jota oikaistaan Energiaviraston määrittämällä korjauserillä. Verkkotoiminnan tuottoja oikovia korjauseriä ovat palautuskelpoisten liittymismaksujen nettomuutos, maksetut verkkovuokrat, sähköverkonhyödykkeiden suunnitelman mukaiset poistot ja arvonalentumiset, liikearvosta tehdyt suunnitelman mukaiset poistot sekä mahdollinen verkonosuuden myynnistä aiheutuva, muihin

kuluihin kirjattu myyntitappio. Lisäksi rahoituspuskurina toimivasta rahoitusomaisuudesta aiheutuvia kohtuullisia kustannuksia korjataan enintään 10 % verkkotoiminnan liikevaihdosta vastaava määrä. [45]

Korjauserien jälkeen verkonhaltijan tuloksessa huomioidaan Energiaviraston asettamien kannustinten vaikutus. Kannustimet ovat valvontamallissa itsenäisiä laskentamoduuleita, jotka pienentävät toteutuneen oikaistun tuloksen arvoa, mikäli verkonhaltija toimii kannustimessa tavoitellun ohjausvaikutuksen mukaisesti. Kannustinten ohjausvaikutuksilla Energiavirasto pyrkii muuttamaan verkonhaltijoiden toimintaa yhteiskunnan ja toimialan näkökulmasta optimaaliseen suuntaan sekä kontrolloimaan muutoksen nopeutta. Viisi neljännen ja viidennen valvontajakson valvontamalliin rakennettua kannustinta esitellään yksityiskohtaisemmin alaluvuissa 3.2.4 – 3.2.8. [45]

3.2.3 WACC-parametrit ja inflaatio

WACC-mallia hyödynnetään määrittäessä verkonhaltijan kohtuullista tuottoastetta. Mallin parametrit määritellään jokaiselle vuodelle erikseen tilastojen ja asiantuntijalausuntojen pohjalta. WACC-mallin mukaisesti laskettu tuottoaste $WACC_{post-tax}$ yhteisöverojen jälkeen lasketaan kaavalla 3.3.

$$WACC_{post-tax} = C_E \times \frac{E}{D+E} \times C_D \times (1 - yvk) \times \frac{D}{D+E}, \quad (3.3)$$

jossa C_E on oman pääoman kustannus, C_D on korollisen vieraan pääoman kustannus, D on korollinen vieras pääoma, E on oma pääoma ja yvk on tarkastelujaksolla voimassa oleva yhteisöverokanta. Oman pääoman kustannus C_E lasketaan edelleen Capital Asset Pricing -mallilla (CAPM), joka lasketaan kaavalla 3.4.

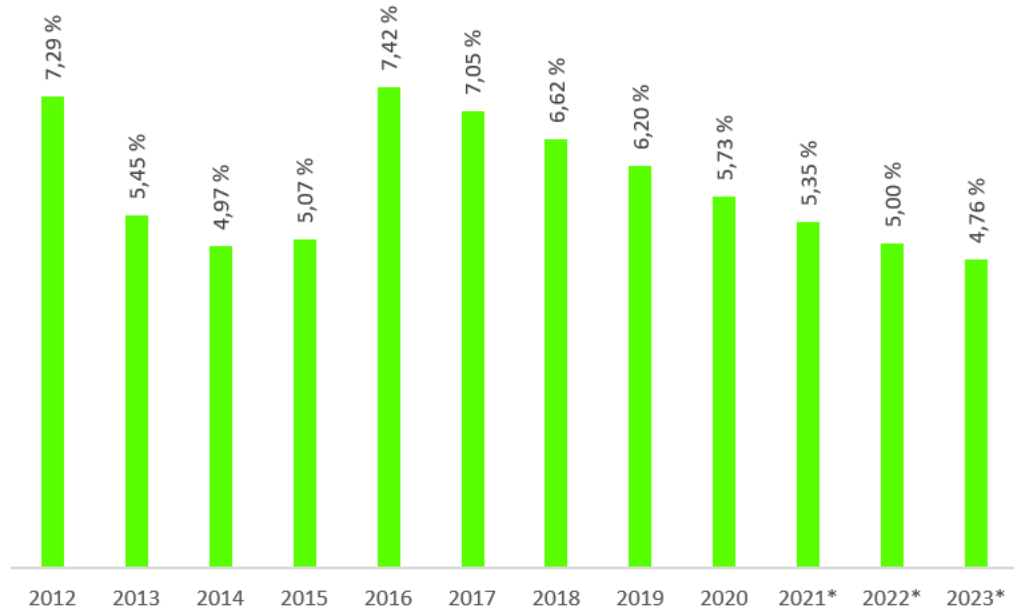
$$C_E = R_r + \beta_{velallinen} \times (R_m - R_r) + LP, \quad (3.4)$$

jossa R_r on riskitön korkokanta, $\beta_{velallinen}$ on velallinen beta-kerroin, R_m on markkinoiden keskimääräinen tuotto, $R_m - R_r$ on markkinariskipreemio, $\beta_{velallinen} \times (R_m - R_r)$ on riskilisiä ja LP likvidittömyyspreemio. CAP-mallin yhteydessä on hyvä muistaa, että tulos on odotusarvo eikä takuuvarma pääoman kustannus. Kaavassa 3.3 esiintyvä korollisen vieraan pääoman kustannus C_D lasketaan niin ikään lisäämällä riskittömään korkokantaan vieraan pääoman riskipreemio. [45]

Veroja edeltävä kohtuullinen tuottoaste lasketaan huomioimalla yhteisöverokanta. Veroja edeltävä kohtuullinen tuottoaste $WACC_{pre-tax}$ lasketaan kaavalla 3.5. $WACC_{pre-tax}$ -arvoa käytetään suoraan kertoimena verkkotoimintaan sitoutuneelle oikaistulle pääomalle kaavan 3.2 mukaisesti. [45]

$$WACC_{pre-tax} = \frac{WACC_{post-tax}}{1 - yvk} \quad (3.5)$$

WACC:n nimellisyys tarkoittaa, että laskenta sisältää vuosittaisen rahanarvon muutoksen eli inflaation vaikutuksen. Inflaatio huomioidaan valvontamallissa nimenomaan WACC:n kautta, jolloin esimerkiksi oikaistun verkko-omaisuuden määrittämisessä käytettäviä yksikköhintoja ei korjata inflaation vaikutuksesta vuosittain. [45] Kuvassa 3.2 on havainnollistettu ennen veroja lasketun, nimellisen WACC-arvon kehittymistä viimeisimpien valvontajaksojen aikana.



Kuva 3.2. Nimellinen kohtuullinen tuottoaste ennen veroja Suomessa 3., 4. ja 5. valvontajaksoilla (*ennuste). Mukailten [54]

Neljännellä valvontajaksoilla tarkasteltuna vuosittaisten kohtuullisten tuottoasteiden keskiarvo oli 6,82 %. Viidennellä valvontajaksoilla tuottoasteiden keskiarvo tulee ennustettujen arvojen toteutumisesta riippuen olemaan noin 5,21 %. Energiavirasto nosti tuottoastetta tietoisesti neljännen valvontajakson alussa, jotta jakeluverkkoyhtiöiden olisi mahdollista täyttää valvontajaksoille säädetyt toimitusvarmuusvelvoitteet asianmukaisesti. Kuten kuvasta 3.2 huomataan, tuottoaste on pienentynyt neljännen valvontajakson alusta viidennen valvontajakson alkuun 23 %. Energiaviraston tarkoituksena on laskea tuottoastoa järjestelmällisesti edelleen kohti kuluvan valvontajakson loppua, jolloin tuottoaste on ennusteen mukaan 4,76 %. Tämä perustuu Energiaviraston arvioon riskittömän koron laskusta. Neljännen valvontajakson keskimääräistä tuottoastetta voidaan pitää eurooppalaisittain vertailtaessa tavanomaisena. Eurooppalaisten tuottoasteiden yhdenmukaisuus ei kuitenkaan kerro kohtuullisen tuoton yhdenmukaisuudesta, koska esimerkiksi sitoutuneen pääoman arvostaminen vaihtelee valvontamalleittain. [54]

3.2.4 Investointikannustin

Investointikannustimen tarkoituksena on kannustaa jakeluverkonhaltijoita investoimaan verkkoonsa keskimäärin kustannustehokkaasti alittamalla valvontaviranomaisen määrittämät yksikköhinnat. Investointitehokkuudella tai vastaavasti -tehottomuudella on vaiku-

tus verkonhaltijan oikaistuun toteutuneeseen tulokseen. [45]

Kannustinvaikutus muodostuu kahdesta osasta: yksikköhintojen kannustinvaikutuksesta sekä oikaistusta jälleenhankinta-arvosta laskettavasta tasapoistosta. Yksikköhintojen kannustinvaikutus pohjautuu Energiaviraston määrittämiin yksikköhinnastoon, jonka pohjalta lasketut investointikustannukset määräävät investointien referenssihintatason eli laskennallisen jälleenhankinta-arvon. Mikäli verkonhaltija kykenee toteuttamaan investointinsa kustannustehokkaasti referenssitason alemmilla hinnoilla, verkon referenssihinnoilla laskettu oikaistu jälleenhankinta-arvo on suurempi kuin todellisuudessa realisoituneet investointikustannukset. Tämä referenssitason ja toteutuneen hintatason välisen eron kasvattaminen ohjaa verkonhaltijoita tekemään sekä selvittämään investointien tekemistä kustannustehokkain keinoin. [45]

Oikaistusta jälleenhankinta-arvosta laskettavien tasapoistojen kannustinvaikutus puolestaan perustuu verkonhaltijalle vuosittain sallittuun tasapoistotasoon, joka määräytyy verkonhaltijan valitseman komponenttien pitoajan mukaan. Koko verkon, joka koostuu määrästä n komponentteja, oikaistut tasapoistot $JHATP$ lasketaan yhtälön 3.6 mukaisesti. [45]

$$JHATP = \sum_{i=1}^n \frac{JHA_i}{pitoaika_i}, \quad (3.6)$$

jossa JHA_i on verkkokomponentin i jälleenhankinta-arvo ja $pitoaika_i$ on verkkokomponentin i teknistaloudellinen pitoaika. Tasapoisto lasketaan myös pitoajan ylittäneille, käytössä oleville komponenteille. Jos komponentin pitoajaksi on valittu esimerkiksi 30 vuotta, saa verkonhaltija komponentille 3,3 % tasapoiston vuosittain, niin kauan kuin komponentti on käytössä verkossa. Pitoajan ylittäneiden verkkokomponenttien tuotto on kuitenkin nolla, koska komponentin NKA on valitun pitoajan päättymisen jälkeen nolla. Tällä menettelyllä verkonhaltijaa kannustetaan ylläpitämään verkkoa koko teknistaloudellisen pitoajan ajan ja samalla mahdollistetaan tarvittavat korvausinvestoinnit ennen pitoajan täyttymistä vaihdettaville komponenteille. Toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa investointikannustimen vaikutus huomioidaan vähentämällä tuloksesta verkko-omaisuuden oikaistu tasapoisto $JHATP$. [45]

3.2.5 Tehostamiskannustin

Tehostamiskannustimen tarkoituksena on ohjata verkonhaltijoita toimimaan kustannustehokkaasti, koska luonnollisen monopolin tapauksessa kilpaillut markkinat eivät ole luomassa liiketoiminnan tehostamiseen luontaista painetta. Tehostamiskannustimen laskenta sisältää tehokkuustarkastelut sekä yleisestä- että yrityskohtaisesta näkökulmasta. Verkonhaltijoiden tehtävien ja toimintatapojen uudistumisesta johtuvien kulujen kompensoimiseksi yleinen tehostamistavoite on asetettu neljännellä ja viidennellä valvontajaksolle 0 %:iin. Sen sijaan yhtiökohtainen tehostamistavoite ja sen määrittämisessä käytettävät parametrit ohjaavat verkonhaltijan toimintaa näillä valvontajaksilla. [45]

Yhtiökohtaista tehostamista laskettaessa liikkeelle lähdetään panos-, tuotos- ja toimintaympäristömuuttujista. Panosmuuttujia ovat kontrolloitavissa olevat toimintakustannukset (KOPEX) sekä verkon jälleenhankinta-arvo. Tehostamistavoite kohdistuu juuri KOPEX-kuluihin, joiden suhde toiminnasta saataviin tuotoksiin pyritään minimoimaan. [45] Käytännössä tehostamistavoite kohdistuu esimerkiksi verkon käyttövarmuutta parantaviin palveluhankintoihin, kun taas KOPEX-kustannuksista eriaisiin pääomakustannuksiin perustuvat toimenpiteet eli investoinnit huomioidaan investointikannustimen kautta ja siten niihin kohdistuu suora tuottokannuste. Erilaisten kustannusten erilainen kohtelu valvontamallin kannustinten kautta on keskeisessä roolissa tarkasteltaessa verkonhaltijoiden joustoelementtien hyödyntämisen lisäämistä ja tukemista.

Yhtiökohtaisen tehostamisen tuotosmuuttujia ovat siirretty energia, sähköverkon kokonaispituus ja verkon käyttöpaikkamäärä sekä keskeytyskustannukset, jotka toimivat ei-toivottuina tuotosmuuttujina. Toimintaympäristömuuttuja lasketaan liittymien ja käyttöpaikkojen suhdelukuna. Maaseudulla toimivien yhtiöiden toimintaympäristömuuttuja on siten lähellä arvoa yksi, kun taas kaupunkiverkkoyhtiöillä suhdeluku on pienempi. [45]

Yhtiökohtaista tehokkuutta arvioitaessa jokaiselle yhtiölle lasketaan yhtiökohtainen tehostamistavoite sofistikoituneella StoNED-mallilla estimoitavan tehokkuusrintaman pohjalta. Estimointi tehdään yhtiön menneiden vuosien kuluerien perusteella. Tehokkuusrintaman perusteella määritetään vuosittain kohtuulliset kontrolloitavissa olevat operatiiviset kustannukset (SKOPEX), jotka toimivat KOPEX-kustannusten vertailutasona. SKOPEX- ja KOPEX-kulujen erotus määrittää tehostamiskannustimen vaikutuksen toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa. Tehostamiskannustimen vaikutus on kuitenkin rajoitettu enintään 20 %:iin verkonhaltijan kyseisen vuoden kohtuullisesta tuotosta. [45]

3.2.6 Toimitusvarmuuskannustin

Toimitusvarmuuskannustin kannustaa verkonhaltijoita täyttämään lain määrittämät toimitusvarmuusveloitteet määrätyssä ajassa. Suomessa toimivien jakeluverkonhaltijoiden toimintaympäristöissä on merkittäviä eroja, ja erityisesti metsäisillä alueilla verkkoa hallinnoiville maaseutuyhtiöille korvausinvestointien toteuttamisessa vaaditussa määrin on ollut haasteita. Toimitusvarmuuskannustimen tarkoituksena on tukea nimenomaan sellaisten verkonhaltijoiden toimintaa, jotka joutuvat tekemään merkittäviä ennenaikaisia korvausinvestointeja eli purkamaan nykykäyttöarvoltaan merkittävää verkkoa verkostostrategiansa vastaisesti. Tällaiset verkonhaltijat voivat hakea NKA-jäännösarvon alaskirjauksia toimitusvarmuusvaatimusten täyttämiseksi tehtäville ennenaikaisille investointihankkeille sekä oikaisua kohtuullisille kunnossapito- ja varautumiskustannuksille, joita ei huomioida investointikannustimessa. Hyväksytyt alaskirjaukset sekä kunnossapito- ja varautumistoiminnan kustannukset vähennetään tuloksesta toteutunutta oikaistua tulosta laskettaessa. [45]

Toimitusvarmuuskannustimen yhteydessä on tärkeä erottaa toisistaan tavalliset toimitusvarmuutta parantavat korvausinvestoinnit ja lain toimitusvarmuusvaatimukseen tähtää-

vät hankkeet. Edelliset katsotaan kannustimen ulkopuolelle jääväksi toiminnaksi. Lisäksi huomionarvoista on se, että sellaisille jakeluverkonhaltijoille, jotka kykenevät vastaamaan kiristyneisiin toimitusvarmuusvaatimuksiin normaalin verkon kunnossapidon ja korvausinvestointien kautta, ei toimitusvarmuuskannustimen alaskirjauksia sovelleta. [45]

3.2.7 Laatumannustin

Laatumannustimen tarkoituksena on kannustaa jakeluverkonhaltijoita panostamaan sähkönjakelun laatuun ja toimitusvarmuuteen. Lähtökohtana on täyttää sähkömarkkinalain toimitusvarmuudelle asettamat vaatimukset mutta samaan aikaan verkonhaltijoita ohjataan oma-aloitteisuuteen ja minimivaatimuksia parempaan laatutasoon. [45]

Laadun seuranta perustuu verkonhaltijakohtaisesti määritettävään keskeytyksestä aiheutuvaan haittaan, joka on sähkönjakelun keskeytyksestä aiheutuvia kustannuksia kuvaava euromääräinen tunnusluku. Laskennallisesti määritetty KAH-arvo toimii referenssinä, johon verrataan vuosittain toteutunutta KAH-arvoa. Toteutunut KAH-arvo muodostuu keski- ja suurjännitejakeluverkon suunniteltujen ja suunnittelemattomien keskeytysten lukumäärän ja keston sekä pika- ja aikajälleenkytkentöjen lukumäärän perusteella. Näille lasketaan rahamääräinen arvo arvioimalla toimittamatta jäänyt teho ja energia ja kertomalla ne Energiaviraston määrittämällä keskeytysten yksikköhinnoilla. Esimerkiksi kuluttajahintaindeksi huomioiden vuonna 2019 toimittamatta jääneen kilowattitunnin KAH-arvo odottamattoman jakelukeskeytyksen tapauksessa oli 13,58 euroa. [45]

Jos verkonhaltija onnistuu pitämään toteutuneen KAH-arvonsa referenssiarvoa pienempänä, huomioidaan verkonhaltijan saavuttama laatu keskeytyskustannusten vertailutason ja toteutuneiden keskeytyskustannusten erotuksen kautta toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa. Vertailutason referenssi-KAH lasketaan verkonhaltijan kahden edellisen valvontajakson keskiarvoisten keskeytyskustannusten perusteella, mikä asettaa vertailutason verkonhaltijan toteutuneen suorituskyvyn mukaiseksi ja ohjaa entistä parempaan laatutasoon kannustinhöyryjen saavuttamiseksi. Vastaavasti mikäli toteutunut KAH-arvo on suurempi kuin referenssiarvo, verkonhaltijan heikentynyt laatutaso huomioidaan sanktiona eli suurempana oikaistuna tuloksena. Laatumannustimen kannustin- ja sanktiovaikutukset on rajattu 15 %:iin verkonhaltijan tarkasteluvuoden kohtuullisesta tuotosta. [45]

3.2.8 Innovaatiokannustin

Innovaatiokannustimella kannustetaan verkonhaltijaa tunnistamaan ja innovoimaan uusia teknisiä ja toiminnallisia ratkaisuja osaksi niin yhtiöiden omaa liiketoimintaa kuin koko toimialan kehitystä [45]. Erillinen tutkimukseen ja kehitykseen ohjaava kannustin on valvontamallissa tarpeellinen, koska ilman erillistä kannustinta regulaation kohteena olevien energia-alan yhtiöiden tutkimus- ja kehityspanoksen on todettu pienenevän merkittävästi [55].

Käytännössä kannustin huomioi sellaiset kohtuulliset verkonhaltijan tutkimus- ja kehityskustannukset, jotka liittyvät suoraan toimialan kannalta keskeiseen innovaatioon tai tällaisen innovaation suunnittelutyöhön. Jotta innovointihankkeen kustannukset voitaisiin lukea innovaatiokannustimen piiriin, on hankkeen tulosten oltava julkisia siten, että myös muut verkonhaltijat voivat hyödyntää innovaatiota omassa toiminnassaan. Teollisoikeudellisin keinoin suojatut sekä yksityiskohtaisia asiakastietoja sisältävät innovaatiohankkeiden tulokset muodostavat tälle julkisuusedellytykselle poikkeuksen. [45]

Käytännössä verkonhaltijoiden tutkimus- ja kehitystyöhön liittyvien hankkeiden kannustinkelpoisuus arvioidaan hankekohtaisesti. Verkonhaltijat voivat pyytää innovaatiokannustimeen aiotuista hankkeista Energiavirastolta lausuntoa joko etukäteen tai jälkikäteen niin kauan, kunnes valvontajaksoa koskeva valvontapäätös on annettu. Energiavirasto pyrkii arvioimaan hankkeita vuosittain sitä mukaan kuin verkonhaltijat hankkeiden tietoa raportoivat. Mikäli verkonhaltija herää ymmärtämään hankkeensa innovaatioarvon vasta valvontajakson loppupuolella, saatetaan esimerkiksi jakson alussa toteutettua hanketta arvioida vasta vuosien kuluttua jakson lopussa. [56]

Laskennallisesti innovaatiokannustimen osuus voi olla enintään 1 % verkonhaltijan eriytetyn tuloslaskelman vuosittaisten liikevaihtojen summasta koko tarkasteltavalla valvontajaksoilla. Käytännössä tarkastelu aika sallii siis 1 %:n rajan ylityksen vuositasolla. [45]

4 JOUSTOKANNUSTIMEN ROOLI KUUDENNELLA VALVONTAJAKSOLLA

Työn luvussa 2 käytiin läpi joustoelementtien jakeluverkonhaltijalle tarjoamia mahdollisuuksia ja hyötyjä. Jakeluverkonhaltijan näkökulmasta joustoelementtien potentiaalin täysimääräinen hyödyntäminen ei kuitenkaan onnistu ilman tiettyjä mahdollistavia tekijöitä, jotka kannustavat ja helpottavat joustopalveluiden sisällyttämistä osaksi nykyistä sähköjärjestelmää. Mahdollistavia tekijöitä ovat regulaatio, markkinaprosessit, verkkopalvelu- ja energiatariffit, tieto- ja viestintäteknologia sekä erilaiset älykkäät laitteet kuten älymitarit. [11] Näistä jokaisella on vaikutus jakeluverkonhaltijan joustoelementtien hyödyntämismahdollisuuksiin joko suoraan tai välillisesti, mutta tässä työssä tarkastelu on rajattu regulaation rooliin jakeluverkonhaltijan joustoelementtien hyödyntämisen edistämisessä.

Seuraavissa alaluvuissa syvennytään luvussa 3 esitellyn sähköverkkoliiketoiminnan valvontamallin pohjalta muodostuviin ohjausvaikutuksiin ja niihin liittyviin epäkohtiin jakeluverkonhaltijan näkökulmasta. Epäkohtien takia valvontamallia tulisi pyrkiä uudistamaan, kun seuraava mahdollisuus muuttaa sovellettavia valvontamenetelmiä koittaa kuudennen valvontajakson alkaessa vuonna 2024. Luvun lopussa siirrytään tarkastelemaan valvontamallin uudistamisen lähtökohtia sekä regulaation että verkonhaltijan kannalta.

4.1 Nykyregulaation näkökulma liiketoimintaratkaisun kustannusrakenteeseen

Regulaation tarkoituksena on replikoida markkinavoimien luomaa järjestystä sellaisilla markkinoilla, joilla täydellisestä kilpailusta syntyvät markkinavoimat eivät vaikuta [57]. Regulaattorin tarkoituksena on määrittää monopoliasemassa oleville yhtiöille sellainen tuottotaso, jolla yhtiöt kykenevät kattamaan liiketoimintansa kiinteät ja muuttuvat kustannukset, lyhentämään investointien velkataakkaa sekä keräämään kohtuullisen tuoton liiketoiminnastaan. Tuoton kohtuullisuus voidaan ajatella siten, että kohtuullisella tuotolla yhtiö kykenee hankkimaan pääomamarkkinoilta rahoitusta investointejaan varten. Sen sijaan liian pienellä tuotolla yhtiön pääoman hankkiminen hankaloituu, koska sijoittajat edellyttävät sijoittamalleen pääomalle tietyllä riskitasolla tiettyä tuottoa. Liian suuri tuotto puolestaan nostaa asiakkaiden palvelusta maksamaa hinnan asiakkaiden näkökulmasta kohtuuttomaksi. [58] Valvontaviranomaisen näkökulmasta tuoton kohtuullisuuden arvioiminen on kuitenkin hankalaa muun muassa valvonnan kannalta olennaisen informaation

epäsymmetrian takia. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että regulaation kohteena olevalla verkonhaltijalla on vääjäämättä valvontaviranomaista käytännönläheisempi käsitys säädellyn liiketoiminnan kustannusrakenteista. [52] Toisaalta valvontaviranomaisella on käsitys kaikkien toimialalla vaikuttavien verkonhaltijoiden toiminnasta, kun taas yksittäinen verkonhaltija tuntee vain omaa toimintaansa kuvastavat luvut.

Asiakirjoissa ja tieteellisissä julkaisuissa Suomessa sovellettavaan valvontamenettelyyn viitataan usein termillä tuottoastesäätely [59][60][61]. Tuottoastesäätelyn teoreettista perusajatusta edustaa yhtälö 4.1, jonka mukaan tuottovaatimus R voidaan esittää seuraavasti.

$$R = B \times s + OPEX + d + T, \quad (4.1)$$

jossa B on yhtiön tuottopohja, s on tuottoaste, $OPEX$ on kaikkien toimintakustannusten summa, d on vuosittainen pääoman arvonalennus ja T on verot [58]. Yhtälö 4.1 tiivistää tuottoastesäätelylle ominaisen piirteen eli sen, että verkonhaltija ei voi saada tuottoa toimintakustannusten kautta vaan sen sijaan kaikki tuotot perustuvat tuottopohjan muodostaviin investointihyödykkeisiin.

Kuten luvussa 3 kuvattiin, Suomessa sovellettava valvontamalli poikkeaa tuottoastesäätelyn teoreettista taustaa edustavasta yhtälöstä 4.1 paikkaamalla sen yksipuolisuutta erilaisilla kannustimilla. Alaluvuissa 3.2.4–3.2.8 eritellyt suomalaisen valvontamallin kannustimet ohjaavat verkonhaltijaa kohti kustannustehokkuutta, toimitusvarmuutta sekä sähkönjakelun laadukkuutta. Osana näitä tavoitteita valvontamalli ottaa kantaa myös verkonhaltijan tekemien valintojen kustannusrakenteeseen. Kannustimilla täydennetty valvontamalli suhtautuu verkonhaltijan liiketoimintaratkaisun kustannusrakenteeseen hieman eri tavoin kuin tuottoastesäätelyn teoria. Yhteistä teorialle ja sovellettavalle mallille kuitenkin on, että ne tekevät selkeän eron pääoma- ja toimintakustannusten välille.

Analogiaa valvontamallin kustannusnäkökulmalle voidaan hakea sähkön tuotantohintojen vertailusta. Eri tuotantomuotojen välisiä hintoja vertailtaessa tuotetulle energiayksikölle määritetään rajakustannus eli yhden lisäyksikön tuotannosta aiheutuva kustannusmuutos. Tuotantomuodon rajakustannuksen määrittävät tuotantomuodon senhetkiset muuttuvat kustannukset. Hintavertailussa tuotantomuodot järjestetään rajakustannusten mukaiseen järjestykseen, jolloin hintavertailussa ei keskitytä energiantuotannon kokonaiskustannuksiin vaan ratkaiseva tekijä on nimenomaan rajakustannus. [62][63]

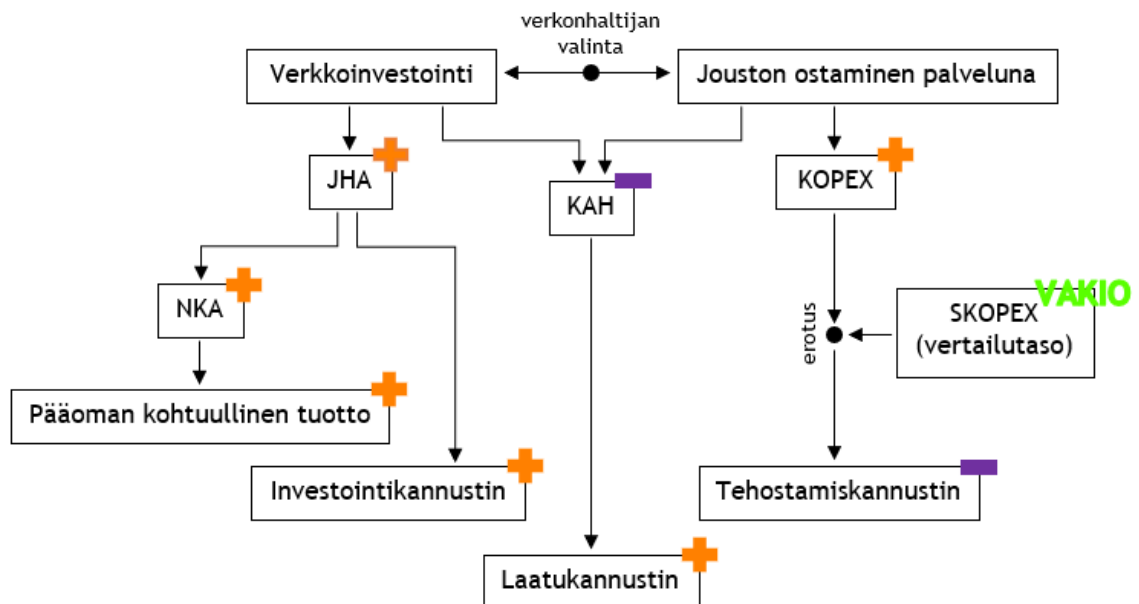
Verkkoliiketoiminnan valvontamallin näkökulmasta yhtiön tehokkuutta ei siis ratkaista tarkastelemalla kokonaiskustannuksia vaan verkonhaltijan kustannukset jaetaan pääoma- ja toimintakustannuksiin. Regulaation yhteydessä käytetään pääomakustannuksista usein termiä CAPEX ja toimintakustannuksista termiä OPEX. Joissakin yhteyksissä puhutaan myös kiinteistä ja muuttuvista kustannuksista tai viitataan toimintakustannuksiin sanalla käyttökustannukset. Toimintakustannukset jaetaan edelleen kontrolloitavissa oleviin ja kontrolloimattomiin toimintakustannuksiin [45]. Näistä kontrolloimattomia toimintakustannus-

nuksia käsitellään kuten pääomakustannuksia ja kontrolloitavissa oleviin kustannuksiin kohdistetaan tehostamistavoite luvussa 3.2.5 kuvatun mukaisesti [45]. [64] Kontrolloitavissa oleviksi toimintakustannuksiksi katsotaan valvontamallia sovellettaessa kuvassa 4.1 eritellyt kustannuskomponentit.

KOPEX = Aineet, tarvikkeet ja tavarat	
+	Varastojen lisäys tai vähennys
+	Henkilöstökulut
+	Verkkovuokriin ja verkon leasing-maksuihin sisältyvät käytön ja kunnossapidon kulut
+	Vuokratulot
+	Muut ulkopuoliset palvelut
+	Sisäiset kulut
+	Muut liiketoiminnan muut kulut
+	Maksetut vakiokorvaukset
+	Kuluiksi kirjattujen komponenttien kustannukset
-	Häviöenergian hankintakulut
-	Valmistus omaan käyttöön
-	Vuokraverkon oman verkon rakentamisen kustannukset

Kuva 4.1. Kontrolloitavissa olevat toimintakustannukset [45]

Valvontamallin suhtautuminen eri tavoin eri kustannuksiin vaikuttaa olennaisesti verkonhaltijan tekemiin valintoihin. Vaikutuksia voidaan havainnollistaa konkreettisesti kuvan 4.2 esimerkkitalanteella, jossa verkonhaltija valitsee toimitusvarmuuden parantamisessa sovellettavan ratkaisun verkko-omaisuusinvestoinnin ja palvelunoston välillä.



Kuva 4.2. Nykyisen valvontamallin toimintaperiaate, kun verkonhaltija valitsee verkkoinvestoinnin ja palvelunoston välillä: Verkkoinvestointi kasvattaa verkon jälleenhankinta-arvoa, joka kasvattaa edelleen nykykäyttöarvoa (yhtälö 3.1) ja investointikannustinta. Nykykäyttöarvo kasvattaa pääoman kohtuullista tuottoa. Sen sijaan palvelunosto lisää kontrolloitavissa olevia toimintakustannuksia, jotka vähennetään vertailutasosta ja kasvanut erotus pienentää tehostamiskannustimen arvoa. Mikäli investointi tai palvelunosto toteutuu suunnitellulla tavalla, on niiden vaikutus laatukannustimeen identtinen. Mukailten [62]

Käytännössä esimerkkitilanteen verkonhaltija pyrkii takaamaan verkkonsa säävarmuuden joko hankkimalla toimitusvarmuuden palveluna asiakkaan tai muun markkinaosa-puolen omistamasta sähkövarastosta tai investoimalla verkko-omaisuuteen esimerkiksi maakaapeloimalla kyseisen verkkohaaran. Mikäli vaihtoehdot toteutuvat suunnitellusti, vähentää kumpikin vaihtoehto keskeytyksestä aiheutunutta haittaa ja vaikuttaa näin laatu-kannustimeen identtisellä tavalla kasvattaen kannustimen arvoa.

Vaihtoehtojen kustannusrakenteet vaikuttavat valvontamallin läpi ajettuina verkonhalti-jan oikaistuun tulokseen lähes päinvastaisilla tavoilla. Verkkoon investoiminen lisää ver-kon jälleenhankinta-arvoa ja kasvattaa sitä kautta edelleen investointikannustimen arvoa. Suurempi jälleenhankinta-arvo merkitsee niin ikään suurempaa verkon nykykäyttöarvoa (yhtälö 3.1), joka edelleen merkitsee suurempaa pääoman kohtuullista tuottoa. Palve-luhankinta sen sijaan kasvattaa kontrolloitavissa olevia toimintakustannuksia. Toiminta-kustannusten vertailutaso määräytyy menneiden vuosien kustannusten perusteella, jo-ten vertailuarvo on päätöksentekohetkellä vakio. Vertailutason ja kontrolloitavissa olevien toimintakustannusten erotus kasvaa kontrolloitavissa olevien toimintakustannusten kas-vaessa, mikä vaikuttaa pienentävästi tehostamiskannustimen arvoon. Pienenevät kan-nustinten arvot merkitsevät suurempaa oikaistua tulosta ja vastaavasti kasvavat kannus-tinten arvot pienempää oikaistua tulosta. Valvonnassa verkonhaltijan toteutunutta oikais-tua tulosta verrataan verkonhaltijalle sallittuun kohtuullisen tuoton tasoon.

Nykyisen valvontamallin toimintaperiaatteen voisi siis verkonhaltijan näkökulmasta tiivis-tää niin, että pääomakustannuksiin suhtaudutaan hyvinä kustannuksina, kun sen sijaan toimintakustannukset edustavat ei-toivottuja kustannuseriä, jotka tulisi kutistaa mahdolli-simman pieniksi. Tällainen kustannusrakenteen painottaminen kannustaa verkonhaltijoita ennen kaikkea investoimaan, mikä puolestaan on herättänyt toimialalla sekä sidosryhmis-sä huolta siitä, että verkonhaltijat investoivat verkkoonsa tarkoituksellisesti liikaa, jolloin tuottopohja ja sitä kautta sallittu tuottotaso kasvavat. Tuottoastesääntelyn piirissä olevil-la reguloiduilla monopoleilla on havaittu olevan taipumus tehdä tällaisia yli-investointeja toiminnasta saatavan tuoton maksimoimiseksi [65].

Tehostamistavoitteen kannalta kontrolloitavissa olevien toimintakustannusten rajoittami-nen on palvellut valvonnan päämääriä hyvin. Taseeseen aktivoitavat toimintakustannuk-set ovat verkonhaltijoilla perinteisesti olleet melko vähäiset, kun hankkeisiin liittyviä kulu-ja on aktivoitu investointikuluiksi ja tiettyjä kulueriä on kohdeltu kirjanpidossa läpilasku-tuserinä. Kun toteutuneita kustannuksia ajetaan tehokkuusmallin läpi, kustannuksia ver-rataan menneiden vuosien kustannustasoon, jossa ei perinteisesti ole tapahtunut merkit-täviä heilahteluja. Toimintakustannusten vertailutason sekä toteutuneiden kustannusten on arvioitu laskevan noin 1 %:n vuosivauhtia neljännellä ja viidennellä valvontajaksol-la [6]. Koska valvontamalli on rakennettu peilaamaan verkonhaltijoiden nykyisiä kustan-nustasoja menneisiin, on siihen sisällytetty myös oletus, että verkonhaltijat eivät kehitä toimintaansa merkittäväällä tasolla tai kirjaavat kehityskustannukset tarvittaessa innovaa-tiokannustimeen.

Liiketoiminnan kehittäminen kohti joustoelementtien palveluhankintaa merkitsee verkon-

haltijalle väistämättä kontrolloitavissa olevien toimintakustannusten kasvua. Kasvavien KOPEX-kustannusten osalta verkonhaltijalla on kaksi vaihtoehtoa, mikäli muutoksen negatiivinen vaikutus verkonhaltijan oikaistuun tulokseen halutaan minimoida; kasvaneet kontrolloitavissa olevat toimintakustannukset on mahdollista kirjata innovaatiokannustimeen tai kehityshankkeesta voidaan luopua kokonaan. Kehitystoiminnan toimintakustannuksia voidaan kirjata innovaatiokannustimeen enintään verkonhaltijan koko valvontajakson liikevaihtojen summasta 1 % vastaava osuus. Innovaatioratkaisujen kelpoisuus kannustimeen kirjattavaksi arvioidaan lähtökohtaisesti valvontajakson lopussa, jolloin malli ottaa kehityshankkeisiin kantaa jälkikäteisesti (ex post). Innovaatiokannustimeen hyväksyttävien tutkimus- ja kehityskustannusten tulee liittyä toimialalla uuden tiedon, teknologian, tuotteen tai toimintatavan aikaansaamiseen. [45]

4.2 Verkonhaltijan näkökulma liiketoimintaratkaisun kustannusrakenteeseen

Investointiteorian perusteella yhtiön toimintahalukkuuden karkeana mittarina voidaan pitää liiketoimintavaihtoehdon tuotto-riski-suhdetta. Pääsääntönä on, että riskin kasvaessa myös liiketoimintavaihtoehdon tuotto-odotuksen on kasvettava, jotta vaihtoehtoa voidaan pitää yhtiön näkökulmasta edelleen yhtä mielekkäänä. Tuotto-riski-suhde ei kuitenkaan kuvasta tyhjentävästi yhtiön päätöksentekomallia vaan jokaiseen päätökseen liittyy myös tapauskohtaisia seikkoja. [66] Tuoton ja riskin tarkastelu antaa kuitenkin hyvän lähtökohdan yhtiön näkökulman hahmottamiseen.

Reguloidulla toimialalla tuottojen määräytymiseen vaikuttaa olennaisella tavalla sovellettava valvontamalli ja sen puitteissa tehdyt yhtiökohtaiset valinnat. Nykyinen valvontamalli edellyttää verkonhaltijalta verkkokomponenttien pitoaikojen valitsemista. Lyhyet pitoaikavalinnat tarkoittavat kaavan 3.1 mukaisesti käytännössä pienempää sähköverkkomaisuuden nykykäyttöarvoa, joka muodostaa verkonhaltijan tuottopohjan. Lyhyillä pitoajoilla verkko tulee teknistaloudellisen käyttöikänsä päähän regulaatiomielessä nopeammin, jolloin verkonhaltijan tarve investoida uusiin komponentteihin ja verkon osiin kasvaa. Pitkän pitoajan vaikutukset ovat käytännössä päinvastaiset: verkon ikääntymisestä johtuva investointitarve pienenee ja tuottopohja kasvaa. Pitoaikavalintojen ja tulevien vuosien WACC-arvioiden perusteella verkonhaltija kykenee määrittämään investoinnin tuoton riittävällä tarkkuudella. Investointipäätöksen vaikutus investointikannustimeen on niin ikään arvioitavissa yksikköhintaluettelon pohjalta.

Sen sijaan palvelunoston tapauksessa koko ratkaisun kannattavuuteen liittyy huomattavia epäselvyyksiä. Valvontajakson vaihtuessa verkonhaltijan toimintakustannusten vertailutaso määritetään tilastomatemaattisen mallin avulla, jossa verkonhaltijan liiketoiminnallisia panoksia ja tuotoksia verrataan muiden suomalaisten verkonhaltijoiden panoksiin ja tuotoksiin [45]. Jos näiden vertailuyhtiöiden muodostaman rintaman kontrolloitavissa olevat toimintakustannukset supistuvat merkittävästi, näyttää toimintakustannuksiaan kasvattava verkonhaltija tehottomalta. Vertailuyhtiöiden toimintakustannusten supistuminen

saattaa johtua mistä tahansa kirjavaan toimintakustannuskoriin vaikuttavasta toimenpiteestä, kuten säästötoimista tai määräaikaisista leikkauksista liiketoimintakustannuksissa, joita ulkopuolisten verkonhaltijoiden on mahdotonta ennakoida. Olipa vertailutason muutoksen juurisyy mikä tahansa, syö vertailutason muutos koko palveluratkaisun taloudellisen hyödyn verkonhaltijalle. Tämä aiheuttaa verkonhaltijalle epävarmuutta kustannusten takaisinmaksusta sekä merkittävän taloudellisen riskin. Palvelunostoratkaisujen kannattavuuteen liittyvät epäselvyydet yhdessä investointeihin kannustavan valvontamallin kanssa tekevät verkonhaltijan valinnan eri liiketoimintavaihtoehtojen välillä nykyisellään helpoksi: epävarmojen ratkaisujen kokeilemisen sijaan verkonhaltija päätyy tekemään investoinnin.

Liiketoimintavaihtoehtojen tuotonmuodostuksen lisäksi verkonhaltijan valintaan vaikuttavat olennaisella tavalla riskit. Jos yhtiönäkökulman tarkastelusta eliminoidaan valvontamallin vaikutus olettaen, että verkonhaltijan ratkaisuja käsiteltäisiin valvontamallissa täysin neutraalisti kustannusrakenteen osalta, päätyisi verkonhaltija riskienarvioinnin jälkeen todennäköisesti valitsemaan verkko-omaisuusinvestoinnin palvelunoston sijaan.

Verkkoinvestointiin liittyviä riskejä ovat tekninen riski investoinnin onnistumisesta, poliittinen riski sekä regulaatoririski. Teknisen riskin kantaminen on kuitenkin luonnollinen osa verkkoliiketoimintaa eikä siihen tule suhtautua ongelmana, josta valvontamallin keinoin tulisi päästä eroon. Poliittinen riski ja regulaatoririski ovat pitkän aikavälin epävarmuuksia siitä, miten toimialaa koskeva poliittinen päätöksenteko kehittyy tulevaisuudessa ja miten vuosikymmeniä verkossa säilyvät investointiratkaisut käsitellään tulevaisuuden valvontamalleissa.

Myös palvelunostoratkaisuihin liittyy investointien tapaan tekninen riski palvelunoston onnistumisesta. Palvelunoston tekniseen riskiin liittyy olennaisesti se, päästäänkö palvelunostolla haluttuun lopputulemaan ennustetuilla elinkaarikustannuksilla. Palvelunostomahdollisuudessa verkonhaltijoita kiehtoo mahdollisuus korvata nykyinvestoinnit edullisemmilla toimenpiteillä, joten palvelunoston toteutuminen kustannusarvion mukaisena on ensiarvoisen tärkeää. Jos palvelunostoratkaisu epäonnistuu, on verkonhaltijalla velvollisuus hoitaa asia kuntoon investoinnilla. Tällaisessa tilanteessa verkonhaltija joutuu mahdollisesti toimimaan murto-osassa alkuperäisen päätöksentekotilanteen investointiaikataulusta tai toteuttamaan muutoin suurempaan hankekokonaisuuteen sulautettavan projektin pienempänä yksittäisenä kokonaisuutena. Suuremmista investointihankkeista lohkotut yksittäisprojektit lisäävät hankekohtaisten kiinteiden kustannusten määrää ja niiden toteutus eroaa myös aikataulullisesti suuremmasta hankekokonaisuudesta. Skaalaedun menettäminen investointihankkeiden pirstaloituessa tekee yksittäin läpi viedyistä projekteista kustannustehottomia.

Teknisten ja taloudellisten riskien lisäksi palvelunostoon vaikuttaa asiakasriski eli epävarmuus siitä, onko asiakas valmis pitkäjänteisesti sitoutumaan verkkoinvestoinnin korvaamiseen palveluratkaisulla. Jos esimerkiksi verkkohaara jätetään kaapeloimatta ja alueen toimitusvarmuusvaatimukset korvataan ostamalla osuus asiakkaan tai energiayhtiön akkuvarastosta, on ratkaisun piirissä olevien käyttöpaikkojen nykyisten sekä tulevien

asiakkaiden oltava valmiita sitoutumaan valittuun ratkaisuun jopa kymmenien vuosien ajaksi. Pitkällä aikavälillä palvelunostoratkaisuun kohdistuu myös poliittinen riski sekä regulaatoririski.

Riskeistä ja tuotonmuodostuksen epävarmuudesta huolimatta verkonhaltijat ovat ostaneet jonkin verran palveluita neljännellä ja viidennellä valvontajaksoilla, kuten luvussa 2.3 todettiin [9]. Näillä valvontajaksoilla hankittujen palveluiden toimintakustannukset ovat pysyneet kohtalaisen samalla tasolla vuosittain, jolloin tehostamiskannustimen referenssitasossa ei ole tapahtunut suuria muutoksia. Verkonhaltijoiden suuntaan valvontamallin referenssirakenteet näyttäytyvät kuitenkin niin, että merkittäviä uudistuksia liiketoiminnassa ei kannata kokeilla, jos kustannusten kelpoisuudesta innovaatiokannustimeen ei voida olla täysin varmoja.

Innovaatiokannustimen arvioinnin kannalta olennaista mutta paikoin hankalaa on tunnistaa, milloin innovaation voidaan katsoa olevan jo yleistä käytäntöä toimialalla ja mitkä tahot ovat työstäneet innovaatiota ennen sen yleistymistä. Tilanne saattaa olla hyvinkin epäselvä, jos innovaatio on syntynyt valvontajakson alussa ja yleistynyt sitten nopeasti toimialan sisällä niin, että valvontajakson lopussa sitä ei enää tunnisteta uudeksi innovaatioksi. Koska innovaatiokannustimeen luettavat hankkeet määritellään lopullisesti vasta valvontajakson vaihtuessa, saa verkonhaltija valvontajakson alussa tehdyistä palvelunostoratkaisuista kompensaaion mahdollisesti vasta neljän vuoden kuluttua hankkeen toteutuksesta. Niin ikään kustannusten kelpoisuudesta innovaatiokannustimeen ei voida olla täysin varmoja ennen valvontajakson vaihdetta. Lopullista linjanvetoa saattaa myös vääristää se, että verkonhaltijoiden liikevaihdossa on suuria eroja, jolloin innovaatiokannustimeen kirjattu 1 %:n enimmäisosuus saattaa olla eri kokoisilla yhtiöillä hyvinkin vaihteleva.

Viime aikoina palveluita ostavien verkonhaltijoiden huolenaiheeksi on noussut palveluntarjoajien pärjääminen. Sähköverkkoalan palvelunostoratkaisujen yleistyessä monet verkkoalan palveluntarjoajat ovat ajautuneet kannattavuuskriisiin. Verkstourakointipalveluita tarjoavien yhtiöiden markkinat ovat kasvaneet viime vuosina erityisesti maakaapeli-investointien myötä voimakkaasti, mutta itse palveluyhtiöiden operatiivinen kannattavuus on kutistunut jopa niin, että toimijoita on haettu konkurssiin [67]. Verkkoalan palveluntuottajien kannattavuusongelmat pohjaavat tuoreen väitöstutkimuksen mukaan puutteisiin liiketoimintojen ja osaamisen kehittämisessä. Uusia disruptiivisia liiketoimintaratkaisuja ei urakointiyhtiöiden piirissä juuri ole syntynyt. [68] Jotta palvelunosto säilyisi mielekkäänä vaihtoehtona, potentiaalisten palveluntarjoajien runsas määrä markkinoilla on pystyttävä takaamaan [46].

Jakeluverkonhaltijan näkökulma kustannuskomponenttien suhteen tiivistyy siihen, että pääomakustannuksia tuottavien liiketoimintavaihtoehtojen riskit ja takaisinmaksu ovat verkonhaltijan pääteltävissä riittävällä tarkkuudella. Sen sijaan kontrolloimattomia toimintakustannuksia tuottavissa ratkaisuissa palvelunostokustannusten takaisinmaksun suuruus ja varmuus ovat verkonhaltijalle epäselviä ja ratkaisuun sisältyy useita systemaattisia riskejä, jotka ovat pääosin verkonhaltijan vaikutusvallan ulkopuolella.

4.3 Joustokannustimen tavoitteet jakeluverkonhaltijan näkökulmasta

Älykkään sähköjärjestelmän kokonaispotentiaalin hyödyntämisaste on luonnollisesti riippuvainen sähköverkkoa hallinnoivista ja kehittävästä verkonhaltijoista. Jotta jakeluverkonhaltijat saataisiin valitsemaan koko sähköjärjestelmän kokonaistehokkuuden kannalta parhaat ratkaisut ja toimimaan aktiivisena osana sähköjärjestelmän muutosten hallintaa, tulisi verkonhaltijoille mahdollistaa verkkotoiminnan tarpeita palveleva osallistuminen sähköjärjestelmän jouston hyödyntämiseen sekä tarjota kannustimet kokonaistehokkuuden kannalta oikeiden ratkaisujen valitsemiseen. Jakeluverkonhaltijan tukemisen ohella tulisi huomioida myös joustomarkkinoiden kehityksen ja kasvun tukeminen suuntaan, jossa markkinaehtoinen joustojen hankinta todella olisi mahdollista. Tällä hetkellä verkonhaltijalle näkyvä joustomarkkina ei ole läheskään niin kypsä, että joustojen hankinnan voisi katsoa tapahtuvan markkinaehtoisesti. [69][70] Markkinoiden kehityksen ja verkonhaltijan toiminnan monipuolisuuden tukeminen ovat osittain toisiaan tukevia päämääriä: verkonhaltijan joustohankinnoilla on roolinsa markkinan kehittämisessä, vaikka yksin verkonhaltijan joustohankintojen ympärille markkina ei synnykään, ja toisaalta kypsä markkina on edellytys verkonhaltijan markkinaehtoisten joustohankintojen onnistumiselle. Joustomarkkinan kypsymisen tukemisessa jakeluverkkojen osalta liikkeelle olisi selkeintä lähteä nykyisten valvontamenetelmien kehittämisestä sellaiseksi, että joustoon liittyvät palvelunostoratkaisut näyttäytyisivät liiketoiminnallisesti mielekkäinä jakeluverkonhaltijoille.

Valvontamenetelmien kehittämisen lähtökohtana tulisi olla nykyisen valvontakokonaisuuden maltillinen hiominen tunnistettujen esteiden suhteen sen sijaan, että valvonnan perimmäisiä lähtökohtia muutettaisiin radikaalisti tai koko valvontamalli vaihdettaisiin kerasta uuteen. Maltillinen kehittäminen tukisi verkkoliiketoiminnan valvonnan keskeistä ja valvottavien toimijoiden keskuudessa myös arvostettua piirrettä valvonnan pitkäjänteisyydestä ja jatkuvuudesta. Potentiaalinen lähestymistapa nykyisen valvontamallin hiomiseen on tarkastella kannustinrakenteiden roolia osana valvonnan kehitystä kohti tavoiteltuja päämääriä. Koska kehitysvaihtoehtoja on useita yksittäisen kannustimen lisäämisestä nykyisten kannustinrakenteiden uudelleenjärjestelemiseen, kutsuttakoon selvitystyön päämäärää yksinkertaisuuden vuoksi joustokannustimeksi.

Lähtökohtaisesti valvontamalliin rakennettavan joustokannustimen ideana olisi toimia samalla tavalla kuin nykyisen mallin muutkin kannustimet: hyvin suoriutuva verkonhaltija palkittaisiin korkeammalla sallitulla tuotolla ja huonommin suoriutuvien toimijoiden sallittua tuottoa mahdollisesti supistettaisiin. Koska saman valvontamallin piirissä olevien verkonhaltijoiden ääripäät ovat toisistaan kaukana monessa suhteessa, tulisi kannustimen painottua kehitystyön alkuvaiheessa rangaistusfunktion sijasta palvelunostoratkaisujen kompensoimiseen ja innovatiivisuudesta palkitsemiseen. Kaikkein pienimpiä verkkoyhtiöitä on turha rangaista siitä, että niillä ei ole valmiuksia olla etulinjassa kokeilemassa ja kehittämässä koko toimialan tasolla uusia toimintatapoja.

Jakeluverkonhaltijan näkökulmasta kehitettävän kannustinrakenteen tulisi ylätasolla aja-

teltuna tarjota verkonhaltijoille ulkoista tukea toimialaan vaikuttavien monitahoisten ongelmien kohtaamiseen sekä mahdollistaa verkonhaltijan asema tulevaisuuden markkina- paikan tarjoajana. Ohjausvaikutusten tulisi olla sellaisia, että ne tukisivat verkonhaltijoiden toiminnan kautta joustomarkkinan kehittymistä, pientuotannon kasvua sekä jouston mahdollistavien teknologioiden hyödyntämistä myös laajemmin koko sähköjärjestelmässä. Joustokannustinratkaisun tulisi istua osaksi nykyistä valvontamallia siten, että valvontamenetelmät muodostaisivat dynaamisen ja proaktiivisen kokonaisuuden, joka teknologian ja toimintaympäristön muuttuessa kykenisi mukautumaan muutoksiin säilyttäen samalla ennustettavuutensa. Kokonaisuutena valvontamallin tulisi pyrkiä mahdollistamaan vaihtoehtoisten ratkaisujen soveltaminen rajoitteita asettavan lähestymistavan sijaan.

Yksityiskohtaisemmin tarkasteltuna joustokannustin voisi siis olla nimensä mukaisesti yksittäinen toimintakustannuskannustin tai sitten koko valvontamallin kannalta kokonaisvaltaisempi lähestymistapa tarkastella verkonhaltijan tehokkuutta kokonaiskustannusten näkökulmasta. Tuoreimmissa menetelmäkeskusteluissa on käsitelty erityisesti jälkimmäisenä mainittua kokonaiskustannusnäkökulmaa (TOTEX), jonka ydinajatus on, että verkonhaltija saa itsenäisesti määrittää verkkopalvelun toteuttamiseksi käyttämänsä keinot, kunhan se pystyy osoittamaan, että valitut keinot ovat keinovalikoiman kustannustehokkaimmat. TOTEX-pohjainen ratkaisu ei kuitenkaan ratkaise pääoma- ja toimintakustannusten välistä vinoumaa tyhjentävästi, koska palvelunostoratkaisuihin liittyy epävarmuuksia, jotka ovat pääosin verkonhaltijan vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella. Varsinaisen kustannusnäkökulman lisäksi kehitettävän mallin tulisivat vähentää joustojen palveluhankintaan liittyviä epävarmuuksia tai vaihtoehtoisesti nostaa kompensatio niin suureksi, että epävarmuuksien kohtaaminen olisi verkonhaltijalle järkevää.

Tätä työtä varten tehdyissä verkkoyhtiöiden edustajien haastatteluissa keskeiseksi asiakasi nousi kokeilukulttuurin mahdollistaminen valvontamallin kautta [69][70]. Tällä hetkellä markkina, joista verkonhaltijoiden olisi mahdollista joustoja hankkia, on hyvin rajallinen ja perustuu pitkälti yksittäisten toimijoiden tarjoamiin hajanaisiin joustomahdollisuuksiin. Verkonhaltijan kannalta mielekästä joustojen hankinnasta tulee vasta silloin, kun mukaan saadaan suurempi massa. Toki verkonhaltijan näkökulmasta paikallisten joustojen merkitys korostuu, mutta käytännön tasolla etuja ei saavuteta, jos verkkoalueella on hajanaisesti yksittäisiä muuntopiirejä, joissa muuntopiirin joustokapasiteetti perustuu yhden asiakkaan sähköautoon tai yksittäisen asiakkaan taloautomaatioinvestointeihin. Epäkypsä markkina ja epävarma sähkön alueellinen kysyntäkehitys ajavat verkonhaltijat joustohankintojen osalta umpikujaan, jonka ulospääsyreitteihin liittyvät merkittävät epävarmuudet nostavat kynnystä tilanteen ratkaisuun puhtaasti verkonhaltijalähtöisesti [71]. Tällaisessa tilanteessa verkonhaltijoiden intressejä voisi tukea hiekkalaatikotyypinen ajattelu (regulatory sandbox), jossa regulaatioon sallitaan pilottimielessä määräaikainen poikkeama ja verkonhaltijoille sallitaan maltillisia investointeja pientuotanto- ja sähkövarasto-osuuksiin pienemmällä kynnyksellä kuin yleensä. Määräajan kuluttua verkonhaltijoiden oikeus jousto-omistuksiin voitaisiin ajaa alas ja siirtää joustotoiminta markkinaehtoiseksi markkinatilanteen kypsyttyä tarpeeksi. Kokeilukulttuurin kautta verkonhaltijat pääsisivät kokeilemaan käytännössä, mitkä ovat joustoratkaisujen konkreettiset hyödyt ja millaiset

ratkaisut ovat käytännön tasolla toimivimpia. Totuus on, että joustomarkkina ei kehity pelkästään verkonhaltijoiden joustohankinnoilla, joten markkinan kypsyessä mahdollisesti useita vuosia, voisi tällaista matalan kynnyksen kokeilukulttuuria olla perusteltua kokeilla.

4.4 Lähtökohtia uuden kannustinrakenteen suunnitteluun

Nykyistä valvontamallia kehitettäessä regulaatiomallin laajamittainen muutos, jossa sovellettavat menetelmät vaihdetaan kertarysäyksellä uusiin, ei ole tavoiteltava, jos verkkoliiketoiminnan valvontaa halutaan toteuttaa ennakoivasti ja pitkäjänteisesti. Suomessa on sovellettu samoihin lähtökohtiin nojaavaa valvontamallia jo vuodesta 2005 lähtien, ja tätä mallia on vuosien aikana kehitetty maltillisesti pääasiassa rakentamalla malliin uusia kannustimia. Esimerkkinä toimii malliin viimeisimpänä lisätty toimitusvarmuuskannustin, joka liitettiin valvontamalliin sähkömarkkinalain muuttuessa vuonna 2013 ja jota alettiin soveltaa kolmannen valvontajakson jälkimmäisellä puolikkaalla [72].

Lähtökohtaisesti valvontamallin kehittämistä tulisi pohtia koko toimialan yhteistyönä, jotta kaikkien toimijoiden oikeuksien toteutuminen kyettäisiin takaamaan uudistettavassa mallissa. Karkeasti voidaan todeta, että mitä merkittävämmistä kehitysaskelista on kyse, sitä enemmän korostuu avoimen vuoropuhelun merkitys toimialan sisällä. Isojenkin muutosten tekeminen mahdollistuu, kun muutokset eivät tule yllätyksenä millekään osapuolelle [56]. Tässä työssä kehitystarpeisiin otetaan kantaa nimenomaan jakeluverkonhaltijan näkökulmasta, jolloin löydetyt ratkaisut eivät välttämättä ole absoluuttisesti parhaita koko toimialan kannalta. Tarkoituksena on nostaa esiin verkonhaltijoiden ääntä ja tuoda verkonhaltijoiden näkökulmasta kehityksessä huomioitavia asioita osaksi valvontamenetelmien kehityksestä käytävää keskustelua. Työtä ohjaavasta näkökulmasta huolimatta kehitystyön keskiössä on hyvä pitää verkkoliiketoiminnan viranomaisvalvonnan perimmäinen tarkoitus siitä, että valvonnalla varmistetaan asiakkaiden verkkopalvelusta maksamien hintojen kohtuullisina pysyminen.

Nykyregulaation periaatteita kunnioittaen kannustinrakenteen suunnittelussa on ennakoitavuuden ja pitkäjänteisyyden lisäksi otettava huomioon mallin selkeys ja läpinäkyvyys. Esimerkiksi kokonaiskustannuksiin keskittyvä valvontamalli saattaa helposti rakentua liian monimutkaiseksi kokonaisuudeksi niin, että sen toiminnan hahmottaminen on valvonnan kohteena oleville sekä ulkopuolisille tahoille hankalaa. Tämä lisää toimijoiden päätöksentekoon liittyvää epävarmuutta sekä ulkopuolisten tahojen epäluottamusta valvontaa kohtaan. Toimialan ja teknologioiden kiihtyvä kehitysvauhti huomioiden valvontamallin muutosten tulisi myös taata mallin dynaamisuus, jolloin valvonta kykenisi mukautumaan maltillisiin teknologia- ja toimintaympäristömuutoksiin säilyttäen jatkuvuutensa vähintään kahden peräkkäisen valvontajakson ajan. Haasteen dynaamisuuteen tuo se, että vastatakseen toimialan muutossignaaleihin valvonnan kehittämisestä vastaavan viranomaisen on oltava jatkuvasti selvillä toimialalla vaikuttavista olosuhteista.

Kannustimen kehitystyön yhteydessä on lisäksi huomioitava, että hyvin yksityiskohtaisiin ratkaisuihin ohjaavat kannustinrakenteet synnyttävät automaattisesti lannistavia vaikutuk-

sia muille ratkaisuille. Haasteellista onkin luoda sellainen rakenne, joka ei ohjaisi verkonhaltijoita tietyn suppean menetelmäjoukon soveltamiseen vaan tavoittelisi nimenomaan verkonhaltijan kokonaistehokkuutta laajentamalla menetelmävalikoimaa. Liian menetelmäspesifiset kannustinrakenteet saattavat huomaamatta ohjata jopa kokonaiskustannusten kasvattamiseen. [73] Kokonaisuutena katsottuna regulaatio on jo nykyisellään melko rajoittavaa, joten sen rajoittavuutta ei tule pyrkiä lisäämään määrittelemällä sallittuja ja ei-sallittuja menetelmälistauksia erilaisiin tilanteisiin.

Menetelmävalikon laajetessa valvontakokonaisuuden on myös oltava sellainen, että sovellettavat menetelmät ovat kaikkien verkonhaltijoiden kohdalla samat ja että kaikki verkonhaltijat kykenevät suoriutumaan samojen valvontamenetelmien puitteissa riippumatta siitä, sijaitseeko yhtiön hallinnoima verkko tunturissa, saaristossa, metsäisellä haja-asutusalueella vai kaupungin sydämessä. Tyypillisesti yksittäisen verkonhaltijan verkkoalue sisältää useita erilaisia olosuhteita, joten valvontamenetelmiä ei saisi rakentaa perustumaan karkeille karakterisoinneille verkonhaltijan toimintaympäristöstä. Verkonhaltijoiden toimintaympäristöjen moninaisuus heijastelee myös hajontaan verkkoyhtiöiden verkopalvelumaksujen suuruudessa. Tällä hetkellä sähkönjakelun alueelliset hintaerot ovat Suomessa siinä määrin kriittisellä tasolla, että valvontamenetelmiin ei tule lisätä alueellisia eroja kasvattavia menetelmiä [56].

Edellä esitettyjen moninaisten vaatimusten sisällyttäminen samaan valvontakokonaisuuteen ei ole yksinkertaista. Valvontamenetelmien kehitystyön haasteellisuutta lisää osaltaan se, että valvontaviranomaisella on rajalliset resurssit sekä väistämättä verkonhaltijoita suppeampi käsitys verkkoliiketoiminnan todellisista kustannusrakenteista sekä toimialalla vaikuttavista olosuhteista. Toisaalta valvontaviranomaisella on valvontaa kehittäessään käytössä dataa kaikista verkonhaltijoista, kun taas yksittäinen toimija tuntee ainoastaan oman datansa. Informaation epäsymmetrian takia valvontamallin rakenteet tulee kuitenkin suunnitella sellaisiksi, että ne minimoivat yhteiskunnan kannalta epäedullisesta taktikoinnista tai valvontamallin tahallisesta väärinkäytöstä saatavat hyödyt. [52]

Kehitystyössä liikkeelle lienee yksinkertaisinta lähteä analysoimalla jo muualla maailmassa käytössä olevia menetelmiä sekä mahdollisesti innovointiasteella olevia, täysin uudenlaisia malleja. Jo sovellettavien valvontamenetelmien esikuva-analyysi tarjoaa mahdollisuuden tarkastella menetelmien toimivuutta osana laajempaa valvontakokonaisuutta sekä hankkia tietoa soveltamisen myötä esiin nousseista menetelmien hyvistä ja huonoista puolista. Suomen valvontamenetelmistä vastaava Energiavirasto edeltäjineen on hyödyntänyt ulkomaisten valvontamenetelmien esikuva-analyysiä jo suomalaisen valvontatyön alkuvuosista lähtien, ja useissa maissa onkin päädytty keskenään hyvin samantyyppisiin valvontaratkaisuihin. Yhtenevyyksistä huolimatta ensisijaisen tärkeää on tutkia, miten muualla käytössä olevat menetelmät peilautuvat suomalaiseen regulaatiomalliin ja onko niiden tuominen osaksi Suomen mallia edes menetelmäteknisesti mahdollista. Vartenotettavien mallien suhteen on edelleen tehtävä vaikutustenarviointi toimialan eri toimijoihin niin lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä sekä arvioitava menetelmän mukanaan tuomia resurssivaatimuksia sekä suoria ja epäsuoria valvontakustannuksia.

5 JOUSTORATKAISUJA TUKEVIEN MENETTELYTAPOJEN SOVELTUVUUS SUOMEEN

Siinä missä Suomessa on viime aikoina käyty keskustelua siitä, tulisiko joustojen hyödyntämisen olla osa jakeluverkonhaltijoiden liiketoimintaa, on useissa muissa maissa otettu jo käyttöön erilaisia valvontamenetelmiin sulautettuja, joustokannustimen kaltaisia mekanismeja huomioimaan ja kehittämään verkonhaltijoiden joustoelementtien hyödyntämistä. Mikäli Suomen nykyisessä valvontamallissa olevia joustojen palveluhankintaan liittyviä vääristymiä halutaan ratkoa, tehokkain tapa lähteä liikkeelle on analysoida muiden maiden soveltamia valvontamekanismeja. Kun jo käytössä olevista mekanismeista kerätään soveltamisen myötä esiin nousseet kokemukset ja analysoidaan mekanismien sopivuutta osaksi Suomen nykyistä valvontajärjestelmää, voidaan analyysin pohjalta mahdollisesti luoda uusia ja vielä parempia käytäntöjä valvonnan toteuttamiseksi.

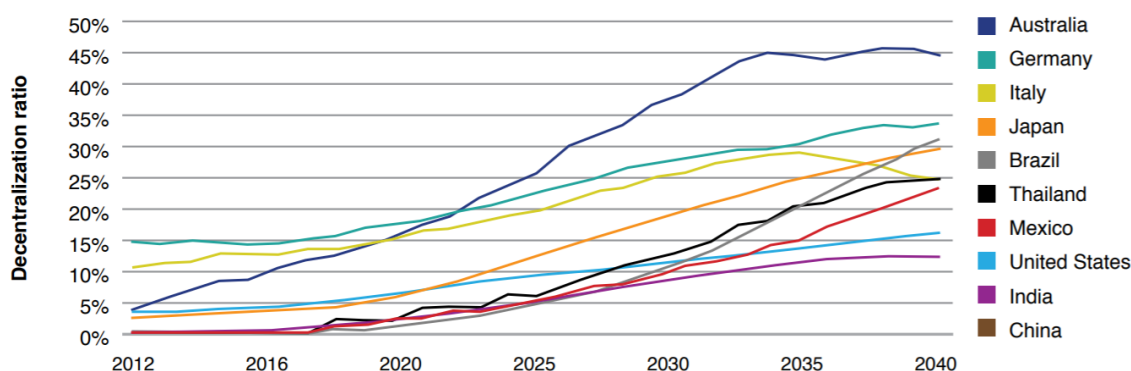
Esikuva-analyysiä helpottaa se, että suomalaisessa verkkoliiketoiminnan regulaatiossa on joitakin yhtymäkohtia muissa maissa sovellettuihin valvontamalleihin. Toki erojakin löytyy, mutta vertailtavien valvontamallien samansuuntaisuus tarjoaa hyvän lähtökohdan tarkastella menetelmien sopivuutta osaksi laajempaa kokonaisuutta. Suomen valvontaviranomainen Energiavirasto onkin tutkinut kansainvälisiä menetelmiä jo viranomaisvalvonnan alkuvuosista lähtien. Tuoreimpana julkaisuna aiheesta Energiavirasto on julkaissut raportin konsulttiyhtiö Ernst & Youngilla (EY) teettämästään selvityksestä kansainvälisesti sovelletuista kysyntäjoustoja tukevista menetelmistä [74]. Selvityksen tavoitteena on ollut tarkastella kokonaiskustannuksiin perustuvia valvontamenetelmiä erityisesti niiden toimivuuden ja vaikuttavuuden kannalta kustannustehokas kysyntäjousto huomioiden.

Tässä luvussa tarkastellaan jakeluverkonhaltijan kannalta kahdeksaa selvityksessä esiteltyä mekanismia sekä näiden lisäksi kotimaassa kehitettyä mekanismia, jonka soveltamista käytännön tasolla ei ole vielä kokeiltu. Näiden ohella analysoidaan innovaatiokannustimen ja asiakaskohtaisen sopimisen mahdollisuuksia verkonhaltijan joustojen hyödyntämistä tukevinä elementteinä. Tarkastelun synteessinä muodostetaan käsitys Suomen nykyiseen valvontamalliin parhaiten soveltuvista ratkaisuista. Valittujen menetelmien osalta analyysiä jatketaan yksityiskohtaisemmin työn seuraavassa pääluvussa.

5.1 Katsaus kansainvälisesti käytössä oleviin kysyntäjoustoja tukeviin ratkaisuihin

Vuoden 2018 huhtikuussa Energiavirasto julkaisi EY:lla teettämänsä selvityksen kysyntäjoustoja tukevista valvontamenetelmistä sähköverkkoliiketoiminnassa. Selvityksessä tutkittiin Australiassa, Isossa-Britanniassa, Saksassa, Uudessa-Seelannissa ja Yhdysvalloissa New Yorkin ja Rhode Islandin osavaltioissa käytettäviä joustokannustinmalleja ja kysyntäjoustoja kannustavia markkinamekanismeja. Yksityiskohtaisin analyysi kohdistui lopulta Australian (4 menetelmää), Uuden-Seelannin (2 menetelmää) ja Ison-Britannian (2 menetelmää) menetelmiin, sillä Yhdysvaltojen osalta päädyttiin tutkimaan ainoastaan yksittäisiä havainnollistusprojekteja ja Saksassa kehitellyt valvontaratkaisut todettiin soveltumattomiksi Suomen tarpeisiin. [74]

Selvityksessä käsitellyt vertailumaita yhdistävänä tekijänä voidaan pitää viime vuosina voimakkaasti lisääntyneitä hajautettua pientuotantoa sekä sen seurauksena kasvanutta sähköntuotannon volatiliiteettia. Kaikista voimakkain kehitystrendi on ollut havaittavissa Australiassa, sillä kuten kuva 5.1 havainnollistaa, Australian hajautettu sähköntuotanto kasvaa maailmanlaajuisesti vertailtuna merkittäväällä tahdilla [75]. Kuvan 5.1 osoittama kehitystrendi on hyvä hahmottaa tarkasteltaessa EY:n selvityksen tuloksia; maailmanlaajuisessa mittakaavassa energiamurros ja teknologian kehitys ovat tapahtuneet paikoin huomattavasti nopeammin kuin Suomessa, ja Australian kaltaisten maiden energiasektorit ovat kohdanneet täysin uudenlaisen haasteen melko yllättäen. Näin ollen energiamurroksessa on kyse globaalistikin melko tuoreesta ja kasvavasta ilmiöstä, ja sen ratkaisemiseksi ehdotetut regulatiiviset menetelmät ovat ennemminkin eriasteisia kokeilevia aloitteita sopivimman ratkaisun löytämiseksi kuin kaikenkattavia, valmiita ratkaisuja.



Kuva 5.1. Hajautetun sähköntuotannon kasvu globaalisti [75]

Käytännössä EY:n selvitys toteutettiin järjestämällä kunkin maan valvontaviranomaisten kanssa asiantuntijatilaisuuksia ja näiden pohjalta kotimaan toimijoille suunnattuja työpaikkoja, joissa työstiin edelleen menetelmiin liittyviä ennakkoehdotuksia ja vaikutuksia. Selvitystyön synteeseinä muodostettiin käsitys Suomen nykyregulaatioon parhaiten istuvista joustojoustoja kannustavista menetelmistä. Potentiaalisimmaksi menetelmäksi selvitys nosti Australiassa sovellettavan kysyntäjoustoja kannustimen (demand management incentive). Kysyntäjoustoja kannustimen lisäksi soveltuvaksi todettiin niin ikään australialaiset inves-

tointien tehokkuustestit (regulatory test sekä new facilities investment test). Seuraavissa alaluvuissa käsitellään niitä EY:n selvityksen valvontamenetelmiä, jotka on koottu selvityksen loppuraportin julkiseen tiivistelmään ja joilla on olennainen kytkös jakeluverkoliiketoiminnan regulaatioon. Esimerkiksi selvityksessä tutkittuja markkinamenetelmiä, case-tutkimuksia ja havainnollistusprojekteja ei käsitellä tässä työssä. Koska menetelmiä on useita, syvennytään niiden tarkastelussa erityisesti niihin, jotka selvitystyöryhmä on yhdessä Energiaviraston kanssa katsonut potentiaalisimmiksi suomalaisen regulaation kannalta.

5.1.1 Kysynnänhallintakannustin ja innovaatioavustus

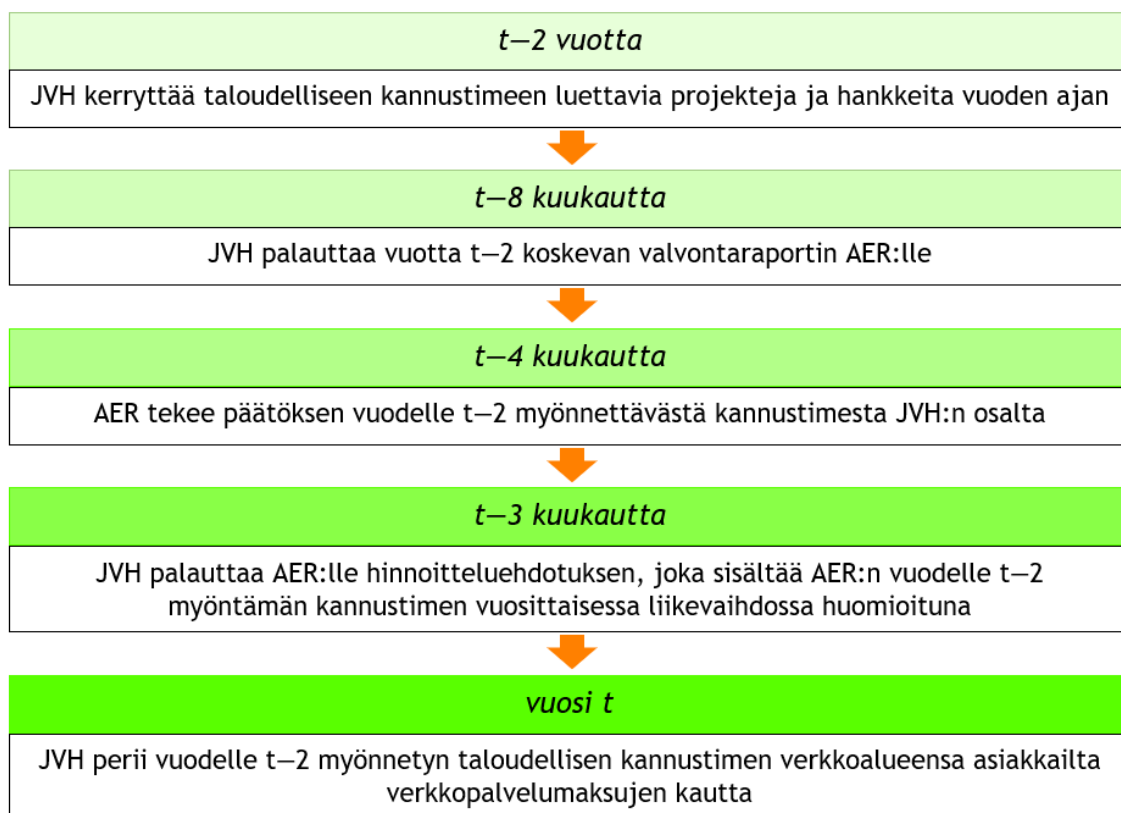
Vuodenvaihteessa 2017–2018 Australian sähkö- ja kaasumarkkinoiden valvonnasta vastaava viranomais AER esitteli kysynnänhallintakannustinkonseptin, jota alettiin soveltaa osana Australian verkkoliiketoiminnan valvontaa myöhemmin samana keväänä. Kysynnänhallintakannustimen tarkoituksena on ollut mahdollistaa verkkoinvestoinneille vaihtoehtoisten menetelmien käyttöönotto osaksi jakeluverkon kehittämisen ja hallinnan toimintoja. Tällaisia vaihtoehtoisia, kannustimella tavoiteltavia kysynnänhallintamenetelmiä ovat kysyntäjousto sekä hajautettu tuotanto, johon myös sähköön varastointiin liittyvät ratkaisut lasketaan mukaan. [76]

Käytännön tasolla kysynnänhallintakannustin toimii samalla periaatteella kuin muutkin kannustimet: kustannustehokkaiden kysynnänhallintaa soveltavien hankkeiden toteuttaminen sallii verkonhaltijalle suuremman tuoton. Varsinaista rangaistusvaikutusta kannustin ei sisällä. Merkittävin ero esimerkiksi Suomessa nykyisellään sovellettaviin kannustimiin lienee siinä, että kysynnänhallintakannustimen hyödyntäminen edellyttää jakeluverkonhaltijalta sen toimintaa koskevien regulaatioehdotusten kehittelyä ja sekä vuosittaisia raportointia regulaattorin suuntaan. Lisäksi verkonhaltijan on haettava valvontajaksokohtaisesti oikeutusta kannustimen hyödyntämiseen. AER tekee verkonhaltijan esityksen perusteella lopullisen päätöksen siitä, miten kannustinta kunkin verkonhaltijan kohdalla sovelletaan vai sovelletaanko sitä lainkaan. [76]

Kysynnänhallintakannustimeen voi luonnollisesti kirjata vain kysynnänhallintamenetelmiä soveltavia hankkeita, joiden kokonaishyötyjen voidaan osoittaa olevan nykyarvoltaan positiiviset. Käytännössä tämä edellyttää verkonhaltijoilta sellaisten hankkeiden tunnistamista, joissa kysynnänhallintaan perustuvan ratkaisun voidaan realistisesti katsoa olevan parempi kuin vastaava verkkoinvestointi. Jos hanke on sikäli poikkeuksellinen, että vastaava verkkoinvestointivaihtoehto ei voida määrittää, on hankkeella oltava positiivinen nettonykyarvo, jotta sen voidaan katsoa olevan sisällytettävissä kysynnänhallintakannustimeen. Poikkeuksen tähän sääntöön muodostavat toimitusvarmuuden takaamiseksi toteutettavat hankkeet. Hankkeiden tunnistamisen lisäksi verkonhaltijan on arvioitava hankkeiden kustannustehokkuutta joko AER:n investointitestillä (luku 5.1.2) tai tarkistamalla, täyttääkö hanke AER:n erikseen määrittämät vähimmäisvaatimukset. Arvioinnin yhteydessä tulee lisäksi eritellä eri hankevaihtoehdoista asiakkaalle koituvat hyödyt ja kus-

tannukset. Lopulta hankkeesta tulee kannustinkelpoinen vasta, kun verkonhaltija sitoutuu siihen esimerkiksi tekemällä sopimuksen kysynnänhallinnasta vastaavan toimittajan kanssa. [76]

Kysynnänhallintakannustin on hankekohtainen, jolloin verkonhaltijan on laskettava kullekin kannustinkelpoiselle hankkeelle kannustimen osuus erikseen. Kannustimen osuus voi enimmillään olla jopa 50 % tehokkaan kysynnänhallintaprojektin kustannuksista, mutta kuitenkin enintään projektin myötä realisoituneen nettohyödyn verran. Tietyllä vuodelle laskettava kysynnänhallintakannustin kumuloituu hankekohtaisten kannustinten summana valvontavuoden aikana. Tämä vuoden aikana kumuloitunut kokonaiskannustin voi olla kuitenkin enintään 1 % verkonhaltijan vuosittaisesta liikevaihdosta. Tiettynä vuonna ansaittu kysynnänhallintakannustin huomioidaan verkonhaltijan liikevaihdossa vasta AER:n käsittelyprosessin jälkeen, mikä käytännössä tarkoittaa, että vuonna $t - 2$ ansaittu kannustin huomioidaan asiakkaiden verkkopalvelumaksuissa vuonna t . [76] Vuoden $t - 2$ suorituksiin perustuvan kysynnänhallintakannustimen määrittäminen on havainnollistettu kuvassa 5.2.



Kuva 5.2. Prosessi kysyntäjoustokannustimen määrittämiseksi jakeluverkonhaltijalle. Mukailten [76]

Kysynnänhallintakannustinta hyödyntävän verkonhaltijan on palautettava AER:lle vuosittain päättynyttä valvontavuotta koskeva valvontaraportti, jossa verkonhaltija käy läpi valvontavuoden kannustinkelpoisten projektien toteutusta ja vaatimustenmukaisuutta. Raportissa tulee eritellä muun muassa, kuinka suurta kuormaa (kVA) verkonhaltija on hankkeiden kautta vuoden aikana hallinnut, kuinka suuren hyödyn kysynnänhallinta hank-

keissa on tuottanut sekä kuinka suuri kysynnänhallintakannustin kullekin hankkeelle olisi verkonhaltijan laskelmien mukaan kohdennettavissa. Kannustimen suuruuden määrittämistä varten AER on tarjonnut verkonhaltijoille laskentamallin, jolloin tiettyihin toimintoihin liittyvät perusarvioinnit saadaan toteutettua yhtenevällä linjalla. [76]

Neljän kuukauden kuluessa verkonhaltijan valvontaraportin toimittamisesta AER tekee päätöksen verkonhaltijalle myönnettävän taloudellisen kannustimen suuruudesta. Käytännössä siis itse päätös koskee kahden vuoden takaisia hankkeita mutta kannustimen osuus huomioidaan verkonhaltijan liikevaihdossa kuluvana vuonna verkonhaltijan hinnoittelun kautta. Myönnettävä kannustinsumma voi olla verkonhaltijan valvontaraportissa esittämän kannustimen suuruinen tai, jos verkonhaltijan laskelmissa esiintyy virheitä, uuden kannustinsumman voi määrittää regulaattori. AER:n päätöksen pohjalta verkonhaltija laatii hinnoitteluehdotuksen, jonka mukaisella verkkopalveluhinnoittelulla se pyrkii keräämään sille myönnetyn kannustimen itselleen asiakkaiden verkkopalvelumaksujen kautta. [76] Tällaisella menettelyllä verkonhaltijan kysynnänhallintahankkeiden käynnistymisen ja niiden verkkopalveluhinnoitteluun heijastumisen välille jää vähintään 12 kuukautta, jonka aikana kannustimen suuruus määritetään.

Kysynnänhallintakannustimen konseptiin liittyy Australian mallissa innovaatiokannustimen kaltainen elementti: innovaatioavustus. Innovaatioavustus on etukäteen (ex ante) määritettävää, kysynnänhallintaan liittyvää vuosittaista T&K-rahoitusta hankkeille, joilla lisätään verkon pitkän aikavälin kustannustehokkuutta innovatiivisia kysynnänhallinnan menetelmiä hyödyntäen ja joita varten verkonhaltija ei saa rahoitusta muualta. Vuosittaiselta suuruudeltaan innovaatioavustus voi olla enintään 117 000 euroa + 0,075 % verkonhaltijan sallitusta liikevaihdosta. Käytännössä avustus huomioidaan siten, että se kasvattaa verkonhaltijan sallitua liikevaihtoa. [77] Pohjimmiltaan innovaatioavustus toimii siis hyvin samaan tapaan kuin Suomen valvontamallin innovaatiokannustin. Erona Suomen malliin on se, että Australiassa innovaatioavustus edellyttää verkonhaltijalta erillistä hakemusta, sekä se, että innovaatioavustuksen saavat hankkeet arvioidaan etukäteen. Etukäteen myönnetty innovaatioavustus edellyttää verkonhaltijalta luonnollisesti vuosittaista, hyvin seikkaperäistä raportointia käytetyn innovaatioavustuksen suuruudesta sekä yksittäisistä kohdehankkeista ja niiden vaatimustenmukaisuudesta. Mikäli käytetty innovaatioavustus ei kata koko myönnettyä summaa, vähennetään käyttämättä jäänyt osuus verkonhaltijan seuraavan vuoden sallitusta liikevaihdosta. [77]

Kokonaisuutena kannustimen ja innovaatioavustuksen yhdistelmä ohjaa verkonhaltijoita soveltamaan kysynnänhallintaa pitkäjänteisesti sekä kehittämään sovellettavien ratkaisujen ohella innovatiivisia toimintatapoja, joissa verkon kehitystä ja hallittavuutta parannetaan entisestään kysynnänhallintaan liittyvien teknologioiden kautta. Kannustimen lähtökohtana ei siis ole erityisellä tavalla edistää kysynnänhallintamenetelmien hyödyntämistä yli muiden toimintatapojen, vaan tuoda kysynnänhallintamenetelmiä soveltavat hankkeet verkonhaltijan kannalta realistiseksi vaihtoehdoksi perinteisten toimintatapojen rinnalle. Käytännössä kysynnänhallintatoimenpiteiden yhtäläisyys investointien rinnalla varmistetaan sillä, että kannustimen kautta tuottojen kerääminen sallitaan myös toimintakustan-

nusperusteisille ratkaisuille. Yksin kysynnänhallintakannustin kuitenkin ohjaa verkonhaltijoita hyödyntämään kysynnänhallintaratkaisuja vain kannustimen kautta katettavissa olevin määrin, mikä Australiassa vastaa enintään 1 % verkonhaltijan vuosittaisesta liikevaihdosta. Kertaluonteisen innovaatioavustuksen saaminen puolestaan edellyttää, että hankkeella on toimialan laajuisesti uutuusarvoa. Kun tällaisen innovatiivisen joustohankkeen toimintamalleja ja teknologioita aletaan soveltaa pitkäjänteisesti ja systemaattisesti, hankkeet siirtyvät kysynnänhallintakannustimen piiriin. Menettely ohjaa siihen, että verkonhaltijat paitsi kokevat valinnan pääomakustannusperusteisten ratkaisujen ja kysynnänhallintaan liittyvien toimintakustannusperusteisten ratkaisujen välillä regulaatiomielessä neutraaliksi, niille myös tarjotaan mahdollisuus kehittää innovatiivisia tapoja hyödyntää kysynnänhallintaa täysin uudella tavalla. Tällä puolestaan edistetään kysynnänhallintaan liittyvien teknologioiden yleistymistä, jotta tulevaisuudessa niitä soveltaviin ratkaisuihin tukeutuminen olisi entistä helpompaa.

EY:n selvityksen valmistuessa vuonna 2018 kysynnänhallintakannustinta ja innovaatioavustusta oltiin vasta ottamassa käyttöön Australiassa. Koska menetelmä oli soveltajilleenkin täysin tuore, ei saatavilla luonnollisesti ollut käytännön kokemuksia menetelmäparin toimivuudesta [74]. Tänä päivänä mallia on ehditty soveltaa Australiassa melko tarkalleen kahden vuoden ajan, joka sekään ei ole järin pitkä aika, kun huomioidaan, että kysynnänhallintakannustimen vaikutus näkyy verkonhaltijoiden sallitussa liikevaihdossa vasta kahden vuoden kuluttua siihen luettavien hankkeiden vireillepanosta. Osaltaan menetelmän toimivuudesta kertoo kuitenkin se, että vuoden 2019 maaliskuussa Australian jakelu- ja siirtoverkonhaltijoita edustava toimialayhdistys Energy Networks Australia (ENA) ehdotti Australian energialainsäädäntöön muutosta, joka vaati AER:n laajentamaan kysynnänhallintakannustimen ja innovaatioavustuksen soveltamista siten, että mekanismeja käytetään jatkossa myös siirtoverkkoyhtiöiden valvonnassa [78].

Suomen nykyiseen regulaatiomalliin peilattuna kysynnänhallintakannustin ja innovaatioavustus voisivat olla toteutettavissa melko keveillä järjestelyillä. Koska Australian mallin innovaatioavustus mukailee pitkälti Suomen innovaatiokannustinta, voisi vastaavan järjestelyn saada Suomessa aikaan innovaatiokannustinta täsmentämällä. Aivan kuten Suomenkin innovaatiokannustimessa myös innovaatioavustuksessa korostuu hankkeiden innovatiivisuus ja uutuusarvo. Tältä osin innovaatioavustuksen kaltainen etukäteiseen hakemukseen perustuva menettely voisi jopa selkeyttää nykyisen innovaatiokannustimen toimintaa, kun hankkeiden innovaatioarvoa ei tarvitsisi jälkikäteisesti arvioida mahdollisesti vasta neljän vuoden kuluttua hankkeesta. Toisaalta nykyiseen innovaatiokannustimeen luetaan kaikenlaisia hankkeita, kun taas Australian innovaatioavustus on suunnattu nimenomaan kysynnänhallintaa soveltaville hankkeille.

Myös tarvetta innovaatioavustuksen hakemusperusteisuudelle on pohdittava kriittisesti. Tällä hetkellä suomalainen innovaatiokannustinmalli on melko toimiva ja Australian mallin mukainen hakemusperusteisuus saattaisi viedä kannustinta joustamattomampaan suuntaan. Mikäli innovaatiohankkeilta edellytettäisiin etukäteistä arviointia, rajaisi menettely innovaatiokannustimen ulkopuolelle sellaiset hankkeet, joiden innovaatioarvo herättäisiin

huomaamaan vasta hankkeen jälkeen tai hankkeen toteutuksen jo alettua. Regulaation mahdollistavuuden kannalta etukäteinen hakemuserusteisuus siis heikentäisi valvonnan joustavuutta innovaatioiden osalta. Toisaalta etukäteisellä hakemuksella verkonhaltijat voisivat vähentää innovaatiohankkeisiin liittyvää regulaatoriskiä varmistamalla, että hanke täyttää kannustimen kriteerit. Joka tapauksessa innovaatiokannustimella on potentiaalia muovautua pienten kehitystoimenpiteiden kautta toimintakustannuserusteisia ratkaisuja paremmin tukevaksi komponentiksi valvontamallissa. Tähän analyysiin palataan tarkemmin tämän työn alaluvussa 5.3.

Suomen nykyiseen valvontamalliin peilattaessa kysynnänhallintakannustimen hakemuserusteisuus voisi olla ainakin alkuvaiheessa toimiva menettely menetelmien käyttöönoton kannalta. Koska kannustimen ja avustuksen hyödyntäminen edellyttäisi verkonhaltijalta erillistä hakemusta, eivät kannustin- ja avustusprosessit raportointineen kuormittaisi turhaa sellaisia verkonhaltijoita, jotka eivät resurssiensa rajallisuuden tai verkkoalueensa kehitystarpeiden luonteen vuoksi voisi realistisesti harkita kysynnänhallintaan liittyviä liiketoimintavaihtoehtoja. Erityisesti joustoihin liittyvän liiketoiminnan alkuvaiheessa, kun joustoelementtien hyödyntämismekanismit vasta kehittyvät, vain murto-osalla verkonhaltijoista on valmius lähteä kehittämään joustojen hyödyntämiseen liittyvää liiketoimintaa omassa organisaatiossaan [69][70]. Vastaavasti hakemuserusteisuuden myötä kannustin ja avustus työllistäisivät regulaattoria ainoastaan niiden verkonhaltijoiden osalta, joilla todella on valmiuksia lähteä kysynnänhallintaan mukaan.

Käytännön tasolla kysynnänhallintakannustin toimisi parina investointitestille, jolla varmistettaisiin alkuvaiheen investointien kustannustehokkuus. Kysynnänhallintaan liittyvien mekanismien vasta kehittyessä kysynnänhallintaa soveltaviin ratkaisuihin liittyy riski, että ne ovat kustannustehottomia. Tämän takia tarvitaan ulkoinen mekanismi takaamaan kysynnänhallintaa soveltavien ratkaisujen kustannustehokkuus ja tätä kautta edelleen se, että ratkaisuja voidaan pitää relevantteina vaihtoehtoina perinteisille investoinneille. Verkonhaltijaa ja regulaattoria kiinnostaa nimenomaan kustannustehokkuus, jolloin vain kustannustehokkaita vaihtoehtoja voidaan pitää aitoina vaihtoehtoina. [56]

5.1.2 Investointitestit

Australiassa verkkoliiketoiminnan valvonnassa sovelletaan kahdenlaisia investointitestejä: sääntelytestejä (regulatory tests) ja uusien ratkaisujen testejä (new facilities investment tests). Näillä testeillä valvontaviranomainen arvioi verkonhaltijan verkkoinvestointien järkevyyttä ja tehokkuutta suhteessa vaihtoehtoihin toimintatapoihin, esimerkiksi joustoratkaisujen hankkimiseen palveluna. Australiassa sääntelytestejä sovelletaan vain suurimmille verkkoinvestoinneille, joiden suuruus ylittää tietyn rahamääräisen kynnyksarvon. Sen sijaan uusien ratkaisujen testiä sovelletaan kaikille uusille verkkoinvestoinneille. Lisäksi soveltamiskäytännöt vaihtelevat Australiassa alueittain siten, että Länsi-Australiassa investointeja arvioidaan jälkikäteisesti, kun taas muualla maassa arviointi tapahtuu ennen investoinnin toteuttamista. [74]

Koska uusien ratkaisujen testiä sovelletaan kaikkiin investointeihin, asettaa se jakeluverkonhaltijoiden tekemille investoinneille alustavat reunaehdot. Jotta investointi läpäisisi uusien ratkaisujen testin, investoinnin on oltava kustannustehokas sekä lisäksi sen on joko tuotettava kasvavasti liikevaihtoa kattaakseen vähintään omat kustannuksensa, oltava perusteltavissa sen tuoman nettohyödyn kautta tai oltava verkon turvallisuuden tai toimitusvarmuuden takaamiseksi välttämätön. Käytännössä testin läpäisevien investointipäätösten tekeminen edellyttää verkonhaltijalta erilaisten menettelyvaihtoehtojen tunnistamista sekä laaja-alaista analyysiä erilaisten vaihtoehtojen hyödyistä ja kustannuksista. Karkeana mittarina voidaan pitää sitä, että mitä monipuolisempi lista tunnistetuista ja analysoiduista vaihtoehtoista verkonhaltijalla on regulaattorille esittää, sitä todennäköisemmin regulaattori on vakuuttunut, että valittu toimintatapa on optimaalisin ja verkkoyhtiön toiminta siten oikeutettua. [74]

Siinä missä uusien ratkaisujen testi asettaa reunaehdot mille tahansa investointihankkeelle, sääntelytesti koskee vain suuria investointeja. Australiassa sääntelytestiin piiriin luetaan vuoden 2019 alusta lähtien sellaiset jakeluverkon investointihankkeet, joiden pääomakustannukset ylittävät 3,5 miljoonaa euroa. Poikkeuksen tähän muodostavat esimerkiksi hankkeet, joilla korjataan verkon äkillisiä ja ennustamattomia toimitusvarmuuspoikkeamia tai jotka liittyvät olemassa olevan verkko-omaisuuden kunnossapitoon. [79] Sääntelytestin tarkoituksena on varmistaa, että verkonhaltija on päätenyt toiminnassaan vaihtoehtoon, joka maksimoi hankkeen aikaansaaman nettohyödyn verrattuna vaihtoehtoisin toimintatapoihin. Vaihtoehtoisilla toimintatavoilla tarkoitetaan erilaisia puhtaita verkkoinvestointivaihtoehtoja sekä vaihtoehtoja, jotka perustuvat joko osittain tai kokonaan kysynnänhallinnan, sähkön varastoinnin ja hajautetun tuotannon hyödyntämiseen. Lopullinen päätös perustuu nettokokonaishyödyn optimointiin toteutetun kustannus-hyöty-analyysin perusteella. [74]

Itse investointitestin läpivieminen edellyttää, että verkonhaltijat dokumentoivat hankkeisiin liittyvät arvioinnit, laskelmat ja päätöksentekoprosessit niin, että regulaattori kykenee arvioimaan hankkeiden vaatimustenmukaisuutta mahdollisesti sekä ennen että jälkeen hankkeen toteutuksen. [74] Koska verkonhaltijat tekevät vuositasolla valtavasti erilaisia investointeja, ei jokaista investointia ole luonnollisesti mahdollista ajaa erikseen investointitestin läpi. Sen sijaan investointien testaus perustuu pistokoeluonteisiin otantoihin, jotka valvontaviranomainen poimii kunkin verkonhaltijan investointiportfoliosta satunnaisesti. Mikäli tällaisessa satunnaistarkastelussa käy ilmi, että verkonhaltijan investoinnit ovat olleet tehottomia, jätetään tehottomat investoinnit pois verkonhaltijan verkko-omaisuudesta, jolloin tehottomuus sakottaa suoraan verkonhaltijan tuottopohjaa. [74]

Kannustinmielessä investointitestit sisältävät vain rangaistusvaikutuksen. Testit eivät paljasta verkonhaltijaa poikkeuksellisen hyvästä suoriutumisesta vaan ainoa kannuste tehokkaimman liiketoimintaratkaisun valitsemiseen syntyy pyrkimyksestä välttää tehottoman ratkaisun alaskirjaus verkko-omaisuudesta. Tästä syystä valvontaviranomaisen riittävän resursoinnin ja valvontakapasiteetin merkitys korostuu, kun verkonhaltijoilla ei ole tehokkuuteen muuta painetta kuin regulaattorin seula. Regulaattorin seula tulee puoles-

taan mitoittaa siten, että testauksesta ei muodostu pullonkaulaa verkonhaltijan tai valvontaviranomaisen toiminnalle. Pitkälti regulaattorin resursseista kuitenkin riippuu, missä määrin pistokoeluonteista valvontaa voidaan toteuttaa, ja lopulta verkonhaltijoita ohjaavana tekijänä toimii pelkkä riski siitä, että investoinnin tehokkuuden tarkastelu osuisi juuri tehotomaan investointiin. Tässä yhteydessä ei voida olla spekuloiden valvontaan jäävien porsaanreikien mahdollista hyväksikäyttöä verkonhaltijoiden taholta. Mahdollista voisi esimerkiksi olla, että verkonhaltijat vertailisivat kaikkein pienimpien hankkeiden osalta, onko erilaisten toimintavaihtoehtojen monisyinen selvittäminen, vertailu ja silti mahdollisesti epätehokkaaseen ratkaisuun päätyminen lopulta yhtiölle todella edullisempaa kuin mahdollisesti epätehokkaan investoinnin tekeminen mahdollisimman suoraviivaisesti, jolloin tehotomuuden mahdollisesti tullessa ilmi, sanktio verkkoyhtiön tuottopohjassa olisi melko nimellinen.

Kuten EY:n selvityskin toteaa, investointitestien sisällyttäminen osaksi suomalaista valvontamallia olisi varmasti toteutettavissa oleva ja punnitsemisen arvoinen vaihtoehto [74]. Mikäli testit otetaan Suomessa käyttöön, edellyttää niiden implementointi kuitenkin muutamien käytännön asioiden selvittämistä. Verkkoliiketoiminnan valvonnan kannalta on tärkeää, että valvonta koskee tasavertaisesti kaikkia verkonhaltijoita eikä johda esimerkiksi epäreiluun tilanteeseen, jossa toisten yhtiöiden toimintaa syynätään hyvinkin tarkasti, kun taas samanaikaisesti toisten yhtiöiden toimintaa valvotaan vain pintapuolisesti. Relevanttia onkin siis pohtia, miten pistotarkastuksina suoritettavat testit toteutetaan niin, että testausvaikutuksen voidaan katsoa olevan tasapuolinen ja suhteessa esimerkiksi verkonhaltijan investointieuroihin. Tällä tavoin pistotarkastukset jakautuisivat edes suuntaantavasti tasapuolisesti erityyppisten ja -kokoisten verkonhaltijoiden kesken. Toinen mahdollinen vaihtoehto hankkeiden testauksen toteuttamiseen voisi olla hankkeiden valitseminen puhtaalla satunnaisotannalla kaikkien toimijoiden yhteisestä hankejoukosta, jolloin hankkeiden valikoituminen testaukseen olisi täysin riippumatonta ulkoisista tekijöistä.

Toinen käytännön haaste syntyy siitä, että Suomen nykyiseen valvontamalliin ei ole rakennettu minkäänlaista yksittäisten investointien arviointityökalua. Investointitesteissä korostuu verkonhaltijoiden sisäinen kyky tunnistaa erilaisia toimintatapoja ja muodostaa perusteltu päätöksentekoketju kohti optimaalisinta toimintavaihtoehtoa. Siinä missä nykyisessä valvontamallissa toimintavaihtoehtojen määrittäminen ja päätöksentekovastuu on verkonhaltijalla, investointitestien myötä lopullinen päätöksentekovastuu siirtyy regulaattorille. Näiltä osin investointitestit vaatisivat suomalaiseseen valvontamalliin perustavanlaatuisia muutoksia sekä konkreettisia työkaluja, joissa investointeihin liittyviä perusarvioiteja voitaisiin tehdä yhtenevästi. Ihanneltilanteessa tarjolla olisi siis sekä virastolle että verkonhaltijoille yhteinen kvantitatiivinen työkalu, johon parametrejä syöttämällä voisi määrittää yksiselitteisesti parhaimman toimintamallin hankkeen toteuttamiseksi. Käytännössä investointitestin suurin haaste kiteytyy juuri sellaisen työkalun rakentamiseen, jolla kyettäisiin mahdollisimman selkeästi arvioimaan keskenään hyvinkin erilaisia ja erilaisissa olosuhteissa toteutettavia hankkeita.

Kolmas käytännön haaste liittyy investointitestien euromääräisiin kynnyksirajoihin. Austra-

lian lainsäädännön mukaan verkonhaltija ei saa käsitellä samaan investointihankkeeseen kuuluvia osia erillisinä esimerkiksi siten, että hanke pilkottaisiin niin pieniksi osakokonaisuuksiksi, että osakokonaisuuksien pääomakustannukset eivät ylittäisi sääntelytestin kynnyksarvoa [80]. Käytännön tasolla tällainen hankekokonaisuuksien valvominen tai edes samaan hankekokonaisuuteen niputettavien aliprojektien tunnistaminen on kuitenkin hankalaa. Tyypillisesti verkonhaltijat pyrkivät niputtamaan maantieteellisesti ja ajallisesti lähellä toisiaan olevat hankkeet suuremmaksi kokonaisuudeksi, jolloin skaalautunut myötä kokonaisuus saadaan suoritettua kustannustehokkaammin verrattuna tilanteeseen, jossa osaprojektit suoritettaisiin erillään toisistaan. Lopputuloksena saattaisi olla, että verkonhaltijat päätyisivät järjestelemään hankkeensa ajallisesti ja maantieteellisesti sellaisiksi kokonaisuudeksi, että ne jäisivät toistuvasti investointitestin euromääräisen kynnyksen alapuolelle.

Mikäli investointien testaus sisällytettäisiin osaksi suomalaista valvontamallia, tulisi investointeja arvioida ensikädessä ennen niiden toteuttamista. Länsi-Australian mallin mukainen investointien jälkikäteinen tarkastelu veisi pohjaa testien ohjausvaikutukselta; mikäli jälkikäteen todettaisiin, että valittu toteutustapa on ollut väärä, kustannukset olisivat pitkälti jo uponneet ja tilanteen korjaaminen ilman merkittäviä lisäkustannuksia olisi mahdollonta. Sen sijaan investointien etukäteinen tarkastelu antaa mahdollisuuden tilanteen korjaamiseen, jolloin investointitestiin valikoituvilta tehottomilta investoinneilta vältytään ja verkonhaltijan varmuus valintojensa aiheuttamista ulostuloista regulaatiomallissa lisääntyy. Jälkikäteen tapahtuva investointitestausta voisi myös olla hankala sovittaa yhteen Euroopan unionin etukäteisen valvonnan periaatteiden kanssa. Valvontaperiaatteiden mukaan verkonhaltijalle on kerrottava valvontaan vaikuttava kriteeristö läpinäkyvästi jo ennen kuin verkonhaltijan on määrä tehdä valvonnan kohteena olevia toimenpiteitä. Lisäksi jälkikäteen toteutettavaan testaukseen liittyisi suurempi riski poliittisten ohjausvaikutusten muuttumisesta alkuperäisten liiketoimintapäätösten ja testausajankohdan välillä, jolloin hankkeiden jälkikäteiseen arviointiin saattaisi vaikuttaa tekijöitä, joita ei ole kyetty huomioida alkuperäisen päätöksenteon yhteydessä.

Australialaisviranomaiset ovat soveltaneet investointitestejä siirtoverkkotasolla jo vuosittain alusta ja jakeluverkkotasolla vuoden 2014 alusta lähtien [81]. Koska investointitestit ovat olleet osa australialaista valvontametodiikkaa jo useiden vuosien ajan, niiden hyödyllisyydestä ja sovellettavuudesta on ehtinyt kertyä kokemusperäistä dataa. Edellä kuvattujen investointitestien soveltamisen ja toimintakustannusperusteisten liiketoimintavaihtoehtojen hyödyntämisen välillä on todistetusti havaittu olevan yhteyksiä. Investointitestit ovat australialaisten selvitysten mukaan lisänneet kysynnänhallintaan, sähkön varastointiin ja hajautettuun tuotantoon perustuvien ratkaisujen huomiointia jakeluverkossa. Tähän liittyen ei kuitenkaan ole voitu todistaa, että toimintakustannusvaihtoehdot olisivat korvanneet pääomakustannusperusteisia verkkoinvestointeja. Tarkemmissa tutkimuksissa on todettu, että verkonhaltijoiden toimintakustannukset ovat pysyneet vähäisinä verrattuna pääomakustannuksiin. [74] Tämä saattaa viitata siihen, että investointien testaamisesta vastaavalla viranomaisella ei ole ollut tarpeeksi resurssia tutkia valittujen toimintatapojen kustannustehokkuutta odotetussa määrin.

Edellä esitetyn pohdinnan synteesinä voidaankin nähdä, että investointitestit tulisi sovellettaessa yhdistää erilliseen kannustinrakenteeseen, jolloin joustojen hyödyntämiseen ohjaavasta kokonaisuudesta tulisi pelkän kepin sijaan kepin ja porkkanan yhdistelmä. Investointitestiin yhdistettynä kannustimena voisi toimia luvussa 5.1.1 esitelty kysynnänhallintakannustin, joka vastaavasti vaatisi toimiakseen investointitestin varmistamaan toimintavaihtoehtojen kustannustehokkuus. Kysynnänhallintakannustimen tarjoamista tuetta huolimatta investointitestien käyttöönotto edellyttäisi esimerkiksi jonkinlaisen hankkeiden arviointityökalun kehittämistä.

Alkuvuodesta 2020 valmistelussa ollut Suomen hallituksen esitysluonnos sähkömarkkinain, sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain ja Energiavirastosta annetun lain 1 §:n muuttamisesta esitti verkon kehittämissuunnitelmien osalta investointitestiä koskevan tarkastelun käyttöönottoa. Esitysluonnoksen mukaan verkonhaltijoiden kehittämissuunnitelmia tulisi käyttää jakeluverkojen kehittämisen kustannustehokkuuden varmistamisessa. Toistaiseksi esitys on käynyt lausuntokierroksella toimialan piirissä ja sen sisältöön odotetaan täsmennyksiä ennen esityksen antamista eduskunnalle. [82]

5.1.3 Kysyntäjoustopotentialin aikaansaaminen älymittareilla

Siinä missä edellä esitetyt menetelmät keskittyvät nimenomaan jakeluverkonhaltijan toiminnan säätelyyn, on Australiassa pyritty lisäämään kysyntäjoustopotentialia osallistamalla asiakkaita kysyntäjoustopotentialia älykkäiden sähkömittareiden avulla. Joulukuussa 2017 käynnistyneen uudistushankkeen tarkoituksena on ollut vaihtaa halukkaiden australialaisten kuluttaja-asiakkaiden sähkömittareita älykkäiksi mittareiksi, jotka avaavat kuluttajille uusia mahdollisuuksia seurata omaa sähkönkulutustaan, suhteuttaa sitä sähkön markkinahinnan muutoksiin ja hyödyntää sähkön vähittäismyyjän tarjoamia älymittariperusteisia palveluita. Uudistushankkeen käynnistyessä mittareiden asentamisvastuu siirtyi jakeluverkonhaltijalta sähkön vähittäismyyjälle. [74]

Jakeluverkonhaltijat pääsevät hyödyntämään älymittauksen mahdollistamaa dataa ja palveluita erillisen mittauskoordinaattorin kautta. Mittauskoordinaattori toimii aggregaattorin tavoin kilpailuttamalla yksittäisten asiakkaiden mittarit ja tarjoamalla niiden palveluita edelleen sähkön jakeluverkonhaltijoille ja sähkön vähittäismyyjille. Joissakin tapauksissa myös jakeluverkonhaltija voi toimia mittauskoordinaattorina, mutta tällaisissa tilanteissa koordinaattoritoiminnan on oltava eriytetty pääasiallisesta reguloidusta liiketoiminnasta. Varsinaisen verkonhaltijoille kohdistetun hyödyn on tarkoitus muodostua investointitarpeen pienenemisestä, kun huippukuormat vähenevät kuluttajien valvutuneen toiminnan ja vähittäismyyjien tuote- ja palvelurakenteiden kehittymisen myötä. [74] Todellisuudessa kysynnänjoustopotentialin laajamittaiselle tasolle verkon kuormitushuiput voivat joissakin tilanteissa jopa kasvaa, jos merkittävä osa kuluttajista keskittää kulutustaan markkinahinnan ohjaamana tietyille edullisille ajankohdille [24].

Suomessa tilanne eroaa Australiasta huomattavasti älymittareiden suhteellisen määrän ja mittausvastuiden osalta. Vuonna 2009 voimaan tullut valtioneuvoston asetus edellytti ver-

konhaltijoita huolehtimaan vähintään 80 % verkkoalueensa käyttöpaikoista älymittauksen piiriin vuoden 2013 loppuun mennessä [16]. Nykyisellään siis valtaosaan suomalaisista sähkökäyttöpaikoista on asennettu ensimmäisen sukupolven älykäs sähkömittari, jolloin kulutuspiikkien ei voida odottaa supistuvan pelkän älymittauksen myötä enää nykyisestä tasosta. Australian mittausuudistuksen periaatteet ovat muutenkin ristiriitaisia suomalaisiin periaatteisiin verrattuna, sillä Suomessa vastuu sähkömittauksen järjestämisestä on verkonhaltijalla. Mittausvastuiden muutos tarkoittaisi muutosta myös mittaustietojen keruun ja hallinnan prosesseihin ja edellyttäisi muun muassa mittaustietojen validointiin, säilytykseen ja välittämiseen liittyviä uudelleenjärjestelyjä. EY:n raportissa älymittareihin nojaavat kysyntäjoustoratkaisut on todettu soveltumattomaksi Suomeen [74].

Seuraava merkittävä muutos suomalaisiin älymittauskäytäntöihin liittyen on kuitenkin tulossa lähiaikoina, kun 60 minuutin mittausjaksosta siirrytään 15 minuutin mittausjaksoon Euroopan unionin yhteisen linjan mukaisesti [83]. Käytännön tasolla muutos ei kuitenkaan tarkoita uutta mittareidenvaihtoaaltoa vaan nykyiset mittarit ovat osittain uudelleenojelmoitavissa siten, että lyhyemmän mittaussyklin toteutus onnistuu. Mittausjakson lyhenemisen myötä sähköenergian hintaa arvotetaan tarkemmin kuin aikaisemmin, mikä saattaa lisätä kuluttajien investointeja uudenlaiseen joustoja mahdollistavaan teknologiaan sekä kasvattaa kiinnostusta lähteä mukaan päivänsisäisille sähkömarkkinoille. Vartitaseesta hyötyminen edellyttää kuluttajalta kuitenkin laitteita, joiden ohjaus on mahdollista 15 minuutin mittausjakson puitteissa. Muutos saattaa osaltaan vauhdittaa joustomarkkinoiden kehittymistä madaltamalla valvutuneimpien asiakkaiden kynnystä markkinoille lähtemiseen. Sen sijaan verkonhaltijan näkökulmasta muutos ei erityisellä tavalla kannusta joustojen hankintaan vaan lähinnä luo vahvempaa perustaa markkinalle, josta joustoja voidaan tulevaisuudessa hankkia.

Verkonhaltijoiden keskuudessa vaikuttaa olevan myös ristiriitaisia mielipiteitä siitä, tulisiko jakeluverkonhaltijoiden roolia kuormien ohjauksessa vahvistaa vai ajaa alas [69][70]. Mikäli verkonhaltijan saatavilla olevan joustomarkkinan kehitystä halutaan vauhdittaa, voisi älykkäiden mittareiden kautta tapahtuvilla ohjaustoimenpiteillä luoda markkinaa hyvinkin nopeasti. Toisaalta verkonhaltijan joustotarpeeseen vastaavan, dynaamisen kuormanohjausjärjestelmän kehittäminen ja operoiminen saattaisi tulla lopullisiin hyötyihin nähden kohtuuttoman kalliiksi ja monimutkaiseksi, minkä takia osa verkonhaltijoista ei näe verkonhaltijan kuormanohjauksille tulevaisuutta järjestelmätekniikan haasteiden takia. Edelleen, mikäli kuormia alettaisiin ohjata verkonhaltijalähtöisesti, ongelmaksi muodostuisi ohjaussignaalin määrittäminen siten, että verkonhaltijat eivät rajoittaisi kilpaillun markkinan toimintaa omilla ohjauksillaan. Suomessa jakeluverkonhaltijat on haluttu pitää neutraaleina toimijoina, mutta kuormien ohjaaminen jakeluverkonhaltijan signaaleilla rajaisi kuormat pois esimerkiksi markkinoiden hintasignaaliin perustuvilta ohjauksilta. Kuormanohjausten käyttöä pohtinut älyverkkojärjestelmäryhmä ehdottaakin, että kysyntäjoustomarkkinaa lähdetään rakentamaan osaltaan älymittareita hyödyntäen, mutta älymittareiden ohjausvastuu jätetään palveluntarjoajille. Sen sijaan verkonhaltijoiden vastuulle jää luoda tekninen rajapinta, jonka kautta ohjausten toteutus mahdollistuu. [12]

5.1.4 Verkon hallinta palvelusopimusten kautta

Australian osalta EY:n selvityksessä on nostettu esiin myös mahdollisuus lykätä tai välttää verkkoinvestointeja hyödyntämällä verkon hallinnassa palvelusopimuksia (network control services contract). Palvelusopimukset tarjoavat verkonhaltijoille nimensä mukaisesti mahdollisuuden ostaa verkon kontrollointiin liittyviä palveluita verkonhaltijan ja muiden sähkömarkkinaosapuolten välisillä sopimuksilla. Sopimukset muodostetaan markkinaehtoisesti hintakilpailun perusteella, mikä varmistaa palvelutoiminnan kustannustehokkuuden. Vastaavanlaisia verkon kontrollointia koskevia palvelusopimuksia on Suomessa tehty kantaverkon tasolla. [74]

Palvelusopimusten solmimiseen ei Australian mallissa liity jakeluverkonhaltijalle varsinaista rahallista kannustinta. Palvelusopimusten mahdollistamisen kautta verkonhaltijalle tarjotaan kuitenkin mahdollisuus hyödyntää toimintakustannusperusteisia ratkaisuja perinteisen verkkoinvestointien sijaan tai niitä tukien. Palvelusopimusten hyödyntäminen toimii siis käytännössä vaihtoehtona, jonka valitseminen ei edellytä perusteluja valvontaviranomaisen suuntaan. Valvonnan näkökulmasta verkonhaltijan sallitaan ansaita verkon hallintapalveluihin käytetyt kustannukset mutta investoinneille tyypillistä tuottoa palvelusopimuksille ei kerry. [74]

Myös Suomessa energiatoimialan tahtotilana on mahdollistaa verkonhaltijoiden tarvitseman jouston markkinaehtoinen palveluhankinta. Ongelma ei kuitenkaan ole itse palvelusopimusten solmimisen mahdottomuudessa vaan valvontamallin kannustimissa, jotka tekevät sinällään mahdollisesta palveluhankinnan konseptista rangaistavan ja siten ei-halutun vaihtoehdon. Koska palvelusopimusten tueksi ei ole rakennettu erillistä kannustinta tai muuta regulatiivista menetelmää, Australian palvelusopimusmalli ei sellaiseen tarjoa ratkaisua siihen, miten toimintakustannusperusteisista toimintatavoista tehdään verkonhaltijalle mielekkäitä. Toinen haaste Suomen tasolla liittyy siihen, että varsinaiset markkinat, joiden kautta palvelusopimuksia olisi tarkoitus muodostaa, ovat vasta kypsyvässä ja kypsyvät mahdollisesti vielä useita vuosia. Jakeluverkonhaltijoiden kannalta olennaista ei ole ainoastaan se, että palveluntarjoajia on runsaasti vaan että palveluntarjoajilla on tarjota joustoa juuri niihin verkon osiin, joissa tarve joustoratkaisuille ilmenee.

Yleisellä tasolla erilaisten palvelusopimusten solmiminen on tällä hetkellä mahdollista suomalaisille jakeluverkonhaltijoille, ja moni verkonhaltija onkin tällaisia sopimuksia solminut muun muassa verkon kunnossapitoon ja viankorjaukseen liittyen. Verkon käyttöön ja ohjauksiin liittyvässä palveluhankinnassa palveluiden kohde on kuitenkin erilainen, mistä aiheutuu joustoihin kohdistuvien palvelusopimusten markkinaehtoiselle hankinnalle tyypillisiä haasteita. Yksi mahdollinen ongelmatilanne muodostuu siitä, että markkinoilta joustoa hankkiessaan, verkonhaltija tuo verkkonsa ongelma-alueet julkiseen tietoon. Koska verkonhaltijan kannalta on erittäin merkityksellistä, sijaitseeko markkinoiden tarjoama jousto fyysisesti juuri siellä, missä joustotarve esiintyy, saattaa jokin häikäilemätön markkinatoimija aiheuttaa verkkoon keinotekoisien joustotarpeen ja tarjota itse muodos-

tamaansa ongelmaan paikallista ratkaisua markkinoilla. Toisin sanoen tällaiset toimijat pääsisivät rahastamaan verkkohaltijoita luomalla verkkoon keinotekoisia haavoittuvuuksia markkinainformaation perusteella.

Australian tasolla julkista tietoa siitä, missä määrin verkkohaltijat ovat palvelusopimuksia hyödyntäneet, ei ole EY:n selvityksen mukaan saatavilla [74]. Australian palvelusopimusmallin puutteellisuudesta huolimatta EY:n selvityksessä verkon hallinta palvelusopimusten kautta on nostettu potentiaalseksi toimintatavaksi myös Suomessa, mitä se varmasti on, mutta vaatii ennen kaikkea tuekseen regulatiivisia menetelmiä sekä verkkohaltijoiden ja markkinan ohjaustarpeiden ja -signaalien yhteensovittamista.

5.1.5 Kuormanohjausohjelmat

Uudessa-Seelannissa verkkoliiketoimintaa valvova viranomaisena on tutkinut mahdollisuuksia lykätä tai välttää verkkoinvestointeja kysyntäjoustopuolella. EY:n selvitys nosti esiin kaksi maassa sovellettavaa kannustinperusteista kysyntäjoustopuolella, joiden peruseräkkeet ovat hyvin samanlaiset. Demand management response -ohjelmassa akkuteknologioita omistavat yksittäiset kuluttajat ja energiayhteisöt sallivat verkkohaltijan rajoittaa kuormitusta kysyntäpiikkien aikana. Käytännössä ohjelman osallistujat tekevät kuormanohjauksesta sopimuksen suoraan verkkohaltijan kanssa ja verkkohaltija maksaa osallistujille korvausta sekä sopimuksesta että yksittäisistä kuormanohjaustapahtumista. Tarkoituksena on, että ohjelmaan sitoutuneet osallistujat hyödyntävät kuormanohjaustapahtuman aikana omaa sähkövarastoaan. [74]

Interruptible load -ohjelmassa kolmas osapuoli sen sijaan aggregoi yksittäisten kuluttajien tarjoamat kuormat suuremmaksi kokonaisuudeksi ja tekee kuormituspakettien ohjaamisesta sopimuksen verkkohaltijan kanssa. Kuormien aggregoinnilla pyritään tarjoamaan kapasiteettia järjestelmän tasapainottamiseen merkittävien tuotannon heilahteluiden aikana. Kuormanohjaukseen osallistuvat kuluttajat saavat niin ikään rahallisen korvauksen irtikytkentämahdollisuudesta sekä irtikytkentätapahtumista. [74]

Suomessa verkkoinvestointien lykkäämisen tai välttämisen näkökulmasta pelkällä kysyntäjoustopuolella saavutettavien hyötyjen on oletettu jäävän pieniksi. Suuressa mittakaavassa verkkohaltija ei kykene siirtämään verkkoinvestointejaan pelkkään kysyntäjoustopuolelle, koska kysyntäjoustopuolelle osallistuminen on asiakkaille vapaaehtoista ja toisaalta verkkohaltijan on kyettävä luottamaan siihen, että kysyntäjoustopuolelle varattu kuormitus on joka hetki ohjattavissa. [84] Jotta verkkohaltija voisi varmistua siitä, että tarvittava määrä kuormitusta on ohjattavissa joka hetki, verkkohaltijan ohjaustarpeen tulisi ajaa ohi esimerkiksi sähkön hintasignaaleihin perustuvasta ohjauksesta. Tässä tullaan jälleen saman ongelman äärelle kuin luvuissa 5.1.3 ja 5.1.4 eli siihen, millä keinoin neutraalina toimijana vaikuttavan verkkohaltijan kuormanohjaustoimet suhteutettaisiin yhteen markkinoilta tulevien ohjausten kanssa, sekä siihen, olisiko ohjattavaa kuormaa saatavilla juuri tiettyyn aikaan juuri tietyssä maantieteellisessä sijainnissa.

Tällä hetkellä suomalaisten verkkohaltijoiden ohjauksessa on joitakin kello-ohjauksen pe-

rusteella ohjattavia kuormia, joiden yhteiskapasiteetin on arvioitu olevan noin 1800 MW. Toimialan hallitsevana konsensusena on kuitenkin luopua verkonhaltijoiden kellosidonnaisista ohjauksista ja siirtyä hyödyntämään markkinoiden kautta tapahtuvaa ohjausta, joka mahdollistaa kuorman dynaamisemman säädön. [12] Kuormanohjausten siirtyessä markkinoille kuluttajien kuormituskäyttäytymistä ohjaavat verkkopalvelumaksurakenteet jäisivät yhä voimaan. Esimerkiksi vuorokauden- ja vuodenaikaan perustuvat verkkopalvelutuotteet ohjaavat jakeluverkon kuormitusta haluttuun suuntaan tasaamalla kuormitus- huippuja.

Kuten luvussa 5.1.3 todettiin, kuormanohjausten siirtäminen pelkästään markkinaehtois- ten toimijoiden vastuulle jakaa verkonhaltijoiden mielipiteitä. Osa verkonhaltijoista kokee tarpeelliseksi, että poissulkevaa jaottelua siitä, millaiselle toimijalle tietynlaisten palvelui- den, esimerkiksi kuormanohjauspalveluiden, tuottaminen on sallittua, ei tulisi tehdä. Sen sijaan näiden toimijoiden näkemyksen mukaan verkonhaltijat voitaisiin nähdä laajempina palveluntarjoajina kuin ainoastaan verkkopalvelun tuottajina, jolloin luotaisiin avoimempi pohja koko sähköjärjestelmän kehitykselle tulevaisuudessa. Verkonhaltija voisi esimer- kiksi tarjota asiakkaille aiempaa dynaamisempaa kuormanohjausta kuormanohjausrelei- den mahdollistamien ohjausaikojen kautta. Palveluntarjoajina toimiessaan verkonhaltijat noudattaisivat samoja ehtoja kuin kilpailluilla markkinoilla toimivat tahot mutta samaan ai- kaan ne voisivat tarjota asiakkaalle esimerkiksi erilaista luotettavuutta ja pysyvyyttä kuin laajemmin markkinoilla toimivat palveluntarjoajat.

Lopulta kuormanohjausratkaisut eivät riitä suuressa mittakaavassa verkkoinvestointien siirtämiseen tai välttämiseen. Älyverkkotyöryhmän linjauksessa kysyntäjoustopuolelta verkonhaltijan rooliksi katsotaankin kysyntäjoustopuolelta ja sen ympärille rakentuvien toimin- tojen tukeminen ensisijaisesti järjestelmätasolla [12]. [84] Toisaalta voidaan nähdä, että verkonhaltijoilla on rooli viedä joustomarkkinan kehitystä eteenpäin, jolloin yksinkertaisin tapa mahdollistaa kuluttajien tasavertainen osallistuminen markkinoille voisi löytyä ver- konhaltijan osalta kuormien ohjausten kautta. Tämä edellyttää käytännön tasolla sitä, et- tä ohjaukseen osallistuvilla käyttöpaikoilla on älykäs mittari sekä kuormaa, jonka ohjaus onnistuu mittausjakson puitteissa. Toisaalta joustomarkkina ei kehity yksin verkonhalti- jan kuormanohjaustarpeella, ja kuormanohjausjärjestelmän kehittäminen ja koordinointi saattaisivat lopulta muodostua valtavaksi järjestelmätekniseksi haasteeksi. Näistä lähtö- kohdista voidaan todeta, että Uuden-Seelannin mallin mukaisten kuormanohjausohjel- mien toteutusta voidaan Suomessa harkita mutta ohjelmien toteuttamiseen liittyy tiettyjä haasteita. Jos lähtökohtana on rakentaa verkonhaltijoiden joustopuolelta hyödyntämistä ensi- sijaisesti markkinaehtoiselle pohjalle, tulisi ohjausvastuu siirtää myös nykyisten verkon- haltijoiden kuormanohjaustoimenpiteiden osalta markkinaehtoiselle operaattorille. Kuor- manohjausten siirtäminen kokonaan markkinaehtoisille toimijoille antaisi kysyntäjoustopuolelta hyödyntämiselle selkeämmät suuntaviivat, mutta toisaalta verkonhaltijoiden kuormanoh- jausmahdollisuuden säilyttäminen mahdollistaisi verkonhaltijoiden toimimisen monipuoli- sempina palveluntarjoajina tulevaisuudessa.

5.1.6 Tapauskohtaisesti hyväksyttävä akkuvarastointi

Uuden-Seelannin osalta EY:n toteuttamassa selvityksessä nostetaan esiin myös malli, jossa akkujen omistaminen on jakeluverkonhaltijoille tapauskohtaisesti sallittua, jos akkuinvestoinnin hyöty-kustannus-suhde on suurempi kuin perinteisten investointiratkaisujen tapauksessa. Uudessa-Seelannissa verkonhaltijoiden omistamaa akkujen määrää tai kokoluokkaa ei ole rajoitettu, vaan akut katsotaan verkko-omaisuuteen luettavaksi omaisuuseräksi siinä missä perinteisillä investoinneilla hankittu verkkoinfrastruktuurikin. Sallimalla verkonhaltijoiden akkuomistukset Uuden-Seelannin valvontaviranomainen on pyrkinyt tarjoamaan verkonhaltijoille mahdollisuuden siirtää tai välttää verkkoinvestointeja siten, että vaikutus näkyisi lopulta asiakkaan maksaman verkkopalvelumaksun pienene misenä. Esimerkiksi paikallinen jakeluverkkoyhtiö Wellington Electricity on arvioinut, että sen verkossa olevan suuren sähköaseman noin 3 miljoonan dollarin arvoinen korvausinvestointitarve siirtyisi viisi vuotta eteenpäin tehopiikkejä tasoittavalla 1 MW/2 MWh:n akkuratkaisulla. [74]

Valvontamielessä verkonhaltijoiden akkuomistukset luetaan Uudessa-Seelannissa osaksi verkonhaltijan verkko-omaisuusmassaa, jolloin akkuinvestoinnit kasvattavat osaltaan verkonhaltijan sallittua tuottoa. Mikäli akkua hyödynnetään myös reguloimattomien palveluiden tuottamiseen, verkko-omaisuuteen luetaan ainoastaan regulaation piiriin kuuluvien palveluiden osuuteen allokoitua investointikustannus. Tällaisissa tilanteissa verkonhaltijan on arvioitava, missä suhteessa akkuinvestointi palvelee reguloitua ja reguloimatonta toimintaa. Ongelmallista tämä on erityisesti silloin, jos reguloituihin ja reguloimattomiin palveluihin liittyy päällekkäisiä kustannuksia siten, että yksiselitteisen kustannusjaottelun muodostaminen on mahdotonta. Päällekkäisten kustannusten allokointia varten Uuden-Seelannin viranomaiset tarjoavat kustannusten allokointimenetelmiä, joiden käyttö määräytyy erilaisten kynnyksarvojen mukaisesti. [74]

Suomalaisiin valvontaperiaatteisiin peilattuna akkujen omistamiseen perustuva malli on jo lähtökohtaisesti ongelmallinen. Kuten luvussa 2.1.2 edellä on esitetty, Suomessa ja Euroopassa verkkotoimialalla hallitseva konsensus on, että joustopalvelut kehittyvät parhaiten kilpailuilla markkinoilla, jolloin verkonhaltijoiden sähkövarasto-omistukset sallitaan ainoastaan poikkeustapauksissa silloin, kun muut sähkömarkkinaosapuolet eivät kykene tarjoamaan jakeluverkonhaltijalle välttämätöntä joustopalvelua. Lisäksi eri toimijoiden intressien puhtaus ja läpinäkyvyys varmistetaan keskittämällä sähkön varastointi kilpailuille markkinoille, jolloin verkonhaltija pystyy hyödyntämään joustoja palvelun muodossa. Tämänhetkisen konsensuksen mukainen menettely toimisi kuitenkin vain ideaalitulanteessa, josta tällä hetkellä ollaan varsin kaukana: joustopalveluita tarjoava markkina on vasta kypsymässä, jolloin verkonhaltijan on mahdotonta hankkia tarvitsemaansa joustoressurssia valtaosaan verkkonsa osista, koska jouston tarjonta ja kysyntä eivät yksinkertaisesti kohtaa maantieteellisellä tasolla. Jos verkonhaltijoiden jousto-omistuksiin suhtaudutaan ehdottoman kielteisesti ja joustot pakotetaan hankkimaan markkinoiden kautta, saatetaan päätyä tilanteeseen, jossa ainoa potentiaalinen jouston tarjoaja ja sitä kautta tarjouskilpailun voittaja on verkonhaltijan kanssa samaan konserniin kuuluva sisäinen tarjoaja.

Tapauskohtaista akkuvarastointia ei välttämättä tarvitsisi sallia Suomessa vastaavissa määrin kuin Uudessa-Seelannissa, mutta erityisesti joustojen hyödyntämisen menetelmien ja toimintaperiaatteiden vasta muovautuessa, akkuinvestointien osittainen salliminen tietyksi määräajaksi voisi helpottaa verkonhaltijoiden joustojen hankintaan liittyvien päämäärien hahmottamista. Analogiaa menettelylle voisi hakea ohjelmointimaailmassa sovelletusta hiekkalaatikkoajattelusta, jossa lopullisen ratkaisun optimoimiseksi voidaan aluksi tietyin rajoituksin kokeilla erilaisia toimintatapoja. Käytännössä ajattelun voisi implementoida jakeluverkkomaailmaan siten, että esimerkiksi EU:n sähkömarkkinadirektiivin edellyttämän 5 vuoden määräajan jälkeen verkonhaltijoiden mahdolliset akkuomistukset tulisi luovuttaa markkinatoimijoille tiettyä korvausta vastaan, minkä jälkeen verkonhaltijat voisivat jatkaa varastojen hyödyntämistä palveluhankinnan muodossa. Tähän liittyen tulee kuitenkin huomioida, että markkinaperusteiseksi toiminnaksi siirtyessään akkujen hyödyntäminen vaatisi tuekseen myös valvontamallin muutosta, jolla pääoma- ja toimintakustannusten välinen vääristymä saadaan poistettua. Mikäli akut vapautettaisiin markkinoille ja valvontamalli pysyisi nykyisellään, johtaisi yhdistelmä todennäköisesti siihen, että akkujen hyödyntäminen tässä yhteydessä lakkaisi. Lisäselvittelyjä vaatisi myös se, siirrettäisiinkö akut lopulta markkinatoimijalle akun jäljellä olevaa arvoa vastaavalla lunastushinnalla vai markkinalähtöisesti kilpailuttamalla markkinatoimijoiden tarjoukset vapautuvista akuista. EU:n sähkömarkkinadirektiivin mukaan verkonhaltijan akkuomistusten luovutuksella ei ole tarkoituksenmukaista tehdä voittoa, mikä puoltaisi akkujen siirtämistä markkinatoimijoiden omistukseen lunastushintaa vastaan.

Esimerkiksi Norjassa on sovellettu mallia, jossa Norjan valvontaviranomainen NVE sallii pilottimielessä tapahtuvan sähkövarastojen omistamisen ja operoimisen verkonhaltijoille tietyin reunaehdoin. Sähkövarastojen omistaminen ja hallinta edellyttää, että varastoja käytetään ainoastaan haja-asutusalueilla sijaitsevien, pitkien ja heikkojen johtohaarojen kapasiteetin ja jännitteen tukemiseen ja niiden markkinavaikutukset rajataan marginaaliin. Lisäksi verkonhaltijan akkuomistusten määrää on rajoitettu ja niiden hankinta sallitaan vain poikkeusolosuhteissa, kun millään markkinatoimijalla ei ole tarpeeseen vastaavaa varastoratkaisua tarjolla. [85]

Esimerkiksi Norjan mallia mukaileva sähkövarasto-omistusten ja laajemmin myös muunlaisten jousto-omistusten kokeilumielessä tapahtuva salliminen lisäisi joustojen palveluhankinnan mielekkyyttä tulevaisuudessa, kun joustoelementtejä olisi jo valmiiksi saatavilla verkonhaltijan kannalta relevanteissa osissa verkkoa. Tämän mahdollistaminen edellyttää kuitenkin periaatteellista muutosta toimialan suhtautumisessa verkonhaltijan rooliin ja sähkövarastoihin elementtinä. Verkonhaltijan omistuksessa olevat joustoelementit ja osuudet joustoelementeistä olisi rajattu markkinoiden ulkopuolelle, jolloin verkonhaltijasta ei tulisi markkinatoimijaa samalla tavalla kuin esimerkiksi sähköenergian myyjistä. Pelkästään verkon toimitusvarmuutta ja käyttöä palvelevat varastot toimisivat vain sähköenergian väliaikaisena säilytyspaikkana, jolloin niiden tyhjentämiseen ei tulisi suhtautua tuotantona tai lataamiseen kulutuksena. Sen sijaan varastoihin tulisi suhtautua jakeluverkon komponenttina, jossa sähköenergia viipyy hieman kauemmin kuin muissa verkon komponenteissa. Sähkövarastojen määrittelyyn liittyviä kehitystarpeita käsitellään

tarkemmin tämän työn seuraavassa alaluvussa.

EY:n selvityksessä Uuden-Seelannin mallin mukainen akkuvarastoinnin hyödyntäminen todettiin soveltumattomaksi suomalaisiin valvontaperiaatteisiin ja -malliin [74]. Verkonhaltijanäkökulmasta jousto-omistusten tapauskohtaisessa sallimisessa voisi kuitenkin olla potentiaalia, mikäli valvontaviranomainen hyväksyy edellä esitetyin reunaehdoin toteutettavat omistukset. Lisäselvittelyjä vaatii se, miten järjestely istuu Euroopan unionin jakeluverkonhaltijan roolia koskeviin linjauksiin, jotka toteavat joustopalveluiden osalta:

”Jakeluverkonhaltijoiden on hankittava tällaiset palvelut avointen, syrjimättömien ja markkinapohjaisten menettelyjen mukaisesti, paitsi jos sääntelyviranomaiset ovat todenneet, että tällaisten palvelujen hankinta ei ole taloudellisesti tehokasta, tai että tällainen hankinta johtaisi vakaviin markkinoiden vääristymiin tai lisäisi siirtorajoituksia [22].”

5.1.7 Sähkövarastojen määrittelyn muuttaminen

Isossa-Britanniassa energiamarkkinoiden valvontaviranomaisen tavoitteena on ollut edistää verkonhaltijan jousto-omistamiseksi purkamalla akustojen hyödyntämiseen liittyviä esteitä muun muassa akkujen määritelmää täsmentämällä. Tällä hetkellä ongelmana Isossa-Britanniassa on, että sähkövarastojen omistajien ja operaattoreiden on toimittava sähkön tuottajia koskevien lupakäytäntöjen puitteissa. Määritelmämuutoksessa Ison-Britannian energiamarkkinoiden valvontaviranomainen Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem) on tehnyt tiivistä yhteistyötä koko toimialan kanssa ja järjestänyt lausuntokierroksia muutostarpeiden kartoittamiseksi ja edelleen muutosesitysten hiomiseksi. [74] Ensimmäinen lausuntokierros avattiin syksyllä 2017, ja toimialan piiristä kerättyjen lausuntojen pohjalta Ofgem päätyi selkiyttämään sähkön varastoinnin ja varastointilaitteiden määritelmiä sekä lisäämään varastoinnin läpinäkyvyyttä sähkövarastoihin liittyvien tietojen julkaisua koskevalla uudella toimilupavaatimuksella. Kesällä 2019 Ofgem avasi aikaisempaan lausuntokierrokseen perustuvan jatkokonsultaation, jossa Ofgemin esittämille toimenpiteille haettiin vahvistusta. [86] Muutostoimenpiteiden tarkoituksena on ollut luoda selkeyttä sähkövarastojen käsittelyyn regulaatiossa ja sitä kautta varmempaa toimintaympäristöä sähkövarastoja kehittäville ja hyödyntäville toimijoille. Tämän toivotaan edelleen lisäävän varastojen käyttöönottoa ja vauhdittavan varastointiteknologioiden kehitystä. [74]

Ison-Britannian konsultaatiohankkeen tuloksena on tarkoitus korjata sähkövarastojen omistamiseen ja operointiin liittyviä epäselvyyksiä nimenomaan periaatteellisella tasolla siten, että sähkövarastojen omistamiseen ja operoimiseen liittyvät epäjohtonmukaisuudet eivät enää rasittaisi varastojen käyttöä. Muutos on siinä mielessä erillinen verkkoliiketoiminnan valvonnasta, että määritelmämuutoksella ei ainakaan toistaiseksi ole vaikutusta itse valvontamenetelmiin. Mahdollista kuitenkin on, että tulevaisuudessa määritelmämuutos muuttaa sähkövarastoihin suhtautumista vähitellen myös käytännön tasolla niin, että määritelmämuutoksella on pitkällä aikavälillä vaikutus myös valvontamalliin.

EY:n selvitys nostaa Ofgemin käynnistämän sähkövarastojen määrittelyn muutosproses-

sin relevantiksi myös suomalaisen verkkoliiketoiminnan valvonnan kannalta [74]. Myös Suomessa on tunnustettu tarve sähkön varastoinnin liittyvien periaatteiden selkiyttämiseksi, jotta sähkövarastot voidaan nähdä yhtäläisenä vaihtoehtona muiden verkon hallintaan ja kehittämiseen liittyvien vaihtoehtojen rinnalla. Suomen osalta yksi sähkön varastoinnin yleistymistä hidastavista akuuteista tekijöistä on sähkövarastojen kohtelu verotuksessa. Sähkön väliaikainen varastointi nähdään verotuksessa kulutuksena, jolloin sitä myös verotetaan sen mukaisesti eli välivarastoon ladatusta sähköstä maksetaan sähköveroluokan 1 mukainen sähkövero (2,79372 senttiä kilowattitunnilta). Kun varastoitu sähkö puretaan varastosta ja siirretään lopulliseen kulutuskohteeseen, maksaa kuluttaja veroluokan 1 mukaisen sähköveron uudelleen. Tällä menettelyllä sähköenergia tulee verotetuksi kahden kertaan eli puhutaan sähkön kaksinkertaisesta verotuksesta. Sähkökemiallisten varastojen osalta verotusta korjattiin vuoden 2019 verouudistuksen myötä niin, että sähkön varastointi sähkökemiallisissa varastoissa muuttui verottomaksi. Sen sijaan muunlaiset varastointitekniologiat, kuten paineilmaparastot ja vauhtipyörät ovat edelleen kaksinkertaisen verotuksen piirissä. Kaksinkertainen verotus vaikuttaa olennaisella tavalla siihen, millaisia kustannuksia varastoihin kohdistuu, joka puolestaan vaikuttaa edelleen siihen, millaisia taloudellisia päätöksiä varastojen käytön suhteen tehdään. Erilaiset varastointitekniologiat ovat kehitykseltään vielä eri vaiheissa, mutta kaikenlaisten varastointitekniologioiden huomioiminen verotuksessa yhtäläisenä olisi hyvän verotuskäytännön puitteissa perusteltua.

Kahdenkertaisen verotuksen poistaminen on kirjattu hallitusohjelmaan, ja valtiovarainministeriö on asettanut ajalle 18.11.2019–1.9.2020 työryhmän selvittämään sähkövarastoihin liittyvän verotuksen uudistamista [87]. Vaihtoehtoja sähkön varastoinnin verotuksen kehittämiseen on periaatteessa kaksi: tehdään sähkön varastoinnista täysin verotonta tai kevennetään verotusta siten, että veroa maksetaan ainoastaan varastointiin liittyvistä häviöistä. Älyverkkotyöryhmä on esittänyt verotuksesta luopumista sekä sähkön varastoinnin että varastoinnista aiheutuneiden häviöiden osalta [12]. Verotusperiaatteiden muutokset vaikuttavat toki valtion verokertymään, mutta varaston omistajan näkökulmasta verotuksen keventäminen tai poistaminen tarkoittavat varastoinvestoinnille suurempaa sisäistä korkokantaa ja tuottoja. Verotuskäytännöllä on myös vaikutusta varaston lataus- ja purkupäätöksiin joustomarkkinoilla: poistamalla sähkön varastoinnin verotus saavutetaan tutkimuksen mukaan suurempia hyötyjä sähköjärjestelmän tuotannon ja kulutuksen tasapainotuksessa. [88]

Verotuskäytäntöjen lisäksi periaatteellisia selvennyksiä on Suomessa tarve tehdä myös sähkövarastojen omistamiseen liittyviin kysymyksiin. Perusongelma on se, että sähkövaraston käsitettä ei tunneta erillisenä käsitteenä suomalaisessa regulaatiossa. Tämä on johtanut siihen, että varastot rinnastetaan regulaatiomielessä tuotantoon sen sijaan, että ne nähtäisiin sähkön väliaikaisvarastoina, joista sähköenergia vapautetaan varsinaista kulutusta varten. Tähän liittyvät tarkennukset määrittelevät jatkossa myös sen, millaiseksi verkonhaltijoiden ja sähkövarastojen suhde muodostuu. Koska erilaisten varastointitekniologioiden kehitysasteet vaihtelevat ja ala kehittyy nopeasti, voi jopa olla parempi, että sähkövarastoja ei määritellä liian tarkasti. Liian tiukat määritelmät lisäisivät regulaation

rajoittavuutta mahdollisesti jo lähivuosina varastointiteknologioiden kehittyessä nopealla tahdilla. Määrittelyssä tulisikin välttää lähestymistapaa, jossa yksiselitteisesti rajataan, mihin tarkoituksiin sähkövarastoja saa käyttää ja mihin ei. Järkevin tapa lähteä liikkeelle lienee tällä hetkellä odottaa Euroopan unionin puhtaan energian paketin tulkintoja, joiden pohjalta linjataan Suomenkin toimintaa määrittävät reunaehdot sähkövarastojen käytölle [69].

Kuten myös EY:n selvityksessä todetaan, määritelmämuutokset tarvitsevat rinnalleen taloudellisen kannustinrakenteen jakeluverkonhaltijan joustojen hyödyntämisen lisäämiseksi [74]. Mikäli määritelmämuutoksella päädytään tukemaan muun muassa älyverkkotyöryhmän esittämää kantaa siitä, että verkonhaltijat eivät omistaisi sähkövarastoja vaan hankkisivat ne palvelun muodossa markkinatoimijoilta, korostuu valvontamenetelmien muuttamisen merkitys, koska valvontamalli ei nykyisellään tällaiseen toimintaan ohjaa. Verkonhaltijan osalta regulaatiolinjausten selkeytyminen vähentäisi sähkövarastojen hyödyntämiseen liittyvää regulaatoriskiä verkonhaltijan ollessa varmempi siitä, miten sähkövarastoihin liittyvät omistussuhteet ja erilaiset maksukomponentit tulkitaan jälkikäteisesti tapahtuvassa valvonnassa. Riskin pienetessä varastojen hyödyntäminen ja tietoisuus varastoteknologioista kasvavaisivat, jolloin päästäisiin paremmin käsiksi varastoinnin taloudellisiin ja teknisiin etuihin.

Vaikka Ison-Britanniassa vireillä oleva määritelmämuutos on relevantti myös Suomen kannalta, Britannian konsultaatiokierrosten perusteella tehtyjä linjauksia ei kuitenkaan tule sellaisinaan peilata Suomen valvontamalliin. Huomionarvoista nimittäin on, että Ison-Britannian valvontamallin perusajatus poikkeaa olennaisella tavalla Suomen valvontamallista. Iso-Britannia soveltaa valvonnassaan RIIO-mallia, joka keskittyy pääoma- ja toimintakustannusten jaottelun sijaan toiminnan kokonaiskustannuksiin ja niillä saavutettavaan tuotoksiin. [74] Tämä tarkoittaa konkreettisia eroja esimerkiksi valvontamenetelmien kannustimissa ja siksi Ison-Britannian soveltamat ratkaisut eivät ole sovellettavissa Suomeen sellaisinaan ilman muutoksia. Seuraavassa alaluvussa tarkastellaan Ison-Britannian TOTEX-mallin toimintaa yksityiskohtaisemmin.

5.1.8 RIIO-mallin kokonaiskustannuskannustin

Siinä missä esimerkiksi Suomessa jakeluverkonhaltijan liiketoimintaratkaisujen kustannusrakenne on valvonnan kannalta merkityksellinen, Isossa-Britanniassa verkonhaltijoiden toimintaa ohjaa kokonaiskustannuksiin keskittyvä RIIO-malli (Revenue = Incentives + Innovation + Outputs). RIIO edustaa kustannusrakenneneutraalia TOTEX-näkökantaa, jossa valvonnan pääpaino on varsinaisten liiketoiminnan tuotosten arvioinnissa liiketoiminnan panosten yksityiskohtaisen tarkastelun sijaan [71]. RIIO-mallin kannalta olennaista ei siis ole se, missä suhteessa verkonhaltijan kustannukset jakautuvat pääoma- ja toimintakustannuksiin vaan verkonhaltijan odotetaan valitsevan kustannustehokkain toimintatapa viitekehityksessä määriteltyjen tuotosten saavuttamiseksi. Olennaista on, että valvonnasta vastaava Ofgem ei lähtökohtaisesti pyri sanelemaan erilaisten liiketoimintavai-

toehtojen tehokkuutta, vaan tarkoitus on ohjata jakeluverkonhaltijat itse tunnistamaan ja toteuttamaan oman toimintansa kannalta parhaaksi katsomansa ratkaisut ja erittelemään ne Ofgemille toimitettavassa liiketoimintasuunnitelmassa. Sen sijaan Ofgemin vastuulla on määrittää verkonhaltijoille sallittu kustannustaso ja liikevaihto ennen valvontajakson alkua. [74]

Verkonhaltijoiden Ofgemille toimittamat liiketoimintasuunnitelmat perustuvat erilaisiin lupauksiin pohjautuviin tarjouksiin. Suunnitelmissaan verkonhaltijat voivat tehdä lupauksia esimerkiksi asiakastyytyvyyden, hintatason tai jakelun laadun suhteen ja perustella lupauksen edellyttämän rahoitustarpeen. Ofgem arvioi verkonhaltijoiden suunnitelmat määrittämiensä KPI-mittareiden pohjalta ja jakaa arvioidensa perusteella verkonhaltijat nopeaan (fast track) ja hitaaseen (slow track) regulaatiokäsittelyyn. Nopeaan käsittelyyn valitaan sellaiset verkonhaltijat, jotka ovat onnistuneet tekemään liiketoimintasuunnitelmassaan parhaat tarjoukset muihin verkonhaltijoihin verrattuna. Jäljelle jäävät verkonhaltijat ohjataan hitaaseen käsittelyyn, jossa yhtiöiden tarjouksia käydään yksityiskohtaisemmin läpi ja niitä hiotaan Ofgemin näkemien seikkojen osalta kustannustehokkaammiksi. Regulaatiokäsittelyn myötä jokaiselle verkonhaltijalle määritetään lopulta toiminnan rahoitustarvetta heijasteleva sallittu liikevaihto. [89]

RIIO-viitekehyksessä verkonhaltijan sallitun liikevaihdon voidaan katsoa muodostuvan sähköverkko-omaisuuden arvon ja odotettujen tehokkaiden kustannusten perusteella laskettavasta perusliikevaihdosta. Tähän lähtökohtaiseen liikevaihtoon saattaa kuitenkin tulla muutoksia kesken valvontajakson verkonhaltijan tuotoskohtaisen suoriutumisen sekä erilaisia epävarmuusmekanismeja, kuten inflaatiota ja vieraan pääoman kustannuksia, huomioivien indeksointien kautta. Jakeluverkonhaltijat raportoivat toteutuneet kustannuksensa Ofgemille vuosittain, jolloin kustannuksia seurataan 4 vuotta + 4 vuotta kestävä valvontaperiodin ajan säännöllisesti. [74] Tällä hetkellä voimassa oleva RIIO-viitekehukseen perustuva valvontamalli RIIO-ED1 on voimassa vuoteen 2023, jolloin valvontamenetelmät päivitetään uuteen RIIO-ED2-malliin [90].

RIIO-mallissa valvonnan lähtökohtana oleva TOTEX koostuu hitaasta rahasta (slow money), joka vastaa pääomakustannuksia, ja nopeasta rahasta (fast money), joka vastaa toimintakustannuksia. Jako hitaaseen ja nopeaan rahaan tehdään verkonhaltijakohtaisesti määritettävän pääomitusasteen perusteella. Pääomitusaste kiinnitetään kullekin verkonhaltijalle koko 4 + 4 vuotta kestävä periodin ajaksi verkonhaltijan toimittamien liiketoimintasuunnitelmien perusteella. Se, miten hidasta ja nopeaa rahaa käsitellään regulaatiossa, voi poiketa siitä, miten vastaavia kustannuseriä käsitellään jakeluverkonhaltijan kirjanpidossa: jakeluverkonhaltija voi laskuttaa kirjanpitonsa investointeja regulaatiokäsittelyssä nopeana rahana ja vastaavasti merkitä osan toimintakustannuksista hitaaksi rahaksi. Menettely mahdollistaa verkonhaltijoille regulaatio-optimoinnin, jonka myötä vääristymä pääoma- ja toimintakustannusten osalta häipyä verkonhaltijan kyetessä kirjaamaan myös toimintakustannuksia tuottopohjaansa. [89]

Pääoma- ja toimintakustannusten yhtäläisen kohtelun myötä RIIO-malli mahdollistaa verkonhaltijoille myös joustojen hyödyntämisen. RIIO-mallissa ei ole varsinaista kannustin-

ta siihen, että erityisesti juuri joustoratkaisuja käytettäisiin, vaan verkonhaltijan odotetaan päätyvän joustoratkaisuun, jos joustoratkaisun voidaan olettaa olevan vaihtoehtoisia ratkaisuja kustannustehokkaampi. Joustokannustimen sijaan mallin kannustava ominaisuus sisältyy kokonaiskustannuskannustimeen Totex Incentive Mechanism (TIM), jonka ohjaa verkonhaltijaa alittamaan Ofgemin määrittämän sallitun kustannustason. TIM-kannustimen kautta verkonhaltija saa itselleen tietyn osuuden sallitun kustannustason ja toteutuneiden kustannusten välisestä osuudesta toimiessaan Ofgemin asettamaa kustannustasoa tehokkaammin. Vastaavasti TIM-kannustimen kautta verkonhaltija joutuu itse kantamaan tietyn osuuden Ofgemin kustannustason ylittävistä kustannuksista toimiessaan tehottomasti. Se, missä suhteessa tehokkaan toiminnan hyödyt tai tehottoman toiminnan haitat jaetaan verkonhaltijan ja asiakkaiden kesken, määrittyy sharing factor -tekijän perusteella. Sharing factor määräytyy verkonhaltijan liiketoimintasuunnitelman perusteella ja on verkonhaltijan kannalta sitä epäedullisempi, mitä kunnianhimoisempi liiketoimintasuunnitelma on. [74] Sharing factor -tekijän kautta verkonhaltijan liiketoimintasuunnitelmaa pyritään tuomaan mahdollisimman lähelle Ofgemin näkemyksiä verkonhaltijan suorituskyvystä ja rahoitustarpeesta sekä ehkäisemään näin mallin tarkoituksenmukainen väärinkäyttö [89].

RIIO-malli on varsin monitahoinen kokonaisuus eikä sen sisältämistä toimintaperiaatteista ja laskentamenetelmistä ole tämän työn puitteissa mahdollista tehdä merkittävästi yksityiskohtaisempaa tarkastelua, mutta sen sovellettavuutta Suomen olosuhteisiin voidaan silti analysoida. RIIO-periaatteisiin pohjautuvan kokonaiskustannusmallin ensisijainen hyöty muihin valvontamalleihin verrattuna on pääoma- ja toimintakustannusten yhdenvertainen kohtelu. Malli kannustaa verkonhaltijoita tunnistamaan ja toteuttamaan verkonhaltijan tilanteen kannalta kustannustehokkaimman ratkaisun antamalla verkonhaltijan perustella päätöksensä itse liiketoimintasuunnitelman kautta. Tämä perustuu mallin tausta-ajatukseen siitä, että verkonhaltija tietää itse parhaiten oman verkkoalueensa tarpeet ja mahdollisuudet. Verkonhaltijan tehtävänä on oman asiantuntemuksena perusteella muodostaa Ofgemin vakuuttava liiketoimintasuunnitelma verkkoalueensa hallinnan ja kehityksen edellyttämistä hankkeista sekä näiden hankkeiden rahoitustarpeesta. Menetely lisää regulaation mahdollistavuutta verkonhaltijan saadessa itse esittää näkemyksiään sovellettavista liiketoimintaratkaisuksista. Vaihtoehtojen avoimuus lisää myös toiminnan markkinavetoisuutta: erilaisia palveluntarjoajia ja teknologioita ei regulaation keinoin rajata ulos mahdollisten vaihtoehtojen listalta. Kaiken kaikkiaan RIIO:n ydinajatuksen verkonhaltijoiden kilpailuttamisesta toisiaan vastaan voidaan katsoa olevan jopa nerokas.

Menetelmätasolla RIIO-mallissa on kuitenkin haasteita sekä valvontaviranomaisen että verkonhaltijan kannalta. Ensinnäkin malli vaatii regulaattorilta kykyä ja resurssia arvioida verkonhaltijoiden esittämiä tarjouksia suhteessa toisiinsa. Hyvin erityyppisten yhtiöiden tarjousten yhteismitallistaminen ja arvottaminen on regulaattorin rajallisilla resursseilla kuitenkin vaikeaa ja työlästä. Suomen tasolla arvioinnin toteuttaminen vaatisi verkonhaltijoiden jakamista koon ja liiketoiminnallisten tavoitteiden mukaan erilaisiin klustereihin, joiden sisällä arvioinnit erikseen toteutettaisiin. Toisaalta toteutettavissa olevien tarjousten tekeminen vaatii myös verkonhaltijoilta osaamista ja työvoimaa siinä määrin, että to-

dennäköisesti vain suurimmilla yhtiöillä olisi resurssit laatia liiketoimintasuunnitelmansa siinä laajuudessa kuin valvontakoneiston toimivuus TOTEX-mallin tapauksessa edellyttäisi. Kokonaisuuden toimivuus vaatisi myös molemminpuolista luottamusta regulaattorin ja verkonhaltijan välillä erityisesti siitä, että verkonhaltijat tekevät rehellisiä, aidosti toteutettavissa olevia esityksiä regulaattorille ja että regulaattori arvioi verkonhaltijoita puolueettomasti. Tällä hetkellä erityisesti informaation epäsymmetria lisää osapuolten epäluuloisuutta toistensa toimintaa kohtaan.

Valvojan ja valvottavien välisellä luottamuksella on RIIO:n mukaisen TOTEX-mallin toiminnan kannalta perustavanlaatuinen merkitys. Malli laittaa valvottavat verkonhaltijat ikään kuin kilpailemaan keskenään siitä, kuinka suuren rahoituksen tietyn tuotoksen aikaansaaminen vaatii. Tähän liittyy kuitenkin mallin heikkous: jos oman toimintakykynsä rajallisuuden tiedostava verkonhaltija toteaa jo ennen liiketoimintasuunnitelmien jättämistä, että sillä ei ole edellytyksiä pärjätä muiden verkonhaltijoiden rinnalla ja päästä nopeutettuun regulaatiokäsittelyyn, kannattaa sen jättää tarkoituksellisen huono tarjous niin, että päätyessään hitaaseen regulaatiokäsittelyyn verkonhaltija pääsee neuvottelemaan tarjoamansa liiketoimintasuunnitelman parantamisesta paremmista lähtökohdista. Liian kunnianhimoisten liiketoimintasuunnitelmien jättämistä pyritään ehkäisemään sharing factor -tekijän avulla, mutta alimitoitettujen suunnitelmien jättäminen voi koitua käytännön tasolla ongelmaksi. RIIO-järjestelmä ei kestä liiketoimintasuunnitelmien suhteen tehtävää optimointia, vaan verkonhaltijoiden optimoidessa toimintaansa asiakkaiden maksettaviksi koituvat kustannukset vastoin valvonnan pyrkimyksiä kasvavat.

RIIO:n mukaisen TOTEX-mallin implementointiin Suomessa liittyy myös puhtaasti käytännön haasteita. Koska RIIO edellyttää regulaattorilta huomattavia resursseja, Ofgem on ulkoistanut osan valvontaan liittyvistä toimenpiteistä, esimerkiksi valvontaan liittyvät tilinpäätösanalyysit, ulkoisille konsulteille. Mikäli RIIO:n kaltainen lähestymistapa otettaisiin käyttöön myös Suomessa, edellyttäisi valvonnan riittävä resursointi Suomessa konsulttipalveluiden käyttöä. Tarkoitukseen soveltuvien konsulttimarkkinoiden rajallisuus saattaa kuitenkin Suomen olosuhteissa muodostua rajoittavaksi tekijäksi. Jotta toimijat pysyisivät aidosti riippumattomina toisistaan, tulisi varmistaa, että esimerkiksi verkonhaltijan tilinpäätöksestä vastannut konsulttiyhtiö ei myöhemmin tekisi vastaavan yhtiön tilinpäätösanalyysiä regulaattorin toimeksiantamana. Toinen käytännön haaste liittyy kysymykseen eri toimijoiden vastuista, jos liiketoiminnan rajoitustoimenpiteiden seurauksena aiheutuu jonkinasteista vahinkoa. Mikäli valvontaviranomainen rajoittaisi verkonhaltijalle sallittua rahoitusta esimerkiksi niin, että toimitusvarmuuden takaamiseksi vaadittuja toimenpiteitä ei kyettäisi toteuttamaan täysimääräisinä, kuka vastaisi esimerkiksi keskeytyksistä aiheutuvista kustannuksista sähkökatkotilanteessa? Tällä hetkellä Suomessa ei ole olemassa vastuiden määrittämiseen valmista mekanismia.

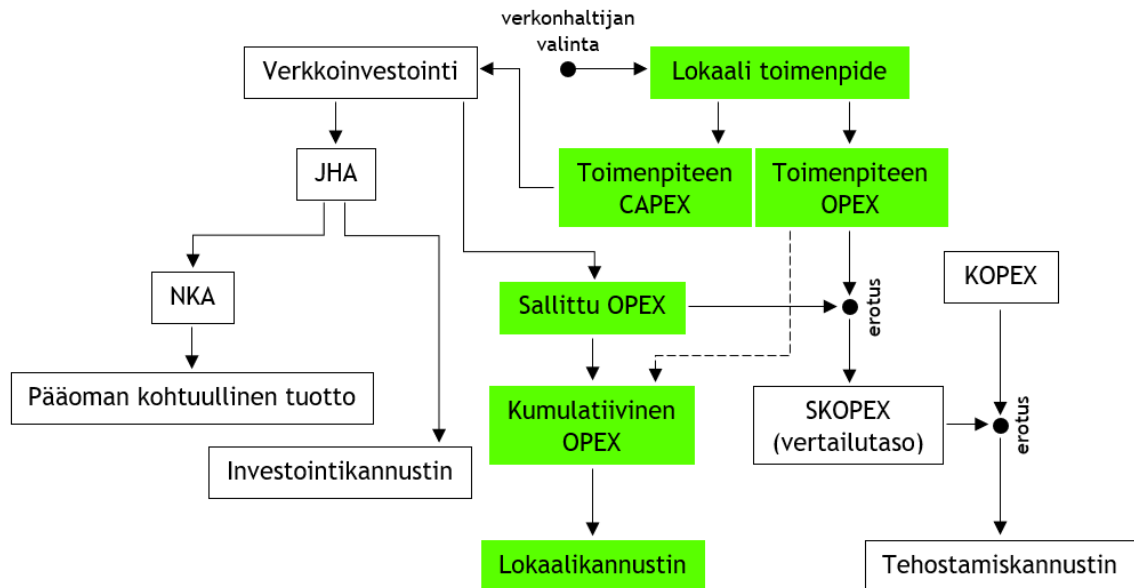
RIIO-mallin mukaisen TOTEX-mekanismien implementointi Suomen olosuhteisiin saattaisi siis lopulta muodostua hyvinkin haasteelliseksi. TOTEX-periaate itsessään on kuitenkin liian arvokas hylättäväksi RIIO-malliin sidonnaisten implementointihaasteiden takia. Suomen kannalta relevantimpaa voisi olla pohtia maltillisempia keinoja mukauttaa valvonta-

mallia kohti kustannusrakenneneutraaliutta. Yksi mahdollinen tapa lähestyä asiaa esitellään VTT:n tutkimushankkeen tuloksena syntyneessä raportissa, jonka mukaista mallia tarkastellaan seuraavassa aluvuussa.

5.2 Sähköverkkoyhtiön kustannusrakenneneutraali valvontamalli

Siinä missä maailmalla on otettu käyttöön maakohtaisiin valvontakokonaisuuksiin istutettuja ratkaisuja verkonhaltijan joustojen hankinnan helpottamiseksi, eri tahot niin Suomessa kuin kansainvälisestikin ovat vieneet valvontamenetelmien kehitystä eteenpäin tutkimustasolla. Yksi tuoreimpia suomalaistutkimuksia aiheesta on VTT:n julkaisema raportti [62] Suomen nykyiseen valvontamalliin tehtäviin mukautuksiin ja lisäyksiin perustavasta kustannusrakenneneutraalista valvontamallista. Raportissa, joka pohjautuu VTT:n tutkimushankkeeseen, esitellään malli, jossa kaikkia sähkönjakelun toimitusvarmuuden parantamiseksi tehtäviä toimenpiteitä kohdellaan samanarvoisina kustannusrakenteesta riippumatta. Käytännössä tämä muutos on toteutettu lisäämällä Suomen nykyiseen valvontamalliin niin kutsuttu lokaalikannustin sekä mukauttamalla nykyisen mallin tehostamiskannustinta.

VTT:n mallin esittämiä muutoksia Suomen nykyiseen valvontamalliin on havainnollistettu kuvassa 5.3.



Kuva 5.3. Kustannusrakenneneutralisuuden rakentaminen Suomen nykyiseen valvontamalliin VTT:n rakentaman mallin mukaisesti. Vihreällä korostetut osat ovat nykymallista poikkeavia, kun taas valkoiset osat toimivat samalla tavalla nykyisessä valvontamallissa ja VTT:n mallissa. Mukailten [62]

Mallin toiminnan hahmottamiseksi on lähdeävä liikkeelle periaatteellisesta termimuutoksesta, jonka ympärille mallin idea rakentuu. Verkkoinvestoinnin sijaan toimitusvarmuutta parantavaa toimenpidettä kutsutaan mallissa lokaaliksi toimenpiteeksi, jonka toimintakus-

tannusten osuus toimenpiteen kokonaiskustannuksista voi vaihdella välillä 0–100 % [62]. Näin ollen lokaali toimenpide voi siis tarkoittaa mitä vain toimenpidettä verkkoinvestoinnin ja puhtaasti toimintakustannusperusteisen ratkaisun rajaamalla skaalalla.

Mikäli lokaali toimenpide toteutetaan verkkoinvestointina, käsitellään se VTT:n mallissa samaan tapaan kuin nykyisessäkin valvontamallissa. Tällöin kuvan 5.3 lokaalin toimenpiteen CAPEX on 100 % ja investoinnin vaikutukset kiteytyvät kuvan 5.3 vasemman laidan vaikutusketjuun kasvattaen lopulta investointikannustimen arvoa. VTT:n raportin mukaan investointipolku voisi mahdollisesti käsittää sellaisiakin investointeja, jotka olisivat vuositasen kustannuksiltaan kaapeli-investointeja edullisempia, mutta tämän hetken valvontaperiaatteiden mukaan kiellettyjä. Tällaisia investointeja voisivat olla esimerkiksi investoinnit pienvoimalaitosten tuotanto-osuuksiin, joilla voitaisiin turvata lähialueen sähkösaanti verkon vikatapauksissa. Verkonhaltijan tuotanto rajoittuisi tällaisen investoinnin tapauksessa ainoastaan häiriötilanteisiin, jolloin verkonhaltija ei tuottaisi sähköä markkinatarkoitukseen vaan ainoastaan sähkön toimituksen varmistamiseen vaihtoehtoisella tavalla. [62]

VTT:n valvontamalliin rakentaman lisäosan merkitys korostuu tilanteissa, joissa lokaali toimenpide sisältää myös toimintakustannuksia. Lokaalin toimenpiteen toimintakustannuksille määritetään tavoitearvo vertaamalla lokaalia toimenpidettä vältetyn investoinnin vuosikustannuksiin. Olennaista on, että vertailu tehdään vuosikustannuksina; jos kahden toimenpiteen vuosikustannukset ovat yhtä suuret, myös niiden lopputulos valvontamallissa on yhtä suuri. Käytännössä tämä tarkoittaa yhtä suurta sallittua liikevaihtoa ja edelleen yhtä suurta asiakastariffia. Vältetyn investoinnin vuosikustannukset siis määräävät, kuinka suuret toimintakustannukset vastaavalle lokaalille toimenpiteelle sallitaan. Toteutuneita toimintakustannuksia verrataan sallittuihin toimintakustannuksiin vähentämällä ne sallittujen toimintakustannusten määrästä. Tämä erotus lisätään nykymallin mukaisen tehostamiskannustimen SKOPEX-vertailutasoon. Tämän jälkeen tarkastelu jatkuu nykyisen valvontamallin mukaisesti. [62]

Varsinaista lokaalikannustinta varten lokaalista toimenpiteestä aiheutuvat toimintakustannukset kapitalisoidaan eli muutetaan synteettiseksi pääoma-arvoksi. Tämä tapahtuu summaamalla diskontatut toimintakustannukset yli sopimusajan T_L . Tämä synteettinen pääoma muodostaa oman pääomaluokkansa, jota edustaa kuvassa 5.3 kumulatiivinen OPEX. Kuten kuvasta 5.3 huomataan, tällä synteettisellä pääomaluokalla ei ole yhteyttä pääoman kohtuullisen tuoton laskentaan. Sen sijaan synteettinen pääomaluokka käsitellään investointikannustimen kanssa samantyyppisen lokaalikannustimen kautta. Lokaalikannustin tasoitetaan toimenpiteen pitoajalle, jolloin lokaalikannustin voidaan esittää kaavalla 5.1. [62]

$$\text{Lokaalikannustin} = \frac{K_{OPEX}}{T_f}, \quad (5.1)$$

jossa K_{OPEX} on sallitun toimintakustannusvirran diskontattu arvo ja T_f on toimenpiteen pitoaika. Lokaalikannustin kompensoi investointikannustimen kautta tapahtuvaa mene-

tystä, jos lokaali toimenpide perustuu osittain tai kokonaan toimintakustannuksiin.

VTT:n rakentaman mallin etu sovellettavuuden näkökulmasta on se, että malli on rakennettu suoraan jo nykyisellään sovellettavan valvontamallin päälle. Mallin ehdottamat muutokset ovat melko maltillisia ja ne on rajattu pureutumaan juuri valvontamallin ongelmakohtiin. Tässä mielessä VTT:n malli nimenomaan lisääisi regulaation mahdollistavuutta. Jos verkonhaltija katsoo edelleen tarpeelliseksi suosia liiketoiminnassaan investointeja, voidaan liiketoimintaa jatkaa kuten aikaisemminkin ilman muutoksia verkonhaltijan tuottopohjan muodostumisessa. Jos taas verkonhaltija näkee paikallisen ongelman ratkeavan parhaiten kustannustehokkaalla toimintakustannusperusteisella ratkaisulla, huomioidaan kustannustehokkuus tehostamiskannustimessa niin, että ratkaisusta ei koidu sanktiota verkonhaltijalle. Samanaikaisesti lokaalikannustin pienentää verkonhaltijan toteutunutta oikaistua tulosta investointikannustinta vastaavalla tavalla.

Toisaalta mikäli verkonhaltija valitsee toimintakustannusperusteisen ratkaisun, ei valinta näy millään tavalla verkonhaltijan tuottopohjassa. Investoinnin tapauksessa tehty investointi kasvattaa paitsi investointikannustimen arvoa myös verkkotoimintaan sitoutunutta pääomaa, joka edelleen määrittää verkonhaltijalle sallitun kohtuullisen tuoton. Jotta toimintavaihtoehdot olisivat todella yhtäläiset, tulisi joko kohtuullisen tuoton laskentaan kehittää joustoelementteihin kohdennetut toimintakustannukset huomioiva elementti tai vastaavasti kasvattaa lokaalikannustimen arvoa siten, että lokaalin toimenpiteen toimintakustannuksista seuraisi suurempi kannustinvaikutus kuin pääomakustannuksista, jotka huomioidaan kannustimen lisäksi myös tuottopohjassa.

Toinen haaste liittyy toimintakustannusperusteisten lokaalien toimenpiteiden kustannustehokkuuden varmistamiseen. Vertailukohtana toimivan investoinnin vuosikustannukset määrittelevät mallissa toimenpiteen sallittujen toimintakustannusten suuruuden. Alkuvaiheen riskinä kuitenkin on, että toimintakustannusperusteiset ratkaisut, esimerkiksi palveluhankinnat, eivät aina ole kustannustehokkaita. Ensimmäisiä palveluhankintoja ja -kokeiluja tehtäessä muun muassa yllättävät kulut, suunnitelmamuutokset ja markkinoiden epäkypsyys saattavat aiheuttaa sen, että toimintakustannusperusteiset vaihtoehdot eivät ole kustannustehokkaita eivätkä näin ollen toimi vaihtoehtona investoinnille. Mikäli verkonhaltijoilta siis toivotaan enemmän paikallistason ratkaisuja, on kehitettävä ensinnäkin valvontamallin ulkopuolisia keinoja, joilla lokaaleiden ratkaisujen kustannustehokkuus varmistetaan jo niiden soveltamisen alkuvaiheessa. Toisekseen VTT:n mallin rinnalla voisi soveltaa investointitestin kaltaista menettelyä, jolla tuettaisiin toimintakustannusperusteisten ratkaisujen kustannustehokkuuden varmistamista.

Kustannustehokkuuden käänttöpuolena voidaan tarkastella mallin myötä saavutettavaa toimitusvarmuustehokkuutta. Mallin lähtökohtana on, että verkonhaltijat etsivät vuosikustannustasolla kaapeli-investointeja edullisempia ratkaisuja, jotka voivat olla osittain tai kokonaan toimintakustannusperusteisia, ja saavat löytämilleen ratkaisuille kannusteen lokaalikannustimen ja mukautuvan tehostamiskannustimen kautta. Sen sijaan malliin ei sisälly arviointia toimintakustannusperusteisten ratkaisujen toimitusvarmuustehokkuudesta. Mikäli malli seuraa ainoastaan kustannustehokkuutta ja sitäkin vuosikustannusten

kautta, saattaa malli ohjata verkonhaltijoita mahdollisimman edullisiin ratkaisuihin, joilla saavutettava toimitusvarmuustaso ei ole yhtä hyvä kuin verrokkiratkaisuilla. Jos huono toimitusvarmuustehokkuus tulee ilmi vasta sen jälkeen, kun ratkaisu on tehty ja kustannukset ovat uponneet, vaatii toimitusvarmuuden parantaminen jälleen uusia kustannuksia kasvattavia toimenpiteitä. Tätä varten malliin pitäisi lisätä kustannuslottuvuuden lisäksi jonkinlainen ratkaisujen kokonaisuhyötyjä ja toimitusvarmuutta arvottava työkalu.

Käytännön vaikutusten lisäksi VTT:n rakentamaan kokonaisuuteen liittyy tiettyjä oletuksia, jotka tekevät mallista ongelmallisen. Malli perustuu vahvasti paikalliseen toimitusvarmuusnäkökulmaan ja määrittelee yhtiökohtaisen toimitusvarmuuden yhtiön kaapelointiasteen perusteella. Mallin oletuksen mukaan toimitusvarmuustavoite täyttyy, kun verkonhaltijan verkkoalueen kaapelointiaste on 60 %. Oletus perustuu siihen, että verkonhaltijoiden KAH-kulut vaikuttavat laskevan 60 %:n kaapelointiasteeseen saakka, jonka jälkeen KAH-kuluissa ei enää tapahdu merkittäviä muutoksia. Mallin perusteella sellaiset verkonhaltijat, joiden kaapelointiaste vuonna 2016 ylitti kaapelointiasteella ilmaistun toimitusvarmuustavoitteen, tekevät ainoastaan ylläpitoinvestointeja, kun taas muut yhtiöt pyrkivät investoinneillaan 60 % tavoitearvoon. Kaikille verkonhaltijoille universaali kaapelointiaste ei kuitenkaan todellisuudessa ole relevatti tapa tutkia toimitusvarmuusvaatimusten toteutumista. Alueelliset olosuhteet, kuten esimerkiksi avojohto-osuuksien metsäisyysasteet vaihtelevat alueellisen sijainnin mukaan. Esimerkiksi itäsuomalaisella haja-asutusalueella toimivien yhtiöiden johtokadut ovat tyypillisesti metsäisempiä kuin Länsi-Suomen aukeammilla alueilla toimivilla yhtiöillä. Lisäksi mallia on simuloitu ainoastaan verkonhaltijoilla, joiden kaapelointiaste alittaa asetetun toimitusvarmuustavoitteen. Mallia ei siis varsinaisesti ole suunniteltu yhtiöille, joiden kaapelointiaste on joko lähtötilanteessa tavoitearvossa tai saavuttaa tavoitearvon kesken tarkastelujakson.

Toinen mallissa käytetty yksinkertaistus liittyy verkonhaltijoiden toimintaympäristön jaotteleluun kahteen ryhmään. Malli määrittelee suomalaisyhtiöiden toimintaympäristön joko taajamaksi tai haja-asutusalueeksi ja kohtelee näitä toimintaympäristötyyppejä niille määritettyjen kertoimien ja lukuarvojen pohjalta. Todellisuudessa on kuitenkin mahdotonta yksiselitteisesti määritellä yksittäisiä yhtiöitä puhtaasti taajama- tai haja-asutusalueyhtiöiksi. Jos osittain haja-asutusalueella toimivaa taajamapainotteista yhtiötä kohdellaan mallissa puhtaana taajamayhtiönä, ei malli lopulta kuvasta yhtiön käyttäytymistä todellisuudessa.

Asioiden mallintaminen vaatii aina jonkinasteisten oletusten tekemistä ja keskiarvottamista. Jos kaikki mahdolliset tapaukset ja lopputulokseen vaikuttavat yksityiskohdat otettaisiin huomioon, tulisi mallista niin raskas, että sen rakentaminen, ymmärtäminen ja soveltaminen vaatisivat valtavasti resursseja. VTT:n malliin liittyy kuitenkin siinä määrin oletuksia ja yksinkertaistuksia, että käytännön tasolla mallin implementointi on vaikeaa. Sen sijaan, että mallia sovellettaisiin käytännössä, sitä voidaan pitää hyvänä avauksena siitä, millä keinoin olemassa olevaa valvontamallia olisi mahdollista viedä maltillisesti kohti TOTEX-näkökulmaa.

5.3 Innovaatiokannustimen tarjoamat mahdollisuudet

Pohdittaessa joustoelementtien hyödyntämistä jakeluverkonhaltijan näkökulmasta ovat liiketoiminnallisia innovaatioita ja kehitystä tukevat kannustimet erityisessä roolissa. Koska joustomarkkinat ja niiden hyödyntämiseen ohjaavat markkinamallit ovat toistaiseksi raakoja ja osittain vasta pilottitasolla, tarvitaan mekanismeja, joilla tuetaan ratkaisujen muodostumista [56]. Selvää on, että joustomarkkinan ja markkinamallien kehitys pelkillä olemassa olevilla työkaluilla ja malleilla tulisi viemään aikaa. Mikäli jakeluverkonhaltijan joustojen hyödyntämistä halutaan vauhdittaa, tulee toimijoille luoda laajempia mahdollisuuksia uudennaisille kokeiluille. Toimintamallien ja markkinoiden kehittyessä jakeluverkonhaltijoiden joustojen hyödyntämiselle voidaan asettaa yhä kunnianhimoisempia tavoitteita tulevaisuudessa.

Suomalaisessa valvontamallissa toimialan kehitystä ja tutkimusta tuetaan T&K-tyyppisten hankkeiden toimintakustannuksille tarkoitetulla innovaatiokannustimella (luku 3.2.8). Kannustin sallii jakeluverkonhaltijalle liikevaihtoon suhteutettuna 1 % suuruisen innovaatiopanoksen valvontajaksoa kohti. Käytännössä innovaatiopanoksen osuus huomioidaan toteutuneen oikaistun tuloksen laskennassa tulosta pienentävänä tekijänä. Sen sijaan innovaatioita ei huomioida kohtuullisen tuoton laskennassa, mikä tarkoittaa, että innovaatioihin uponneille kustannuksille ei saa valvontamallin puitteissa tuottoa. Innovaatio ja kehitystoimintaan sisältyy kuitenkin verkonhaltijan näkökulmasta korkeampi riski verrattuna arkipäivän liiketoimintaan. Verkko liiketoiminnassa tämä riski koostuu regulaatio-riskistä sekä innovaatioihin liittyvistä teknisistä riskeistä. Jotta verkonhaltija olisi valmis ottamaan kontolleen suuremman riskin toimialaa kehittävän innovaatio toiminnan muodossa, edellyttäisi tämä mahdollisuutta suurempiin tuottoihin. Ristiriita syntyy siitä, että tällä hetkellä tuottoja ei kerry, mutta riski voi kasvaa periaatteellisella tasolla rajatta. Keskusteltaessa siitä, millä keinoin jakeluverkonhaltijoille saadaan mahdollistettua täysin uudennaisia liiketoiminnallisia avauksia, on syytä tarkastella myös innovaatiokannustimen kehitysmahdollisuuksia.

Työn ohessa tehdyt toimialakentän haastattelut osoittivat, että nykyinen innovaatiokannustin on konseptiltään melko toimiva [56][69][70]. Ongelmana ei siis ole nykyisen kannustimen huonous vaan ulkopuolelta tuleva paine toimintamallien ja markkinoiden kehitykselle: innovaatioita ja niihin perustuvia pilotoiteja tarvitaan lisää. Jakeluverkonhaltijalähtöinen innovointi palvelee jakeluverkonhaltijoiden oman liiketoiminnan kustannustehokkuuden kehittymisen lisäksi laajemmin koko toimialaa ja markkinoita. Kun esimerkiksi kuormanohjaustoimenpiteet mahdollistavien tietojärjestelmien ja rajapintojen rakentamiseen ja kehittämiseen kohdistetaan riittävästi resursseja, saadaan edistettyä joustomarkkinan kehittymistä ja edelleen joustojen hyödyntämistä laajemmin kuin vain verkonhaltijoiden piirissä. Innovaatiokannustimen laajentaminen tukisi myös haastatteluissa esiin nousutta kokeilukulttuuria, jossa verkonhaltijoille annetaan vapaammat kädet erilaisten toimintatapojen kokeiluun.

Innovaatiokannustimen kehitystä ohjaavana ajatuksena on kuitenkin syytä pitää verkko-

toimialan innovaatioiden perimmäinen tarkoitus siitä, että innovaatioiden kautta asiakkaalle kyetään tulevaisuudessa tarjoamaan vaadittu sähkönjakelun taso pienemmillä kustannuksilla. Sähkön kysyntä on johdettua kysyntää muiden tarpeiden täyttämiseksi, mikä tarkoittaa, että lopulta kuluttajat eivät ole kiinnostuneita ratkaisujen nerokkuudesta vaan ratkaiseva tekijä ovat kustannukset. Kustannusmielessä innovaatioilla voidaan saavuttaa hyötyjä kahta kautta. Ensinnäkin verkonhaltijalähtöisillä innovaatioilla voidaan helpottaa kuluttajien markkinoillepääsyä, jolloin kuluttajat kykenevät optimoimaan energiakustannuksiaan automatiikan ja analytiikan avulla markkinalähtöisesti. Toisekseen innovaatiot voivat mahdollistaa kustannussäästöjä verkkoyhtiön liiketoimintaratkaisujen toteutuksessa tuomalla perinteisten toimintatapojen rinnalle kustannustehokkaampia vaihtoehtoja.

Ilmeisin lähestymistapa innovaatiokannustimen kehitykseen lienee se, tulisiko kannustimen nykyistä 1 %:n rajaa kasvattaa. Innovaatiokannustimen liikevaihtorajaa päivitettiin viimeksi neljännelle valvontajaksolle Energiaviraston Gaia Consulting Oy:ltä tilaaman selvityksen ehdotusten pohjalta [91]. Tällöin liikevaihtoraja nostettiin nykyiselle tasolle kolmannen valvontajakson aikaiselta 0,5 % tasolta. Työtä varten haastatellut verkonhaltijoiden edustajat eivät kokeneet, että innovaatiokannustimen liikevaihtorajaa tulisi edelleen ehdottomasti kasvattaa nykyisestä [69][70]. Valtaosa verkonhaltijoista hyödyntää innovaatiokannustimen vähennysoikeutta vain murto-osassa nykyisen mitoituksen mahdollistamasta määrästä. 1 % mitoitus on kuitenkin tarpeellinen, jotta pienillekin verkonhaltijoille mahdollistuu merkittävien innovaatiohankkeiden läpivienti ja vähennys kannustimen kautta. Koska innovaatiokannustimen liikevaihtorajan kasvattaminen ei ole tällä hetkellä ensiarvoisen tärkeää, voidaan kannustimen kehittämistä tarkastella sen sijaan näkökulmasta, että erilaisia T&K-kustannuksia voisi sisällyttää kannustimeen nykyistä laajemmin.

Taulukossa 5.1 on eritelty muutamia Eurooppalaisia innovaatioihin kannustavia näkökulmia. Näistä näkökulmista on mahdollista hakea suuntaa sille, millaisia mukautuksia suomalaiseseen innovaatiokannustimeen olisi mahdollista pohtia. Esimerkiksi Isossa-Britanniassa verkonhaltija voi aktivoida innovaatiohankkeisiin sisältyneitä kustannuksia osaksi regulatiivista tuottopohjaa. Samalla verkonhaltijoille on vuosittain tarjolla tietty määrä kuluttajien kustantamaa innovaatorahoitusta, joka jaetaan innovaatiohankkeille erillisen rahoituskilpailun tuloksena. [89] Italiassa puolestaan sovelletaan menettelyä, jossa verkonhaltija voi saada rajoitetusti korkeamman tuoton innovatiiviselle hankkeelleen hakeusmenettelyn kautta. Norjassa innovaatiohankkeisiin liittyviä toimintakustannuksia kohdellaan läpilaskutuseränä. [92]

Suomen kannalta relevanttia voisi olla kehittää innovaatiokannustinta myös pääomakustannuksia huomioivaksi. Tämä perustuu siihen, että jakeluverkko toiminta on hyvin pääomavaltaista liiketoimintaa, jossa verkkoon tehtävien ratkaisujen pitoajat ovat mahdollisesti jopa kymmeniä vuosia. Koska innovaatioilla on olennainen yhteys verkkoon toteutettaviin ratkaisuihin, liittyy innovaatiotoimintaan myös pääomakustannuksia. Jakeluverkko toimialalla varsinaista tutkimusta ja kehitystä tehdään merkittävässä määrin yliopistoissa ja muissa tutkimuslaitoksissa, jolloin jakeluverkonhaltijan rooli nimenomaan kehityk-

Taulukko 5.1. Esimerkkejä innovaatioihin kannustavista lähestymistavoista Euroopasta [71][89][92]

Lähestymistapa	Huomioiminen osana omaisuuspohjaa	WACC-pohjainen lähestymistapa	Juoksevat kustannukset	Kilpailu rahoituksesta
Selitys	Innovaatiohankkeisiin liittyvät kustannukset lasketaan osaksi verkkoon sitoutunutta omaisuutta	Innovatiivisille investointihankkeille sallitaan suurempi WACC	Innovaatiohankkeisiin liittyvät kustannukset käsitellään läpilaskutuseränä	Innovaatorahastosta myönnetään innovaatiohankkeille rahoitusta tarjouskilpailun perusteella
Implementointi	Isossa-Britanniassa JVH voi aktivoida toimintakustannuksiaan regulaatiossa hitaana rahana (ks. luku 5.1.8)	Italiassa älyverkko-ratkaisuille voidaan myöntää suurempi WACC hankkeisiin liittyvien riskien kompensoimiseksi	Norjassa ja Suomessa innovaatiohankkeiden kustannukset lisätään JVH:n sallittuihin tuottoihin	Isossa-Britanniassa JVH:t kilpailevat vuosittain ympäristöhyötyjä tuottaville hankkeille myönnettävästä lisärahoituksesta

sen tuloksia käytäntöön pilotoivana toimijana korostuu. Innovaatiohankkeiden pääomakustannukset realisoituvatkin tyypillisesti vasta varsinaisen T&K-vaiheen jälkeisessä pilotointivaiheessa, jossa kehiteltyjä ratkaisuja viedään kokeilutasolla käytäntöön. Mikäli kehitettyjen ratkaisujen viemistä verkkoon halutaan vauhdittaa, tulisi innovaatiokannustimeen voida sisällyttää myös tutkimus- ja kehitysinvestointeja. Nykyisellään innovaatiokannustimeen ei hyväksytä mukaan aktivoituja T&K-kustannuksia, vaan hyväksyttävien T&K-kustannusten on oltava kirjattuina eriytettyyn tuloslaskelmaan kuluksi [93].

Toinen vaihtoehto olisi tukea innovaatioiden viemistä käytäntöön sallimalla innovatiivisille investoinneille korkeampi tuotto vastaamaan innovatiivisen ratkaisun korkeampaa riskitasoa. Käytännössä tämä voitaisiin mahdollistaa esimerkiksi määrittämällä halutuille innovatiivisille verkkokomponenteille suuremmat yksikköhinnat tai vaihtoehtoisesti sallimalla parhaille innovatiivisille hankkeille mahdollisuus korkeampaan kohtuulliseen tuottoasteeseen. Jälkimmäistä menettelyä sovelletaan tällä hetkellä Italiassa, jossa verkonhaltija voi hakemusperusteisesti saada älyverkko-hankeelleen korkeamman tuottoasteen, mikäli hankkeeseen liittyy kohonnut riski. Jälkimmäistä menettelyä voidaan pitää myös yksikköhintamuutoksiin verrattuna mahdollistavampana menettelytapana, koska yksikköhintamuutokset edellyttäisivät ennakkoon tehtäviä teknologiavalintoja, mikä pitkällä aikavälillä mahdollisesti rajaisi kehittyviä teknologioita innovaatiokannustimen ulkopuolelle.

Ennen neljännen valvontajakson alkua toteutetussa Gaian selvityksessä nostettiin esiin innovaatiokannustimeen sisällytetyn neuvottelumenettelyn merkitys toimialan kehitykselle asetettujen päämäärien ja yksittäisten verkonhaltijoiden näkemysten yhteensovitta-

misessa [91]. Neuvottelumenettelyssä verkonhaltija ja regulaattori sopivat mahdollisista hankekohtaisista muutoksista valvontamallin ohjausvaikutukseen esimerkiksi yksikköhintaluettelon ulkopuolisten asioiden osalta. Menettelyn kautta olisi mahdollista lisätä valvontamallin dynaamisuutta tilanteessa, jossa valvonnan suuntaviivat on kiinnitetty useamman vuoden mittaisiksi valvontajaksoiksi. Tällöin esimerkiksi kesken valvontajakson pinnalle nousseet teknologiat ja toimintamallit voitaisiin tuoda käytäntöön ilman tarvetta odotella valvontamenetelmiin tarvittavia muutoksia.

Verkonhaltijoiden innovaatiotoiminnan riittävä tukeminen ja arviointi edellyttävät valvontaviranomaiselta riittävää resursointia. Esimerkiksi neuvottelumenettelyn tapauksessa yhtiö- ja hankekohtaisten neuvottelujen käyminen vaatii regulaattorilta erityisesti aikaa ja asiantuntemusta. Tulevien innovaatiohankkeiden arviointia vaikeuttaa se, että riskitasoon suhteutettujen hyötyjen toteutumista on vaikeaa arvioida etukäteen.

5.4 Asiakaskohtaisen sopimisen mahdollisuudet

Toimitusvarmuuskeskustelun yhteydessä esille ovat nousseet myös käyttöpaikkakohtaisiin sopimukseen perustuvan jouston mahdollisuudet. Toimitusvarmuus- ja laatutavoitteisiin pyrkiminen asiakaskohtaisen jouston kautta voidaan nähdä perinteisistä verkkoinvestoinneista sekä palvelunostoratkaisuista erillisenä toimintamallina. Koska asiakaskohtaisen sopimisen mallia on kuitenkin tuotu esille erityisesti julkisessa keskustelussa joustojen yhteydessä, on sen sivuaminen myös tämän työn puitteissa aiheellista. Asiakaskohtaisen sopimisen idea perustuu siihen, että verkonhaltija ja asiakas sopivat keskenään järjestelystä, jossa asiakas hyväksyy verkonhaltijalta heikomman toimitusvarmuustason ja saa tästä verkonhaltijalta rahallisen kompensaaion. Asiakkaan päätettäväksi jää, hyväksyykö hän riskin sähkönjakelun katkeamisesta vai varautuuko hän mahdollisiin katkoihin varmistamalla sähkönsaantinsa itse esimerkiksi sähkövaraston tai muun varavoiman avulla.

Tällä hetkellä suomalainen lainsäädäntö ei mahdollista lakisääteisistä toimitusvarmuuslinjauksista poikkeamista muissa kuin sellaisissa tapauksissa, joissa käyttöpaikka sijaitsee saarella, jonne ei ole kiinteää eikä lauttayhteyttä, tai käyttöpaikan vuosittainen sähkönkulutus on viimeisen kolmen vuoden aikana ollut enintään 2500 kWh [17]. Tästä huolimatta ajatus asiakaskohtaisesta sopimisesta kuitenkin kiinnostanee sellaisia asiakkaita, jotka olisivat valmiita joustamaan esimerkiksi kesäasuntonsa toimitusvarmuustasosta, jos tätä kompensoitaisiin verkkopalvelumaksun pienenemisellä tai katkokorvauksella.

Myös verkonhaltijan näkökulmasta asiakaskohtaisella sopimisella on arvioitu olevan alueellista potentiaalia. Verkonhaltijan näkökulmasta asiakaskohtainen sopiminen kuitenkin edellyttää, että asiakas ei yksin voi päättää oman käyttöpaikkansa toimitusvarmuustasosta tai laadusta, vaan poikkeukset säädettyyn toimitusvarmuus- ja laatutasoon tulee tehdä riittävän laajasti asiakaskohtaisen sopimisen kannalta potentiaalisimmilla alueilla. Verkonhaltijan näkökulmasta asiakaskohtaisen jouston kannalta ideaalisessa kohteessa täyttyy neljä kriteeriä: i) kohdealueella on vähän asiakkaita verkkokilometriä kohden, ii)

kohdealueen verkon NKA on korkea, iii) kohdealueen verkko on pääasiassa ilmajohtoa ja iv) riski sähkönjakelun katkeamiseen on esimerkiksi metsäisyyden takia suuri. Lisäksi käyttöpaikkakohtaisen jouston vaikutukset ilmenevät pienjänniteverkossa huomattavasti alhaisemmilla suhteellisilla joustomäärillä kuin keskijänniteverkossa: keskijänniteverkossa lähes kaikkien asiakkaiden on sitouduttava joustoon, jotta käyttöpaikkakohtaisella joustolla olisi vaikutusta verkon saneerausveloitteeseen. [94] Mikäli asiakaskohtaista toimitusvarmuutta lähdetään tulevaisuudessa hyödyntämään, kustannushyötyjen saavuttaminen edellyttää verkonhaltijalähtöisyyttä jouston piiriin otettavien asiakkaiden valinnassa. Tällainen menettely on kuitenkin ristiriidassa verkkoalueen asiakkaiden tasapuolisen kohtelun periaatteen kanssa.

Käytännön tasolla asiakaskohtaiseen sopimiseen liittyy lakiesteiden lisäksi myös muunlaisia haasteita. Ilmeisin ongelma liittyy asiakkaan vaihtumiseen käyttöpaikalla. Mikäli käyttöpaikan asiakas sopii itselleen poikkeavan toimitusvarmuusjärjestelyn, on sopimuksen katettava mahdollisesti jopa kymmenien vuosien mittainen ajanjakso, jotta sopimuksen mukaista joustoa voidaan hyödyntää jakeluverkon kehittämisessä. Alkuperäisen sopimusosapuolen kuollessa tai muuttaessa pois käyttöpaikalta myös seuraavan asiakkaan on hyväksyttävä sopimuksen mukainen toimitusvarmuus. Toinen selkeä haaste koskee toimitusvarmuuden arvottamista ja sopivan kompensaation määrittämistä. Katkoilla on erilainen arvo asiakkaalle riippuen käyttöpaikalla harjoitettavan toiminnan kriittisyydestä. Esimerkiksi kesämökkiläistä lyhyt sähkökatko tuskin haittaa, kun taas karjatilalla asiakkaan on tuotettava katkon ajan sähköä varavoimaratkaisulla. Korkeiden kriittisyysluokkien sähkönkäyttöpaikoilla lyhytkin sähkökatko tai pelkkä riski sähkönjakelun katkeamisesta on asiakkaan näkökulmasta taloudellisesti arvokas.

Jos asiakaskohtaista sopimista haluttaisiin haasteista huolimatta tuoda käytäntöön, edellyttäisi se verkonhaltijan näkökulmasta muutamien käytännön asioiden ratkaisemista. Etukäteen tulisi määritellä muun muassa se, miten käyttöpaikkakohtaiseen joustoon sitoutuneita asiakkaita syöttävien verkonosien viankorjausta priorisoitaisiin esimerkiksi suurhäiriötilanteessa ja miten määräytyisivät tällaisille asiakkaille keskeytyksistä maksettavat vakiokorvaukset. Lisäksi jokainen asiakaskohtainen sopimus tulisi ottaa huomioon verkonhaltijakohtaisia KAH-arvoja laskettaessa. Lopulta tulisi vielä määrittää, miten verkon saneeraustarpeen kevenemisestä syntyneet kustannussäästöt jaettaisiin joustoon osallistuneiden asiakkaiden kesken.

Asiakaskohtaiseen sopimiseen liittyy siis paljon toistaiseksi ratkaisemattomia ongelmia. Lähtökohtaisesti asiakaskohtaiset toimitusvarmuusjärjestelyt uhmaisivat paitsi nykyistä sähkömarkkinalakia myös toimialan peruseriaatetta asiakkaiden tasavertaisesta kohtelusta. Näin ollen vaaditaan yksityiskohtaisempia selvityksiä ja lainsäädäntömuutoksia ennen kuin asiakaskohtaista sopimista voidaan aidosti harkita toimitusvarmuuden kehittämistä tukevana keinona verkkoinvestointien ja palveluhankintaratkaisujen rinnalla.

5.5 Euroopan unionin kehitys joustoratkaisujen osalta

Euroopan unionin jäsenmaana Suomen toimintaan vaikuttavat olennaisesti myös unionin tasolla annetut lainsäädäntöä viitoittavat ohjeet sekä vireillä olevat hankkeet. Näin ollen suomalaiseseen regulaatioon liittyy myös kansainvälinen ulottuvuus, joka paitsi asettaa reunaehdoja suomalaisille valvontamenetelmille myös tarjoaa kansainvälistä tukea ja verkostoja jäsenmaille yhteisten ongelmien ratkaisemiseksi ja tärkeiksi koettujen päämäärien edistämiseksi. Energiavirasto toimii Euroopan tasolla aktiivisesti vaikuttaen useiden erilaisten foorumeiden ja toimialaryhmittymien kautta. Vaikutustyötä Energiavirasto tekee osittain itsenäisenä toimijana ja osittain pohjoismaisten energia-alan regulaattoreiden yhteisjärjestön NordREG:n kautta. NordREG:lla on Suomen, Ruotsin, Norjan, Tanskan ja Islannin sähköverkkoregulaattorit yhdistävä työryhmä, jonka jäsenet ovat usein hyvin samoilla linjoilla valvonnan kehityksestä ja hyvistä valvontamenetelmistä. [56]

Valvontanäkökulmasta merkittävimpiä Euroopan tason järjestöjä ovat ACER ja CEER. ACER on Euroopan unionin alainen toimija ja sen päämääränä on edistää yhteiseurooppalaista energiamarkkinaa, kun taas CEER:n toiminta keskittyy enemmän itse regulaattoritoiminnan ympärille [56]. CEER on itsenäinen toimija ja sen toiminnan painopistealueita ovat erityisesti ne regulaatioon liittyvät alueet, joissa EU-lainsäädäntö antaa kansallisille regulaattoreille eniten liikkumavaraa [71]. Esimerkiksi vuosille 2019–2021 CEER on kirjannut strategisiksi painopistealueikseen digitalisaation, dynaamisen regulaation sekä hiilenkäytön vähentämisen [95]. Näiden painopistealueiden ympärille on rakennettu erilaisia työryhmiä, jotka hyödyntävät laajasti muun muassa itsenäisten tutkimus- ja kehitysinstituutioiden palveluja [71]. ACER:n ja CEER:n kautta kansallisen tason regulaattorit pääsevät vaikuttamaan Euroopan kehityksen suuntaan jo asioiden valmisteluvaiheessa.

Tällä hetkellä Euroopan tasolla on käynnistetty useita joustojen hyödyntämisen lisäämiseen tähtääviä hankkeita ja ohjelmia [71]. Merkittävimmät suuntaviivat joustojen hyödyntämisen osalta pohjautuvat jo aiemmin tässä työssä esiteltyyn puhtaan energian paketin sähkömarkkinadirektiiviin (luku 2.1.2) sekä Euroopan komission vihreän kehityksen ohjelmaan Green Dealiin. Vihreän kehityksen ohjelman tavoitteena on tehdä Euroopasta hiilineutraali maanosa vuoteen 2050 mennessä. Ohjelma on laaja ja sisältää energia-alaa koskevien toimenpide-ehdotusten lisäksi muun muassa liikenteeseen ja maatalouteen liittyviä ehdotuksia. Vihreän kehityksen toimenpidepaketti julkistettiin joulukuussa 2019 ja se tulee rakentumaan erilaisten lainsäädäntöehdotusten pohjalle. Ensimmäisenä vihreän kehityksen ohjelman lainsäädäntöehdotuksena komissio on maaliskuussa 2020 antanut ehdotuksen EU:n ilmastolaista. [22][96] Kansallisten regulaatiovelvoitteiden kannalta tois-taiseksi konkreettisimpia joustoratkaisuja edistäviä toimenpiteitä on kuitenkin määritelty sähkömarkkinadirektiivin artikloissa 31, 32, 33 ja 36.

Yleisesti Euroopan tasolla käydään runsaasti keskustelua siitä, mikä verkonhaltijoiden suhde sähköjärjestelmän joustoihin on ja millaiset valvontamenetelmät tarjoavat yhteiskunnan kannalta optimaalisimman tuen sähköjärjestelmän joustojen hyödyntämiseen. Keskustelujen ja selvitysten pohjalta muotoutuu tavoitteita ja suuntaviivoja, jotka siirre-

tään kansallisen tason lainsäädäntötavoitteiksi direktiivin muodossa. Direktiivit ovatkin pääasiassa hyvin yleisluontoisia ja tarjoavat kansallisille viranomaisille raamit, joiden sisällä kansallista toimintaa voidaan muovata vapaasti. Sen sijaan erilaiset asetukset ja verkkosäännöt velvoittavat kansallisia valvontaviranomaisia ja sitä kautta verkonhaltijoita mahdollisesti melko yksityiskohtaistenkin säädösten muodossa. [56]

Eräs konkreettinen esimerkki Euroopan tasolla keskusteluun nousseesta teemasta on jakeluverkkoliiketoimintaan liittyvän innovaatiotoiminnan lisääminen. Mikäli älykkäiden sähköjärjestelmien kehitystä ja erilaisten teknologioiden käyttöönottoa halutaan vauhdittaa, tarvitaan ulkoinen mekanismi, jolla tuetaan uusien ratkaisujen muodostumista ja niiden käyttöönottoa. Euroopan tasolla onkin keskusteltu, millaisilla keinoilla verkonhaltijoiden innovaatiotoimintaa voitaisiin parhaiten tukea ja olisiko ratkaisuja innovaatiotoimintaa tehokkainta toteuttaa paikallisella tasolla vai keskitetysti siten, että eurooppalaisten älyverkkoteknologioiden ja markkinamallien kehityksestä vastaisi ensikädessä koko Eurooppaa edustava toimija. Ilmoille onkin heitetty ajatuksia esimerkiksi siitä, että suoraan verkonhaltijoille annettavia T&K-avustuksia ja -kannustimia pienennettäisiin ja vapautuvat varat kohdennettaisiin Euroopan yhteiseen innovaatiokeskittymään [71]. Ottamatta kantaa yksittäisen järjestelyn toimivuuteen voidaan kuitenkin todeta, että tämän tyylinen keskustelu kertoo osaltaan siitä, että eurooppalaisen yhteistyön merkitys nähdään entistä vahvempana osana verkkoliiketoiminnan kehitystä tulevaisuudessa.

5.6 Suomen nykyregulaation kannalta relevantteimmat kehitystoimenpiteet

Edeltävän analyysin yhteenvedona voidaan todeta, että sovellettavuutensa kannalta jakeluverkonhaltijan palvelunostoratkaisuja sekä mahdollistavaa regulaatiota tukisivat parhaiten seuraavat menettelyt:

Joustokannustin ja investointitesti

Toteutetaan valvontamalliin kysynnänhallintakannustimen mukaisesti toimiva joustokannustin, jolla mahdollistetaan joustoa hyödyntävien ratkaisumallien tuominen käytäntöön. Jos kokonaisuus saadaan toimivaksi, ei joustokannustimelle ole lähtökohtaisesti tarvetta asettaa Australian mallin kaltaista 1 % vuosittaista liikevaihtorajoitetta. Joustokannustin voitaisiin alustavasti implementoida siten, että sen vaikutus rajattaisiin tehostamis- ja laatu-kannustimen tasolle 10–20 %:iin verkonhaltijan kohtuullisesta tuotosta. Myöskään erillistä innovaatioavustusta ei tarvita, vaan uusien ratkaisumallien muodostumista tuetaan nykyisellä innovaatiokannustimella sitä maltillisesti mukauttaen. Investointitestin kaltainen etukäteinen testausmenettely otetaan käyttöön siten, että regulaattori arvioi verkonhaltijan investointieuroihin suhteutetun lukumäärän satunnaisotannalla valittuja hankkeita ja tutkii niiden kustannustehokkuutta verrattuna vaihtoehtoisiin toimintatapoihin. Tehottomuudesta kiinni jääneelle verkonhaltijalle koituisi arvioidun hankkeen kokoon suhteutettu sanktio, jolla varmistettaisiin, että aiotut toimenpiteet ovat lähtökohtaisesti aina kustan-

nustehokkaimpia.

Sähkövarastojen määrittelymuutos sekä jousto-omistusten mahdollistaminen verkonhaltijalle määrääjäksi

Sähkön varastointi tulee määritellä sähköenergian väliaikaiseksi säilytykseksi, jonka avulla voidaan optimoida sähkön tuotantoa ja kysyntää sekä parantaa sähköverkon hallittavuutta. Verkonhaltijan tulee ensisijaisesti hankkia sähkön varastointipalvelut markkinoilta esimerkiksi Elenian ja Fortum Springin kehittämän markkinamallin (luku 2.2.5) mukaisesti. Mikäli markkinoilla ei ole tarjota verkonhaltijan tarpeeseen sopivaa joustoratkaisua, tulee verkonhaltijan voida hakea lupaa määräaikaiselle joustoinvestoinnille. Liikkeelle voisi lähteä sallimalla ensin sähkövarastoinvestoinnit ja laajentamalla oikeutta vähitellen myös muihin joustoelementteihin ja lopulta pientuotanto-osuuksiin. Verkonhaltijan omistaessa joustoelementin elementin on palveltava lähtökohtaisesti haja-asutusalueilla sijaitsevaa heikkoa verkkoa ja sen varassa olevia sähkönkäyttöpaikkoja siten, että elementin markkinavaikutukset ovat minimissään. Ennalta määritetyn määrääjän jälkeen tulisi järjestää julkinen kuuleminen markkinatoimijoiden halukkuudesta verkonhaltijoiden joustoelementtien lunastukseen. Mikäli halukkaita lunastajia ei määrääjän päätyttyä ole, jatketaan määrääjää, kunnes halukkaita lunastajia ilmaantuu. Sallimalla verkonhaltijoiden marginaaliset jousto-omistukset määrääjäksi helpotetaan verkonhaltijan joustojen palveluhankintaa tulevaisuudessa, kun elementit siirtyvät mahdollisuuksien mukaan markkinatoimijoiden omistukseen.

Innovaatiokannustimen kehittäminen pilotointia tukevaksi

Nykyistä innovaatiokannustinta tulisi kehittää innovaatioiden pilotointivaihetta ja siihen liittyviä pääomakustannuksia huomioivaksi, jotta toimintakustannuksiin keskittyvän innovaatiokannustimen mahdollistamia ratkaisuja saataisiin pilotoitua rohkeammin. Yksinkertaisin vaihtoehto on ottaa käyttöön innovaatioarvoa sisältäville hankkeille mahdollinen neuvottelumenettely, jossa verkonhaltija ja regulaattori voivat sopia pilottihankkeen riskitasoon suhteutetusta, maltillisesti korkeammasta WACC-arvosta ennen pilotin käynnistämistä. Menettelyllä taattaisiin innovaatioihin liittyvän valvonnan dynaamisuus sekä sallivuus erilaisten teknologioiden ja menettelytapojen suhteen. Mikäli regulaattori tarvitsisi neuvottelumenettelyssä vaadittujen arviointien toteuttamiseen lisäresursseja, voisi arviointeja toteuttaa esimerkiksi yhteistyössä yliopistotutkijoista muodostuvan taustaryhmän kanssa.

6 KEHITYSTOIMENPITEIDEN VAIKUTUSTENARVIOINTI

Edellisen luvun analyysin perusteella kuudennen valvontajakson menetelmien valmistelukierroksen keskusteluissa tulisi lähteä liikkeelle luvussa 5.6 eritellyistä kehitystoimenpiteistä, jotka tukevat jakeluverkonhaltijan joustojen palveluhankintaa sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Analyysin perusteella valitut menetelmät ovat melko helposti implementoitavissa osaksi nykyistä valvontakokonaisuutta, mutta niiden vaikutuksia eri osapuoliin on arvioitava tarkemmin. Osana uusien valvontamenetelmien valmistelukierrosta valmisteltavista muutosesityksistä kerätään lausuntoja toimialan ja sidosryhmien piiristä sekä KKV:lta [56]. Osana lausuntojen keräämistä pyritään hahmottamaan muutosten vaikutuksia eri toimijoihin.

Tässä luvussa tarkastellaan, miten edellisessä luvussa esiteltyjen toimenpiteiden soveltaminen näyttäytyisi jakeluverkonhaltijalle, asiakkaalle ja yleisesti koko sähköjärjestelmälle. Vaikka työn näkökulma on vahvasti jakeluverkonhaltijan palveluhankintojen helpottamisessa, on kehitystoimenpiteiden vaikutuksia relevanttia tarkastella myös laajemmin. Tarkasteltiinpa valvontamenetelmien kehittämistä mistä näkökulmasta hyvänsä asiakas on lopulta se taho, jonka verkkopalvelusta maksaman hinnan kohtuullisuus valvontamenetelmillä on tarkoitus varmistaa. Lisäksi menetelmämuutoksilla on vaikutusta laajemmin koko järjestelmän toimintaan muun muassa markkinoiden ja tehotasapainon näkökulmista.

Valvontamalliin ehdotettujen kehitystoimenpiteiden vaikutustenarvioinnin pohjana hyödynnetään SWOT-analyysin nelikenttää, jonka pohjalta analysoidaan kehitystoimenpiteiden vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia kunkin tahon näkökulmasta. Kokonaisuuden selkiyttämiseksi kunkin tahon kannalta olennaiset vaikutukset on taulukoitu alalukukohtaisesti nelikenttiin. Analyysin päätelminä luvun lopussa kootaan yhteen, mitä jakeluverkonhaltijan palvelunostoratkaisujen tukemiseksi tulisi erityisesti ottaa huomioon toimenpiteitä valmisteltaessa.

6.1 Jakeluverkonhaltijan näkökulma

Jakeluverkonhaltijat ovat valvontamenetelmämuutoksia esitettäessä asianomistajia ja siksi verkonhaltijavaikutusten pohtiminen on olennainen osa valvontamenetelmien kehityksestä käytävää keskustelua. Jakeluverkonhaltijan näkökulmasta tehdyn SWOT-tarkastelun tulokset on koottu taulukkoon 6.1.

Taulukko 6.1. Kehitystoimenpiteet jakeluverkonhaltijan näkökulmasta

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Joustojen hankinta palveluna mahdollistuu ▪ Tuoton saaminen myös toimintakustannusperusteisille ratkaisuille joustokannustimen kautta mahdollistuu ▪ Innovaatioiden pilotoitukynnys madaltuu ▪ Valvontamallin dynaamisuus erityisesti tulevaisuuden teknologia- ja ratkaisukehityksen osalta lisääntyy ▪ Varmuus sähkövarastojen ja uudenlaisten joustoteknologioiden regulaatiokäsittelystä lisääntyy ▪ Regulaation joustavuus ja läpinäkyvyys lisääntyvät ▪ Vuorovaikutus muihin markkinatoimijoihin kehittyy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Raportointi lisääntyy ja verkostosuunnittelun vaatimukset kasvavat ▪ Muutokset edellyttävät kykyä ymmärtää laajasti erilaisia toimintavaihtoehtoja sekä niiden taloudellisia vaikutuksia ▪ Vaihtoehtoisten toimintatapojen elinkaarikustannusten arviointi on hankalaa ▪ Päätöksenteko edellyttää kykyä arvioida verkkoalueen eri osien kehitystä tulevaisuudessa ▪ Verkonhaltijan on paljastettava liiketoiminnallista informaatiota entistä avoimemmin regulaattorille ja markkinoille ▪ Lopullisen päätöksen kustannustehokkuudesta tekee regulaattori, jolla on heikompi tuntemus paikallisista olosuhteista
MAHDOLLISUUDET	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mahdollisuus ratkaista paikallistason ongelmia monipuolisemmin ja kustannustehokkaammin kuhunkin tilanteeseen parhaiten soveltuvalla tavalla ▪ Mahdollisuus parempiin asiakassuhteisiin ja mainehyötyihin ▪ Mahdollisuus suurempiin tuottoihin joustokannustimen kautta ▪ Joustomarkkinan kehittyminen helpottaa joustohankintoja entisestään tulevaisuudessa ▪ Mahdollisuus lisätä joustoja sellaisiin osiin verkkoa, joihin markkinatoimijat eivät lähde ▪ Mahdollisuus huomioida sähkönkäytön alueellinen kehitys paremmin verkostosuunnittelussa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ilman riittäviä hankkeiden arviointia yhtenäistäviä laskentatyökaluja hankkeiden kustannustehokkuuden arviointi saattaa olla ristiriidassa regulaattorin arvon kanssa ▪ Toisaalta liian raskaat laskentatyökalut kuormittavat suunnitteluprosesseja ▪ Jakeluverkonhaltijan toiminta hidastuu, jos investointien testaukseen syntyy pullonkauloja ▪ Investointitestauksen laadullisuus ja määrällisyys voi olla haasteellista toteuttaa täysin tasapuolisesti kaikille verkonhaltijoille ▪ Markkinahintaperusteisilla ohjauksilla voi olla negatiivinen vaikutus verkon kannalta ▪ Summasta, jolla markkinatoimijat lopulta lunastavat akkuja, ei ole etukäteistä varmuutta

Vahvuudet

Jakeluverkonhaltijan näkökulmasta esitettyjen toimenpiteiden merkittävin vahvuus on se, että joustojen palveluhankinnasta tulee liiketoiminnallisesti varteenotettava vaihtoehto perinteisten verkkoinvestointien rinnalle. Näin verkonhaltija kykenee toteuttamaan omaa liiketoimintaansa entistä monipuolisemmin ja ratkaisemaan verkossa ilmeneviä paikallisia ongelmia kuhunkin tilanteeseen parhaiten sopivalla ratkaisumallilla. Merkityksellistä on se, että joustokannustimen kautta myös toimintakustannusperusteisille ratkaisuille on mahdollista saada tuottoa, mikä tasapainottaa joustojen palveluhankintaan ja puhtaasti pääomakustannuksiin perustuvien liiketoimintaratkaisujen käsittelyä valvontamallissa.

Toimenpide-ehdotusten toteutuksen myötä verkonhaltijoiden on tulevaisuudessa aiempaa kannattavampaa viedä erilaisia innovaatiohankkeita pilottitasolle. Kun pilottihankkeisiin liittyy riskiä tasapainotetaan korotetulla tuottoasteella, verkonhaltijoilla on aiempaa matalampi kynnys lähteä kokeilemaan kaikkein potentiaalisimpia innovaatioita käytännön tasolla. Neuvottelumenettely luo verkonhaltijan näkökulmasta turvaa tulevaisuuden teknologioiden ja toimintamallien kehitykselle ja pilotoinnille. Kun valvontamalli sisältää dynaamisia elementtejä, kesken valvontajakson pinnalle nousevat innovaatiot eivät auto-

maattisesti putoa valvontamallin ulkopuolelle.

Sähkövarastojen osalta määrittelyn täsmentäminen luo varmuutta sähkövarastojen käsittelyyn regulaatiossa sekä pohjaa tulevaisuudessa kehittyvien, uudenlaisten joustoteknologioiden hyödyntämiselle verkonhaltijan näkökulmasta. Verkonhaltijoiden huolena on ollut, että joustoelementtejä tarjoavat operaattorit eivät ole innokkaita tarjoamaan elementtejä sellaisiin verkon osiin, joissa tarve nimenomaan joustoon perustuvilla ratkaisuille olisi kaikkein suurin. Määräaikainen oikeus jousto-omistuksiin mahdollistaisi joustoelementtien hyödyntämisen kuitenkin alueilla, jonne joustokapasiteettia ei ole markkinaehtoisesti saatavilla esimerkiksi operaattorilta tai kuluttajalta. Mahdollisuus jousto-omistuksiin tarjoaisi myös paremmat lähtökohdat erilaisten teknologioiden ja toimintamallien kokeilemiseen määräajan puitteissa. Määräajan jälkeen verkonhaltijat olisivat tietoisempia omista tarpeistaan sekä erilaisten ratkaisujen toimivuudesta joustoelementtien suhteen.

Heikkoudet

Toimenpide-ehdotusten heikkoudet kiteytyvät verkonhaltijan näkökulmasta kustannustehokkuuden arviointiin liittyviin epävarmuuksiin sekä kasvavaan vaatimustasoon, jota toimiva toimenpidekokonaisuus verkonhaltijan osalta edellyttää. Investointien testaus vaatii verkonhaltijoilta erilaisten toimintavaihtoehtojen tunnistamista, mikä puolestaan edellyttää laajaa ymmärrystä tarjolla olevista teknologioista ja markkinamalleista sekä niiden taloudellisista vaikutuksista. Perinteisten verkostoinvestointien elinkaarikustannusten arviointi on verkonhaltijalle kohtalaisen helppoa, mutta vähäisestä käyttökokemuksesta ja teknologian nopeasta kehitysvauhdista johtuen vaihtoehtojen ratkaisujen elinkaarikustannuksia on vaikea määrittää. Lisäksi erilaisten toimintavaihtoehtojen järjestyksen peilautuu aina paikallisiin olosuhteisiin ja niiden kehitykseen tulevaisuudessa.

Investointitestin tapauksessa lopullisen päätöksen toimenpiteen tehokkuudesta tekee regulaattori, jonka käsitys tilanteesta perustuu täysin verkonhaltijan esittämiin arviointeihin. Tapauskohtaista arviointia on lopulta mahdotonta tehdä ilman yksityiskohtaista tuntemusta toimenpiteen sisällöstä ja sen taustalla olevista tekijöistä, koska vaillinaiseen informaatioon perustuvat arvioinnit eivät lopulta kuvasta todellista tilannetta. Toimenpide-ehdotusten toimiva toteutus pakottaakin verkonhaltijan jakamaan aiempaa laajemmin ja läpinäkyvämmiin omaan liiketoimintaansa liittyvää informaatiota valvontaviranomaisille ja markkinoille.

Lopulta joustomarkkinan vahvistumista tukevista toimenpiteistä huolimatta verkkoon jää väistämättä alueita, jonne markkinatoimijat eivät tarjoa joustoa. Markkinaehtoinen jousto syntyy ja monipuolistuu ensisijaisesti siellä, missä kuormitus on suurta ja verkko kohtalaisen vahvaa. Sen sijaan haja-asutusalueen pienikuormaisen latvaverkon osalta on epätodennäköistä, että verkon synnyttämää joustotarvetta kyettäisiin ikinä täyttämään markkinaehtoisella joustolla. Näin ollen verkonhaltijan ja joustojen tarjoajien intressit joustojen kysynnän ja tarjonnan suhteen eivät lopultakaan täysin kohtaa, vaikka joustomarkkina vahvistuisi nykytilanteeseen verrattuna merkittävästi.

Mahdollisuudet

Verkonhaltijan kannalta merkittävin toimenpiteiden avaama mahdollisuus kiteytyy siihen, että ehdotettujen muutosten myötä verkkonhaltijat voivat ratkaista verkossaan ilmeneviä paikallistason ongelmia kunkin tilanteen kannalta kustannustehokkaimmalla ja pitkällä aikavälillä tarkasteltuna kestävimällä tavalla. Tätä tukee mahdollisuus hyödyntää markkinaehtoisia joustoja ja toisaalta verkkonhaltijan omistamia joustoelementtejä sellaisissa verkon osissa, jonne markkinatoimijat eivät suostu lähtemään.

Myös joustomarkkinan laajeneminen ja monipuolistuminen ajan saatossa parantaa lähtökohtia hyödyntää joustoon perustuvia ratkaisuja ensisijaisesti niissä osissa verkkoa, joissa kuormitus on merkittävää ja verkko kohtalaisen vahvaa. Joustomarkkinan kehittyessä asiakkaiden on entistä kannattavampaa tarjota omaa joustokapasiteettiaan markkinoiden kautta verkkonhaltijoiden käyttöön. Näin asiakkaat pääsevät osittain myös itse vaikuttamaan oman lähialueensa sähköverkossa hyödynnettyihin ratkaisuihin. Asiakkaan vaikutusmahdollisuuksien kasvu yhdistettynä kustannustehokkuuden mukanaan tuomaan maltillisempaan verkkopalvelumaksukehitykseen mahdollistaa parempien asiakassuhteiden kehittymisen sekä joissakin tilanteissa verkkonhaltijan maineen paranemisen.

Uhat

Jakeluverkonhaltijan kokemat uhat liittyvät erityisesti siihen, että resurssi- tai aikataulu-paineen takia toimenpiteiden implementointiin liittyvät määrittelyt tehdään ja toteutukset suunnitellaan vajavaisesti. Ensinnäkin investointitestissä hankkeiden arviointia varten on rakennettava sellaiset työkalut, jolla sekä verkkonhaltija että regulaattori saavat tehtyä hankkeisiin liittyvät perusarviointit yhtenevästi ja puolueettomasti. Eri verkkonhaltijat ja erilaiset olosuhteet tasapuolisesti huomioivan laskentatyökalun luominen on luonnollisesti vaikeaa, mikä lisää riskiä siihen, että työkalusta huolimatta verkkonhaltijan arvio eri toimintavaihtoehtojen kustannustehokkuudesta saattaa olla ristiriidassa regulaattorin arvion kanssa. Hankkeiden testausta varten onkin siis kyettävä luomaan tarpeeksi yksityiskohtainen työkalu, joka toisi varmuutta ja sujuvuutta hankkeiden arviointiin. Toisaalta työkalu ei saa olla niin raskas, että se kuormittaisi ja hidastaisi verkkonhaltijan liiketoimintaprosessien tai regulaattorin arviointien läpivientiä merkittävässä määrin. Verkonhaltijan sisäisten suunnitteluprosessien kuormittuminen ja regulaattorin toteuttama hankkeiden arviointi eivät saa muodostaa pullonkaulaa ja siten hidastaa verkon kehitystä ja hallintaa tukevien hankkeiden läpivientiä.

Vaikka sähkövarastojen määrittelyn täsmennykset lisäävät verkkonhaltijan varmuutta sähkövarastojen regulaatiokäsittelystä, sähkövarasto-omistuksille sallitun määräajan päättymiseen liittyy epävarmuuksia. Määräajan alkaessa verkkonhaltija ei voi tietää, kuinka kypsä joustomarkkina on ja mihin hintaan sähkövarastoista luovutaan määräajan päättyessä. Markkinaehtoisin menettely olisi myydä sähkövarastot eniten tarjoavalle markkinatoimijalle, jos markkinoilla ylipäätään on ostajaehdokkaita. Epäselvää on, onko verkkonhaltijan sähkövaraston hintaa tarkoituksenmukaista puskea mahdollisimman korkealle kil-

pailuttamalla ostotarjoukset vai tulisiko varastot siirtää markkinoille varastojen jäännösarvoa heijastelevalla lunastushinnalla. EU:n sähkömarkkinadirektiivin mukaan verkonhaltijan jousto-omistusten siirtämisellä markkinoille ei tulisi tarkoituksellisesti tavoitella verkonhaltijalle voittoa. Mikäli markkina ei ole määräjajan kuluttua kehittynyt sille tasolle, että sähkövarastojen lunastamiseen olisi riittävää kiinnostusta, ei yksittäisiä markkinatoimijoita voi toisaalta pakottaakaan lunastamaan verkonhaltijoilta vapautuvia sähkövarastoja. Tällaisessa tilanteessa ainoa järkevä vaihtoehto olisi jatkaa määräaika, kunnes jousto-markkina on kypsytynyt tarpeeksi.

Kolmas uhkakuva liittyy laajamittaisen kulutusjouston mahdollisiin negatiivisiin vaikutuksiin verkon kannalta. Joustomarkkinan kypsyessä kuluttajille avautuu parempia mahdollisuuksia tarjota kulutusjousto markkinoille, mikä todennäköisesti lisää jousto tarjoavien kuluttajien määrää sekä kuluttajien investointeja jouston mahdollistavaan teknologiaan. Laajamittainen, markkinahintasignaaleihin perustuva kulutusjousto saattaa tietyissä tilanteissa koitua verkon näkökulmasta haasteelliseksi. Jos verkkoon liitetyjä kuormia ohjataan markkinahinnan perusteella, saattaa huomattavan edullinen markkinahinta joissakin tilanteissa ohjata kuormitusta voimakkaasti tietyille hetkelle. Laajamittainen kulutusjousto saattaa siis joissakin tapauksissa jopa kasvattaa hetkellisiä tehoja, mikä vaatii verkolta tehohuippujen mahdollistamiseksi riittävää mitoitusta tai toisaalta verkkopalvelumaksun tehomaksukomponentin avulla tapahtuvaa tehonkulutuksen ohjausta.

6.2 Asiakasnäkökulma

Analysoitaessa vielä implementoimattomia valvontamenetelmien muutoksia, muutosten lopullista vaikutusta asiakkaan kannalta on mahdotonta määritellä tarkasti. Esimerkiksi EY:n selvityksen yhteydessä lopullisten asiakasvaikutusten yksilöiminen osoittautui vaikeaksi jo yksittäisten menetelmien osalta [56][74]. Analysoitaessa useamman samanlaisen muutoksen yhteisvaikutuksia on pyrittävä huomioimaan myös muutosten ristikkäiset vaikutukset, mikä tekee analyysistä entistä haastavampaa. Joitakin vaikutuksia asiakkaaseen ja asiakkuuteen liittyen voidaan kuitenkin tunnistaa. Näitä vaikutuksia on koottu taulukkoon 6.2.

Vahvuudet

Asiakkaan kannalta toimenpiteiden kautta saavutettavista hyödyistä merkityksellisin on verkkoliiketoiminnan kustannusten supistuminen. Ehdotetut toimenpiteet mahdollistavat verkonhaltijalle toimintakustannusperusteisten liiketoimintaratkaisujen valitsemisen ja taloudellinen kannustin ja testaus ohjaavat verkonhaltijaa valitsemaan joustoratkaisun aina, kun joustoperusteinen ratkaisu on toimenpidevaihtoehtoista kustannustehokkain. Käytännössä tämä tarkoittaa, että verkonhaltijat kykenevät tarjoamaan nykyisen palvelutason maltillisemmilla verkkopalveluhinnoilla tai nykyistä tasoa paremman palvelun nykyisellä hintatasolla. Verkkopalvelumaksujen kehityksen osalta toimenpiteet siis merkitsevät verkkopalveluhintojen kasvun hidastumista, kun kustannustehokkuuden myötä syntyneet

Taulukko 6.2. Kehitystoimenpiteet asiakkaan ja asiakkuuden näkökulmasta

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verkkopalvelumaksut kehittyvät maltillisemmin, kun verkonhaltijoiden liiketoiminnan kustannustehokkuus kasvaa ▪ kustannustehokkaiden toimenpiteiden sekä innovaatioiden seurauksena ▪ Sähkönjakelun toimitusvarmuus ja laatu paranevat ▪ Sähköverkko kehittyy asiakkaan lähialueen paikalliset tarpeet paremmin huomioiden ▪ Asiakkaiden tasapuolinen kohtelu säilyy 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lopulta asiakas rahoittaa verkonhaltijan innovaatioiden pilotointikynnyksen madaltumisen sekä joustokannustimen maksut ▪ Jouston tarjoaminen vaatii ymmärrystä markkinoiden toiminnasta, teknologioista sekä ansaintalogiikoista, jotka saattavat olla asiakkaan näkökulmasta monimutkaisia konsepteja
MAHDOLLISUUDET	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jouston tarjoamisesta markkinoille tulee entistä kannattavampaa verkonhaltijan lisäessä joustopalveluiden kysyntää ▪ Joustomarkkinan kehittyessä asiakkaan on entistä kannattavampaa hankkia lisää joustoon kykenevää kapasiteettia, jonka avulla asiakas voi entistä paremmin optimoida omaa kulutustaan tai esimerkiksi liittymänsä sulakekokoa ▪ Asiakkaalla itsellään on mahdollisuus osallistua verkon ongelmakohtien selvittämiseen tarjoamalla omaa kapasiteettiaan markkinoille 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Epäluuloisuus verkonhaltijan toimintaa kohtaan saattaa joissakin tapauksissa rajoittaa asiakkaan halukkuutta joustojen tarjoamiseen, mikäli jouston ansaintalogiikkaa on vaikea ymmärtää ▪ Lopulta saattaa kuitenkin käydä niin, että asiakkaalle koituvat hyödyt jäävät oletettua pienemmiksi muutostoimenpiteiden mittakaavaan suhteutettuna ▪ Mikäli toimintaan liittyy erimielisyyksiä tai epäselvyyksiä, yksittäisen asiakkaan ja verkonhaltijan neuvotteluasemat ovat lähtökohtaisesti epäsymmetriset

säästöt ohjautuvat asiakkaille verkkopalveluhinnoittelun maltillistumisen muodossa.

Koska sähkön kysyntä on johdettua kysyntää, asiakkaat arvottavat tyypillisesti kustannussäästöt ratkaisujen nerokkuuden tai innovaatioarvon edelle. Verkonhaltijan pilotointikynnyksen madaltaminen tukee kuitenkin uusien teknologioiden ja markkinamallien pilotointia niin, että T&K-hankkeiden tuloksena voidaan löytää uusia ratkaisuja, joilla liiketoiminnasta saadaan tulevaisuudessa entistä kustannustehokkaampaa. Asiakkaan kannalta innovoinnin ja pilotoinnin lisääminen tuottaa hyötyjä ennen kaikkea pitkällä aikavälillä.

Vahvuutena voidaan myös pitää asiakkaan näkökulmasta sitä, että palveluhankinnan kautta asiakkaan lähialueen sähköverkkoa voidaan kehittää paikalliset tarpeet ja kehitysnäkymät huomioiden. Mikäli sähkönkäyttöpaikka sijaitsee alueella, jossa sähkönkulutuksen voidaan olettaa pienentyvän tai häviävän kokonaan seuraavien vuosikymmenten aikana, ei alueelle välttämättä tarvitse toteuttaa toimitusvarmuuden takaamiseksi merkittäviä kaapelointihankkeita vaan toimitusvarmuus voidaan varmistaa esimerkiksi paikallisiin olosuhteisiin soveltuvalla sähkövarastolla. Lisäksi asiakas voi itse olla aktiivinen ja tarjota oman joustonsa kautta paikallista ratkaisua paikalliseen ongelmaan.

Heikkoudet

Asiakkaan näkökulmasta varjon kustannustehokkuuden mahdollistaman maltillisemmän siirtohintakehityksen ylle luo se, että verkonhaltijan pilotointikynnyksen madaltumiseen

sekä joustokannustimeen tarvittava rahoitus kerätään kuluttajalta. Periaatteellisella tasolla kannustimen ja pilotoinnin vaatima rahoitus saatetaan kokea rasitteena mutta tarkasteltaessa toimenpiteitä kokonaisuutena ymmärretään, että kuluttajien mahdollistama rahoitus on itse asiassa edellytys kustannustehokkuudelle ja toimialan kehitykselle. Oikein mitoitettuna toimenpidekokonaisuudella on maltillistava vaikutus asiakkaan sähkönjakelusta maksamaan hintaan.

Mitoituksen suhteen on siis huomattava, että mikäli verkonhaltijan innovaatio- ja joustohankkeille sallittu rahoitus ylittää kustannustehokkuudesta aiheutuvat säästöt, kasvattavat toimenpiteet asiakkaan verkkopalvelumaksua. Mikäli verkkopalvelumaksut kasvavat juuri niillä yhtiöillä, joiden maksut ovat jo tällä hetkellä kaikista korkeimmat, saattaa muutoksesta seurata alueellisten erojen kasvu verkkopalvelumaksun suuruudessa. Tällä hetkellä alueelliset verkkopalvelumaksujen erot ovat Suomessa sillä tasolla, että eroja ei enää ole juurikaan varaa kasvattaa [56]. Tästä syystä innovaatiohankkeille myönnettävä WACC ja joustokannustimen taso on määritettävä sellaiseksi, että ne eivät ylitä kustannustehokkuudella saavutettavia säästöjä. Alkuvaiheessa, kun vaihtoehtoisilla menetelmillä saavutettavien säästöjen suuruudesta ei ole täyttä varmuutta, innovaatio- ja joustohankkeille sallitun rahoituksen suuruuden määrittäminen saattaa olla hankalaa.

Toisaalta joustoon liittyvät markkinamallit, ansaintalogiikat ja teknologiat voivat olla asiakkaan näkökulmasta monimutkaisia konsepteja ja niiden muodostaman kokonaisuuden ymmärtäminen hankalaa. Asiakkaan joustomarkkinoille osallistuminen edellyttää, että asiakkaalla on ohjattavaa kuormaa sekä ymmärrys siitä, mitä joustokapasiteetin tarjoaminen käytännössä tarkoittaa ja mistä tekijöistä toiminnan kannattavuus muodostuu. Näihin seikkoihin liittyvät epäselvyydet ja epävarmuudet voivat saada aikaan sen, että asiakas ei tietämättömyytensä takia uskalla tarjota joustokapasiteettiaan markkinoille tai ei pidä jouston tarjoamista markkinoille taloudellisesti kannattavana toimintana. Tietämättömyydestä ja ymmärtämättömyydestä voi myös seurata tilanteita, joissa asiakas ei edes tiedosta mahdollisuuttaan tarjota joustoa joustomarkkinoille.

Mahdollisuudet

Toimenpiteiden myötä asiakkaille avautuu mahdollisuus osallistua itse lähialueensa verkon ongelmakohtien selvittämiseen tarjoamalla omaa joustokapasiteettiaan markkinoille, josta verkonhaltija voi edelleen joustoa ostaa. Parantuneiden vaikutusmahdollisuuksien kautta asiakkaan rooli muuttuu passiivisesta rahoittajasta aktiiviseksi osallistujaksi, mikä oletettavasti lisää asiakkaiden mielenkiintoa joustokapasiteetin hankintaan ja sen tarjoamiseen markkinoille. Verkonhaltijan kasvattaessa jouston kysyntää jouston tarjoamisesta markkinoille tulee yhä kannattavampaa, mikä myös osaltaan kannustaa joustokapasiteetin hankintaan. Erityisesti isojen asiakkaiden mielenkiinto joustoon lisääntyy, kun markkina monipuolistuu. Joustokapasiteetin kautta asiakas voi paitsi osallistua markkinoille myös optimoida omaa energiankulutustaan sekä madaltaa huipputehontarvettaan mahdollisesti jopa niin, että liittymän tai käyttöpaikan pääsulakekokoa on varaa pienentää.

Uhat

Asiakkaan kannalta merkittävimmän uhan muodostaa epävarmuus toimenpiteiden asiakkaalle tuomista lopullisista hyödyistä. Uudenlaisten toimintatapojen elinkaarikustannuksia, riskejä ja lopullisia hyötyjä on vaikeaa arvioida tyhjentävästi ennalta. Mikäli toimenpiteiden kustannuksia ei osata arvioida oikein ja kannustimia mitoittaa järkevälle tasolle, saattaa lopulta käydä niin, että asiakkaan kokema hyöty jää nimelliseksi verrattuna toimenpidekokonaisuuden mittakaavaan. Pahimmassa tapauksessa asiakkaan verkkopalvelusta maksama hinta voi jopa kasvaa nykyisestä, mikäli kustannustehokkuuden säästöjä ja joustokannustimen vaatimaa rahoitusta ei osata suhteuttaa oikein.

Hankaluuksia saattaa syntyä myös siitä, että mahdollisissa ristiriitatilanteissa asiakkaan ja verkonhaltijan neuvotteluasemat ovat lähtökohtaisesti hyvin epäsymmetriset. Esimerkiksi yksittäinen pienasiakas saattaa kokea oman neuvotteluasemansa mitättömäksi, jos joustopalveluihin liittyen syntyy erimielisyyksiä verkonhaltijan kanssa. Lähtökohtainen epäluuloisuus verkonhaltijan vilpittömyyttä ja liiketoiminnallisia motiiveja kohtaan saattaa joissakin tapauksissa jopa rajoittaa joidenkin asiakkaiden halukkuutta tarjota verkonhaltijalle joustopalveluita.

6.3 Järjestelmänäkökulma

Verkonhaltija- ja asiakasnäkökulmien ohella toimenpiteiden vaikutuksia on aiheellista tarkastella myös laajemmin koko sähköjärjestelmän kannalta. Tässä tarkastelussa sähköjärjestelemällä tarkoitetaan sähköverkkoja, -markkinoita, näihin liittyviä toimijoita, toimijoiden vuorovaikutussuhteita, regulaattoria sekä sähkömarkkinoita ja sähkömarkkinoiden valvontaa koskevaa lainsäädäntöä. Sähköjärjestelmän kannalta olennaisia vaikutuksia on koottu taulukkoon 6.3.

Vahvuudet

Sähköjärjestelmän kannalta toimenpiteiden vahvuudet kiteytyvät jakeluverkon joustokapasiteetin lisääntymiseen sekä markkinan monipuolistumiseen. Kun joustojen hyödyntämisestä tulee jakeluverkonhaltijalle yhtä kannattavaa liiketoimintaa kuin perinteisistä verkkoinvestoinneista, jouston kysyntä markkinoilla kasvaa ja monipuolistuu. Verkonhaltijat tarvitsevat erityyppisiä joustoratkaisuja verkon eri osiin, jolloin markkinoille avautuu tilaa erilaisia ratkaisuja tarjoaville toimijoille. Siinä missä esimerkiksi iso markkinaoperaattori ei ole kiinnostunut tarjoamaan joustoratkaisua pitkän ja heikon verkkohaaran päähän, saattaa paikalliselle toimijalle tai yhteisölle avautua markkinoiden kautta mahdollisuus tarjota omaa joustokapasiteettiaan verkonhaltijalle. Joustomarkkinan kypsyminen ja monipuolistuminen toimii ihannetilanteessa itseään ruokkivana kierteenä: kysynnän kasvaessa markkina kypsyy, markkinan kypsyessä tarjolle tulee entistä monipuolisempia ja tehokkaampia palveluita ja tarjonnan monipuolistuessa palveluiden hankinnasta tulee entistä kannattavampaa ja helpompaa. Kustannustehokkuuden lisääntyessä jakeluverkossa kye-

Taulukko 6.3. Kehitystoimenpiteet sähköjärjestelmän näkökulmasta

VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jakeluverkkojen kehittämisen ja hallinnan kustannustehokkuus lisääntyy ▪ Kuormitusvaihtelut tasaantuvat ▪ Energiatehokkuus parantuu ▪ Verkonhaltijan tehokkaan innovaatio- ja pilotointitoiminnan tuloksena kehittyi lopulta laajemmin koko sähköjärjestelmää hyödyttäviä ratkaisuja ▪ Joustomarkkinan kehitys vauhdittuu ja tilaa aukeaa uusille toimijoille ▪ Ilmasto- ja energiatavoitteiden täyttämisen edellytykset paranevat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regulaattorilta vaaditaan enemmän taidollista ja määrällistä resurssia toimenpiteisiin liittyvien arviointien toteutukseen asianmukaisella tasolla ▪ Vaihtoehtoisin ratkaisuihin liittyvien riskien vaikutusta sähköjärjestelmälle on vaikeaa arvioida ▪ Toimenpidemuutokset vaativat valvontamalliin tulkinnanvaraisuuden minimoivat sanamuodot kuitenkin niin, että malli ei rajoita liiaksi sähköjärjestelmän kehitystä ▪ Vaaditaan muutokset sähkömarkkinalakiin sekä sähkövarastojen määrittelyyn
MAHDOLLISUUDET	UHAT
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asiakkaan roolin vahvistuminen ja markkinan monipuolistuminen ▪ Mahdollisuus lisätä uusiutuvan energian osuutta sähköntuotannosta entistä voimakkaammin tulevaisuudessa ▪ Jakeluverkon toimintavarmuus luo pohjan sähkömarkkinoiden laajemmalle kehitykselle ▪ Mahdollisuus kotimaisten kysyntäjoutotarjoajien vientiliiketoiminnan kehitykselle ▪ Asiakkaiden kiinnostus jouston hyödyntämiseen lisääntyy ja syntyy mahdollisesti uusia energiayhteisöjä 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jos asiakkaan kokeman hyödyn määrittelyssä ja varmistamisessa epäonnistutaan, pitkälti koko toimenpidemuutoksesta katoaa pohja ▪ Joustomarkkina ei kehity ennakoitusti, mikä hidastaa joustojen hyödyntämistä ▪ Joustomarkkina ei kehity siinä määrin, että verkonhaltijoiden omistamille sähkövarastoille olisi ostajia/lunastajia määrääjän päätyttyä ▪ Jakeluverkonhaltijan markkinoille tuomaa informaatiota hyväksikäytetään ja verkkoon luodaan esimerkiksi keinotekoisia heikkouksia

tään tarjoamaan nykyinen laatu- ja toimitusvarmuustaso edullisemmilla kustannuksilla tai nykyistä parempi laatu- ja toimitusvarmuustaso nykyisillä kustannuksilla.

Jakeluverkon joustokapasiteetin lisääntyessä verkon paikallisia ongelmakohtia saadaan ratkaistua nykyistä kustannustehokkaammin. Lisäksi tuotannon ja kulutuksen yhteensovittaminen on yksinkertaisempaa ja onnistuu paremmin paikallisella tasolla. Yleisesti se, että jakeluverkonhaltijalla on paremmat edellytykset hallita verkkoaan luvuissa 2.2.1–2.2.4 esitettyjen intressien osalta, vahvistaa koko sähköjärjestelmän toimintaa. Esimerkiksi se, että jakeluverkon viat keskeyttävät yhä harvemmin markkinasähkön toimituksen sähkökäyttöpaikalle, ja se, että jakeluverkon häviöt pienenevät sähkön varastointimahdollisuuden ja kulutusjouston ansiosta, ovat myönteisiä asioita paitsi jakeluverkonhaltijan myös sähkömarkkinoiden ja koko energiatoimialan näkökulmasta. Tulevaisuudessa verkon hallintaa ja kehitystä tukevilla ratkaisuilla on mahdollisuus kehittyä entistä paremmiksi verkonhaltijan pilotointitoiminnan kehittyessä. Kun verkonhaltijoilla on paremmat edellytykset viedä uusia innovaatioita käytännön kokeiluun, saattaa toimialaan liittyvä innovointi- ja kehitystoiminta vilkastua myös yliopistoissa ja muissa tutkimuslaitoksissa.

Heikkoudet

Toimenpide-ehdotusten toimiva toteutus edellyttää ennen kaikkea riittävää resursointia valvonnasta vastaavalta viranomaiselta. Esimerkiksi investointitestin ja neuvottelumenetelyn läpivienti vaatii määrällisen työntekijäresurssin lisäksi myös ymmärrystä erilaisten

vaihtoehtojen elinkaarikustannuksista sekä innovaatiohankkeiden riskitasosta. Regulaattorin resurssivaatimusten kasvua voidaan kuitenkin pyrkiä minimoimaan painottamalla hankkeiden arviointi- ja arvotusprosesseissa kvantitatiivisia mittareita. Mitä enemmän arviointi sisältää kvalitatiivisia piirteitä, sitä suurempi työllistämisaikutus sillä on regulaattorille. Optimoinnista huolimatta toimenpide-ehdotukset edellyttävät viranomaisilta merkittäviä resurssien lisäysjärjestelyitä.

Määrällisen ja taidollisen valvontaresurssin lisäämisen ohella esitetyt toimenpiteet tulee määrittellä valvontamenetelmiin riittävällä tarkkuudella. Uudet reunaehdot, toimintaohjeet ja valvontaprosessit on määriteltävä riittävän yksityiskohtaisesti siten, että valvontamalliin jäävät tulkinnanvaraisuudet eivät tuota jälkikäteisiä yllätyksiä millekään osapuolelle. Mikäli esimerkiksi investointitestissä käytettävään mittaristoon tai sähkövarastomistusoikeuden määrittelyprosessiin liittyvä määrittely on liian pintapuolista, saattavat verkonhaltija ja regulaattori päätyä tulkitsemaan määrittelyä eri tavalla. Jos verkonhaltijan tekemät tulkinnat osoittautuvat vääriksi, saattaa määrittelypuutteista aiheutuva epä-tietoisuus koitua kalliiksi verkonhaltijalle. Toisaalta valvontamalli ei saa olla sanamuodoissaan liian rajoittava esimerkiksi erilaisten teknologioiden suhteen. Liian yksityiskohtainen määrittely saattaa sulkea pois tulevaisuuden kehityssuuntia ja hidastaa toimialan kehitystä. Määrittelyssä käytettävien sanamuotojen tulisi dynaamisuus niin, että malli kykenee tarvittaessa mukautumaan valvontajakson aikana muuttuviin olosuhteisiin. Riittävän avoimen mutta samalla informatiivisen ja selkeän menettelyohjeen luominen on epäilemättä vaikeaa ja aikaa vievää.

Tällä hetkellä esitettyjen toimenpiteiden soveltamisen esteenä on nykyinen sähkömarkkinalaki, joka edellyttää, että sähköenergian tuotanto ja myynti on eriytettävä sähköverkkoliiketoiminnasta. Niin kauan, kun sähkövarastoihin suhtaudutaan sähkön tuotantoon liittyvänä elementtinä, ei verkonhaltijalla ole mahdollisuutta omistaa sähkövarastoa. Jotta valvontaa voidaan viedä esitettyjen toimenpiteiden suuntaan, tarvitaan toimenpidekokonaisuudessa esitetty muutos sähkövarastojen määrittelyyn sekä verkonhaltijoiden joustoelementtien omistamisen mahdollistava muutos lakiin. Lakimuutosten läpivienti tulisi toteuttaa vielä kuluvan vaalikauden aikana, jotta verkonhaltijoiden jousto-omistukset mahdollistuisivat heti kuudennen valvontajakson alusta lähtien.

Mahdollisuudet

Sähköjärjestelmän kannalta merkittävin seikka lienee, että jakeluverkon joustokapasiteetin lisääntyessä sähköjärjestelmään on mahdollista liittää yhä enemmän joustamatonta tuotantoa, kuten tuuli- ja aurinkovoimaa. Näin saadaan kasvatettua uusiutuvan energian osuutta kokonaistuotannosta sekä tulevaisuudessa luovuttua ympäristön kannalta haitallisimmista tuotantomuodoista. Samalla kyetään vastaamaan Suomen ja Euroopan tasolla asetettuihin tavoitteisiin päästövähennyksistä ja hiilineutraalista yhteiskunnasta tulevana vuosikymmeninä. Voidaankin todeta, että kulutuspuolen joustojen lisääminen on myös välttämätöntä näiden tavoitteiden saavuttamiseksi.

Toimenpide-ehdotusten implementoinnin myötä kuluttajille tarjoutuu entistä monipuolisempi rooli sähkömarkkinoilla. Tämän voidaan olettaa kasvattavan kuluttajien kiinnostusta oman joustokapasiteetin kartoittamiseen, lisäämiseen ja tarjoamiseen markkinoille. Valveutuneimmat kuluttajat saattavat muodostaa energiayhteisöjä parantaakseen mahdollisuuksiaan osallistua markkinoille. Monipuolinen ja toimiva joustomarkkina tarjoaa edelleen älykkäitä ratkaisuja tarjoaville energia-alan yrityksille mahdollisuuden vientiliiketoimintaa tukeville pilottihankkeille. Kuluttajien aktivoitumisen ohella jakeluverkon toimintavarmuuden lisääminen luo perustan entistä laajemmalle sähkömarkkinoiden kehitykselle.

Uhat

Kokonaisuuden kannalta merkittävin uhka liittyy epäonnistumiseen lopullisten asiakas-hyötyjen arvioinnissa. Esitetyt toimenpidemuutokset perustuvat lopulta sille, että asiakkailla kyetään takaamaan parempi toimitusvarmuus- ja laatu-taso pienemmillä kustannuksilla kuin tähän mennessä. Mikäli toimenpiteet osoittautuvatkin kohtuuttoman raskaiksi asiakkaiden kokemaan hyötyyn nähden, koko valvontakokonaisuuden kehitykseltä katoaa pohja. Toki toimenpiteillä on verkonhaltijaa ja laajemmin koko sähköjärjestelmää hyödyttäviä ominaisuuksia, mutta asiakkaan kokema hyöty on viranomaisvalvonnan näkökulmasta tärkeä elementti. Asiakkaan kokemien hyötyjen määrittämisessä onnistuminen onkin siis ensisijaisen tärkeää.

Toinen merkittävä uhkatekijä muodostuu joustomarkkinan kehittymisen epävarmuuksista. Toimenpide-ehdotukset perustuvat oletukselle, että kuluvan vuosikymmenen aikana joustomarkkina kehitty sellaiseksi, että verkonhaltijalla on aidosti mahdollisuus hyödyntää joustoja markkinaehtoisesti. Mikäli joustomarkkina ei kehity odotetusti, joutuu verkonhaltija turvautumaan liiketoiminnassaan pitkälti samoihin ratkaisuihin, joilla verkkoa on tähän mennessä kehitetty ja hallittu. Joustomarkkinan alkuvaiheen hidaskasvu pyritään huomioimaan sallimalla verkonhaltijoiden jousto-omistukset määräajaksi. Mikäli määräajan päätyttyä markkina on edelleen epäkypsä, saattaa olla, että verkonhaltijoilta vapautuville joustoelementeille ei ole ottajia. Tällaisessa tilanteessa ainoa järkevä vaihtoehto on pidentää määräaika, kunnes markkina on niin kypsä, että verkonhaltijoiden joustoelementit voidaan siirtää markkinatoimijoiden omistukseen. Markkinaehtoisuuden näkökulmasta verkonhaltijan jousto-omistusten pitkittäminen ei ole tavoiteltavaa, mutta joustomarkkinan kehittyessä huonosti, tällaiseen ratkaisuun päätyminen saattaa olla välttämätöntä.

Kolmantena uhkatekijänä sähköjärjestelmän kannalta voidaan nähdä jakeluverkon heikkouksien tarkoituksenmukainen väärinkäyttö. Ehdotettujen toimenpiteiden myötä jakeluverkonhaltijat kykenevät hyödyntämään verkon paikallisten ongelmien ratkaisuun markkinaehtoisia ratkaisuja. Menettely mahdollistaa kuitenkin sen, että esimerkiksi heikon haaverkon kuluttajat muuttavat kulutuskäyttäytymistään siten, että verkkoon aiheutuu keinotekoisia pullonkauloja. Samaan aikaan samaiset kuluttajat voivat tarjota markkinoilla kulutusjoustoja keinotekoisien ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi. Käytännössä tällaisen

keinottelun mahdollistuminen tarkoittaa, että heikossa verkossa oleville kuluttajille tarjoutuu mahdollisuus rahastaa verkonhaltijaa ja samalla aiheuttaa ongelmia laajemmin sähköjärjestelmälle ja siihen liittyneille lähialueen kuluttajille.

6.4 Verkonhaltijavaikutusten huomioiminen valmistelutyössä

Varsinainen kuudennen valvontajakson valvontamenetelmien valmistelukierros on tarkoitus käynnistää Energiavirastossa myöhemmin vuoden 2020 aikana. Valmistelukierros tulee kestämaan useamman vuoden, ja tänä aikana Energiavirasto tekee tiivistä yhteistyötä toimialakentän kanssa järjestäen esimerkiksi valvontamenetelmien kehittämiseen liittyviä sidosryhmätilaisuuksia. Valvontamenetelmien kehitystyö rakentuu tyypillisesti viraston sisäisen työskentelyn, viraston ulkopuolella teetettyjen selvitysten sekä jakeluverkonhaltijoiden ja muiden sidosryhmien ehdotusten yhdistelmänä. Lopullisista menetelmävalinnoista vastaa kuitenkin Energiavirasto, joka valmistelee kuudennen valvontajakson valvontamenetelmät virkatyönä. [56]

Varsinainen vahvistuspäätös sovellettavista menetelmistä on tarkoitus antaa viimeistään noin vuosi ennen uuden valvontajakson alkua. Mitä aiikeisemmin vahvistuspäätös saadaan annettua, sitä enemmän aikaa jää vahvistuspäätöstä mahdollisesti seuraaville oikeusprosesseille, joissa puidaan joko yksittäisten toimijoiden tai ryhmittymien muutosvaatimuksia ehdotettuun menetelmäkokonaisuuteen. [56] Tavoitteena on kuitenkin hioa valvontametodiikkaa jo valmistelukierroksen aikana avoimen vuoropuhelun kautta niin, että vahvistuspäätös huomioisi kokonaisuuden kannalta optimaalisella tavalla kaikkien osapuolten intressit.

Jotta valvontamenetelmiin tehtävät muutokset saataisiin jo valmisteluvaiheessa tukemaan verkonhaltijoiden palvelunostoratkaisuja ja regulaation mahdollistavuutta mahdollisimman hyvin, tulee valmistelukierroksella kiinnittää erityistä huomiota muutamiin seikkoihin. Edellä tunnistettujen heikkouksien ja uhkien pohjalta voidaan nostaa esiin muutamia perustavanlaatuisia lähtökohtia, joiden huomioiminen valmistelutyössä edesauttaa verkonhaltijan edun toteutumista ja vähentää lopulta annettavan vahvistuspäätöksen mahdollista jälkipuintia. Huomioitavia seikkoja ovat:

- Hankkeiden kustannustehokkuuden arviointia varten on rakennettava sekä valvontaviranomaisen että verkonhaltijoiden vahvistama laskentatyökalu, jonka avulla eri osapuolet voivat tehdä arvioiteja yhtenevällä linjalla objektiivisesti.
- Valvontaviranomaisen riittävä määrällinen ja taidollinen resurssi on varmistettava.
- Hankkeiden kustannustehokkuuden arvioinnin sekä neuvottelumenettelyjen mitta-kaava on suhteutettava käytössä olevaan valvontaresurssiin siten, että valvontaan liittyvät prosessit eivät aiheuta pullonkauloja ja siten hidasta verkonhaltijoiden liiketoimintaa.
- Jousto- ja innovaatiohankkeille sallittu lisärahoitus on mitoitettava niin, että se ei ylitä kustannustehokkuudella saavutettavia kustannussäästöjä ja aiheuta siten verk-

kopalvelumaksujen kallistumista.

- Toimenpidemuutokset on kirjattava valvontamalliin siten, että tulkinnanvaraisuuksista johtuvat jälkikäteiset yllätykset minimoidaan. Regulaation mahdollistavuuden kannalta kirjaukset on kuitenkin tehtävä tulevaisuuden teknologia- ja toimintamallikehitys mahdollistaen.

7 YHTEENVETO

Tässä työssä tarkasteltiin jakeluverkonhaltijan näkökulmasta, miten neljännellä ja viidennellä valvontajaksolla sovellettavaa sähköverkkoliiketoiminnan valvontamallia tulisi kehittää vuonna 2024 alkavalle kuudennelle valvontajaksolle, jotta jakeluverkon joustoelementtien hyödyntämisestä palveluna tulisi jakeluverkonhaltijoille taloudellisesti kannattavaa. Tarkastelua ohjaavana näkökulmana toimi regulaation mahdollistavuuden lisääminen. Käytännössä tämä tarkoittaa valvontamallin viemistä kehittämistoimenpiteiden myötä sellaiseen suuntaan, että regulaatio ei niinkään yksiselitteisesti määrää menetelmiä ja teknologioita, joita verkonhaltijan tulee kussakin tilanteessa hyödyntää, vaan verkonhaltijalle annetaan laajemmat raamit, joiden sisällä valintojen tekeminen onnistuu monipuolisemmin.

7.1 Johtopäätökset

Valvontametodiikan kehittämismahdollisuuksien analysoinnin perustana käytettiin muualla maailmassa sovellettavia, joustojen palveluhankintaan kannustavia regulatiivisia menetelmiä ja malleja. Esikuva-analyysin yhteydessä tutkittiin, miten kukin menetelmä peilautui Suomen nykyiseen regulaatiomalliin sekä suomalaisiin regulaatiota ohjaaviin periaatteisiin. Lähtökohtana oli, että valvontamalliin tehtävät kehitystoimenpiteet olisivat laajuudeltaan ja sisällöltään sellaisia, että ne kunnioittaisivat valvonnan ennakoitavuuden ja pitkäjänteisyyden periaatteita. Lisäksi vaikka analyysi tehtiin verkonhaltijan näkökulmasta, kehitystyön keskiössä pidettiin viranomaisvalvonnan perimmäinen ajatus siitä, että regulaatiomallilla varmistetaan asiakkaiden verkkopalvelusta maksaman hinnan kohtuullisuus.

Analyysin perusteella tunnistettiin kolme suomalaiseen regulaatiomalliin toteutettavaksi ehdotettavaa toimenpidettä, joiden tulisi muodostaa kehitystoimenpiteiden perusta valvontamenetelmien kehittämisestä käytävissä valmistelukeskusteluissa. Ensiksi valvontamalliin lisätään australialaista kysynnänhallintakannustinta mukaileva joustokannustin, jonka tuella joustoa soveltavat toimintamallit saadaan tuotua yhtäläiseksi vaihtoehdoksi perinteisten verkkoinvestointien rinnalle. Samaan aikaan hankkeiden elinkaarikustannuksia arvioivalla etukäteisellä investointitestauksella pyritään takaamaan, että sovellettavat toimintamallit ovat kussakin tilanteessa menetelmävalikoiman kustannustehokkaimmat. Toiseksi sähköön varastointiratkaisut erotetaan sähköön tuotannosta ja kulutuksesta määrittelemällä ne sähköenergian väliaikaisiksi säilytyspaikoiksi. Lisäksi jakeluverkonhaltijoil-

le sallitaan määrääjäksi oikeus omistaa ja operoida sähkövarastoja sekä muita kilpailluilta markkinoilta pois rajattuja tulevaisuuden joustoteknologioita. Tällä pyritään mahdollistamaan jouston hyödyntäminen myös haaraverkon heikoissa osissa, jonne markkinaehtoista joustoa on vaikea saada. Kolmanneksi nykyisen valvontamallin innovaatiokannustinta kehitetään innovaatiohankkeisiin liittyviä pääomakustannuksia huomioivaksi siten, että verkonhaltijoiden kynnys T&K-työn myötä syntyneiden ratkaisujen pilotoinnille maldtuu. Tämä toteutetaan ottamalla käyttöön neuvottelumenettely, jossa verkonhaltija ja regulaattori voivat sopia innovaatiohankkeelle myönnettävästä maltillisesti korkeammasta tuottoasteesta ennen pilotin käynnistämistä. Neuvottelumenettely tukee regulaation mahdollistavuutta ja dynaamisuutta tulevaisuuden teknologia- ja toimintamallikehityksen osalta.

Lisäksi työssä arvioitiin ehdotettujen toimenpiteiden edellytyksiä ja vaikutuksia jakeluverkonhaltijan, asiakkaan ja laajemmin koko sähköjärjestelmän näkökulmasta. Jakeluverkonhaltijan näkökulmasta ehdotetun toimenpidekokonaisuuden merkittävimmät vahvuudet ja mahdollisuudet kiteytyvät siihen, että paikalliset tarpeet huomioivien, jakeluverkon hallintaa ja vahvistamista tukevien liiketoimintaratkaisujen soveltaminen mahdollistuu taloudellisesti perinteisten verkostoinvestointiratkaisujen rinnalla. Toimenpiteiden implementointi niin, että kokonaisuus on toimiva, vaatii kuitenkin tiettyjen reunaehtoien huomioimista. Jakeluverkonhaltijan kannalta keskeisimmät haasteet liittyvät joustomarkkinan kasvattamiseen ja monipuolistamiseen niin, että markkinaehtoisia joustoja olisi lopulta tarjolla juuri siellä, missä jakeluverkon joustotarpeet sijaitsevat. Asiakkaalle toimenpiteistä koituvia hyötyjä ajatellen tärkeintä on varmistaa, että perinteisille verkkoinvestoinneille vaihtoehtoisilla toimintatavoilla saavutettavat kustannussäästöt sekä verkonhaltijoille joustokannustimen ja neuvottelumenettelyn kautta myönnettävä lisärahoitus mitoitetaan oikein suhteessa toisiinsa. Sähköjärjestelmän näkökulmasta tarkasteltuna esitetyillä toimenpiteillä on vahvistavia vaikutuksia ennen kaikkea markkinoiden, tehtasapainon, ilmasto- ja energiatavoitteiden täyttämisen sekä toimialan tulevaisuuden toimintamalli- ja teknologiakehityksen kannalta. Hyötyjen realisoituminen edellyttää kuitenkin riittävää taidollista ja määrällistä resursointia valvonnasta vastaavalta viranomaiselta sekä konkreettisia muutoksia sähkömarkkinalakiin ja sähkövarastojen määrittelyyn.

Työssä määriteltyjen kehitystoimenpiteiden ja näiden vaikutustenarvioinnin pohjalta korostuu joustokannustimen määrittelyn haastavuus. Joustohankintojen mahdollistamista ja niihin kannustamista lähestyttiin työssä pääoma- ja toimintakustannusten epätasapainoisen kohtelun kautta. Matemaattinen ratkaisu, jolla erityyppisten kustannusten tasapainoinen kohtelu valvontamallissa saavutetaan, on varmasti lopulta tehtävissä Suomen nykyisen valvontamallin pohjalta. Tähän antaa viitteitä VTT:n rakentama kustannusrakenneneutraali valvontamalli, jolla toki on omat heikkoutensa mutta joka toisaalta osoittaa, että nykyiseen valvontamalliin on riittäväällä suunnittelulla ja pitkäjänteisellä kehitystyöllä rakennettavissa kustannusrakenneneutraaleja rakenteita.

Sen sijaan jakeluverkonhaltijan joustojen hyödyntäminen on yleisesti sekä verkonhaltijoille että valvontaviranomaiselle hyvin epämääräinen kokonaisuus. Joustojen hyödyntä-

miseen liittyviä toimintamalleja ja tekniikoita on toistaiseksi kokeiltu vähän, jolloin niiden toimivuudesta ja elinkaarikustannuksista ei ole millään osapuolella tarkkaa tietoa. Jakeluverkon joustot ovat myös hyvin laaja kokonaisuus, johon liittyy vaikeasti mallinnettavissa olevia konsepteja sekä seikkoja, joiden ennustaminen on mahdotonta. Tarkalleen ei tiedetä, millaiset konseptit ovat järkeviä ja kustannustehokkaita tai millä vauhdilla joustomarkkina tulee kypsyään. Lisäksi tulevaisuuden teknologiat ja uudenlaiset toimintamallit saattavat tuoda toimialalle muutostarpeita tai kehityssuuntia, joita ei tässä vaiheessa osata ennakoida. Regulaationäkökulmasta jakeluverkon joustoihin liittyvien määrittelyjen tekeminen yksiselitteisesti on mahdotonta, vaikkakin valvontamallin näkökulmasta tavoiteltavaa. Näistä syistä valvontamalliin lopulta implementoitavan joustokannustimen tuleekin olla ennen kaikkea riittävän laaja ja dynaaminen, jotta jakeluverkon joustoihin liittyvät epävarmuudet kyetään huomioimaan. Sähköjärjestelmän sekä jakeluverkonhaltijan kannalta joustoa tarvitaan näin alkuvaiheessa niin paljon kuin mahdollista, jolloin jouston mahdollistavia toimintamalleja ja teknologioita ei tule pyrkiä valvontametodiikan keinoin sulkemaan pois vaihtoehtojen listalta.

7.2 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Tässä työssä määritettyjen alustavien toimenpiteiden tarkempi muovaaminen edellyttää kvantitatiivista analyysia, jotta toimenpiteet voidaan konkreettisesti viedä osaksi valvontamallia. Työssä esitetyt toimenpiteet ovat myös kvalitatiivisilta määritelmiltään toistaiseksi hyvin raakoja ja niiden mitoittamiseksi ja määrittelemiseksi tarvitaan vielä jatkotutkimuksia. Mahdollinen jatkotutkimusnäkökulma voisikin olla selvittää, kuinka suuria kustannushyötyjä jakeluverkonhaltija voi joustoelementtejä soveltavilla ratkaisuilla erilaisissa olosuhteissa saavuttaa. Tällaisen tarkastelun yhteydessä voitaisiin tutkia, millaiset toimintamallit ja tekniset ratkaisut tuottavat kaikkein suurimmat hyödyt suhteessa kustannuksiin. Edelleen kustannussäästöjen pohjalta voitaisiin mitoittaa kannustinten ja innovaatiohankkeille myönnetyn lisärahoituksen taso sellaiseksi, että verkkopalvelumaksujen maltillisempi kehitys taattaisiin.

Toinen tarpeellinen jatkotutkimusnäkökulma liittyy investointitestiä tukevien arviointityökalujen kehittämiseen. Jatkotutkimuksena tulisi rakentaa arviointityökalu, jolla sekä verkkonhaltijat että regulaattori kykenisivät arvioimaan hankkeiden hyötyjä, kuten toimitusvarmuuden parantumista ja KAH:n pienenemistä, sekä hankkeiden elinkaarikustannuksia paikalliset olosuhteet huomioon ottaen. Tällaisen arviointityökalun kehittämistä voidaan pitää edellytyksenä investointitestin toimivalle toteutukselle.

Joustonäkökulman lisäksi valvontamallin kehitystarpeita olisi relevanttia tutkia myös muista näkökulmista. Esimerkiksi pääoma- ja toimintakustannusten eriävä kohtelu valvontamallissa vaikuttaa myös moniin muihin asioihin kuin pelkkään joustojen hankintaan. Jatkotutkimuksissa voisikin muilta osin selvittää, miten nykyinen valvontamalli tukee toimialan tarpeita 2020-luvulla ja millaisia muutoksia siihen on tarpeen tehdä kuudennelle ja seitsemännelle valvontajaksolle.

LÄHTEET

- [1] *Vuosiraportti 2019*. Caruna. (Viitattu 12. 04. 2020).
- [2] Ma, J., Silva, V., Belhomme, R., Kirschen, D. S. ja Ochoa, L. F. Evaluating and planning flexibility in sustainable power systems. *2013 IEEE power & energy society general meeting*. IEEE. 2013, 1–11.
- [3] Lund, P. D., Lindgren, J., Mikkola, J. ja Salpakari, J. Review of energy system flexibility measures to enable high levels of variable renewable electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 45 (2015), 785–807.
- [4] Brunner, C., Deac, G., Braun, S. ja Zöphel, C. The future need for flexibility and the impact of fluctuating renewable power generation. *Renewable Energy* 149 (2020), 1314–1324.
- [5] Alkandari, A., Sami, A. A. ja Sami, A. Proposed DSO ancillary service processes considering smart grid requirements. *CIREN – Open Access Proceedings Journal* 2017.1 (2017), 2846–2847.
- [6] Partanen, J. *Sähkönsiirtohinnot ja toimitusvarmuus*. Työ- ja elinkeinoministeriö. Helsinki, 2018.
- [7] Haque, A. N. M. M., Nguyen, P. H., Kling, W. L. ja Bliet, F. W. Congestion management in smart distribution network. *2014 49th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*. 2014, 1–6.
- [8] Simões, M. G., Roche, R., Kyriakides, E., Suryanarayanan, S., Blunier, B., Mc-Bee, K. D., Nguyen, P. H., Ribeiro, P. F. ja Miraoui, A. A comparison of smart grid technologies and progresses in Europe and the U.S. *IEEE Transactions in Industry Applications* 48.4 (2012), 1154–1162.
- [9] Aminoff, A., Lappeteläinen, I., Partanen, J., Viljainen, S., Tahvanainen, K., Järventausta, P. ja Trygg, P. *Ostopalveluiden käyttö verkkoliiketoiminnassa*. Tekninen raportti. Espoo: VTT, 2009.
- [10] Lassila, J., Haakana, J., Haapaniemi, J., Räisänen, O. ja Partanen, J. *Sähköasiakas ja sähköverkko 2030*. Tekninen raportti. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT, 2019.
- [11] *Regulatory recommendations for the deployment of flexibility*. Euroopan komission älyverkkotoimikunnan asiantuntijaryhmä 3. Tammikuu 2015.
- [12] *Joustava ja asiakaskeinen sähköjärjestelmä. Älyverkkotyöryhmän loppuraportti*. Työ- ja elinkeinoministeriö. Helsinki, 2018.
- [13] Koliou, E., Bartusch, C., Picciariello, A., Eklund, T., Söder, L. ja Hakvoort, R. A. Quantifying distribution-system operators' economic incentives to promote residential demand response. *Utilities Policy* 35 (2015), 28–40.
- [14] Lakervi, E. ja Partanen, J. *Sähkönjakelutekniikka*. Helsinki: Otatieto, 2008.

- [15] Ikäheimo, S., Malmi, T. ja Walden, R. *Yrityksen laskentatoimi*. 8. painos. Helsinki: Alma Talent, 2019.
- [16] *Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 5.2.2009/66.*
- [17] *Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588.*
- [18] *Maakunnittaiset ennusteet. Kooste MDI:n maakuntien väestöennusteesta vuoteen 2040.* Aluekehittämisen konsulttitoimisto MDI. 2019. URL: https://www.mdi.fi/content/uploads/2019/03/maakunnittainen_ennuste.pdf.
- [19] *Kehittämissuunnitelma.* Yrityksen sisäinen dokumentti. Caruna. 2018.
- [20] Partanen, J. *Jakeluverkkoyhtiöt ja markkinaehtoiset joustot.* Älyverkkoforumissa esitetyt kalvot. 4. marraskuuta 2019. URL: https://energiavirasto.fi/documents/11120570/15657793/%C3%84lyverkkoforum_02_20191104+Kalvot.pdf/032f0073-1090-366d-1a9c-f6d20ada52f1/%C3%84lyverkkoforum_02_20191104+Kalvot.pdf.
- [21] *Clean energy for all Europeans package.* Euroopan unioni. URL: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans> (viitattu 24. 02. 2020).
- [22] *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2019/944.* Euroopan unioni, 5. kesäkuuta 2019.
- [23] Khajeh, H., Laaksonen, H., Gazafroudi, A. S. ja Shafie-khah, M. Towards flexibility trading at TSO-DSO-customer levels: a review. *Energies* 13.1 (2019), 165.
- [24] Järventausta, P., Repo, S., Trygg, P., Rautiainen, A., Mutanen, A., Lummi, K., Supponen, A., Heljo, J., Sorri, J., Harsia, P., Honkiniemi, M., Kallioharju, K., Piikkilä, V., Luoma, J., Partanen, J., Honkapuro, S., Valtonen, P., Tuunanen, J. ja Belonogova, N. *Kysynnän jousto – Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli).* Tekninen raportti. Tampereen teknillinen yliopisto, 2015.
- [25] *Active distribution system management. A key tool for the smooth integration of distributed generation. Full discussion paper.* Eurelectric. Helmikuu 2013.
- [26] Strandén, J., Krohns-Välimäki, H., Verho, P., Sarsama, J. ja Hälvä, V. Influence of major disturbances in electricity supply on the operating environment of distribution system operators: a case study. *International Review of Electrical Engineering* 9.2 (2014), 363–372.
- [27] Kainulainen, M. Haja-asutusalueen jakeluverkkoa tukevien akkuvarastojen hyödynnettävyysspotentiaali Elenian verkkoalueella. Tutkielma. Tampereen yliopisto, joulukuu 2019.
- [28] Talka, M. Sähköpostikeskustelu. 29. tammikuuta 2020.
- [29] Selonen, T. Sähköpostikeskustelu. 23. helmikuuta 2020.
- [30] Klyapovskiy, S., You, S., Michiorri, A., Kariniotakis, G. ja Bindner, H. W. Incorporating flexibility options into distribution grid reinforcement planning: a techno-economic framework approach. *Applied Energy* 254 (2019), 113662.
- [31] Bastman, J. *Sähköverkkojen mallintaminen ja analyysi. Opintomoniste.* Tampereen yliopisto. 2020.

- [32] *Identifying energy efficiency improvements and saving potential in energy networks, including analysis of the value of demand response. In support of the implementation of article 15 of the energy efficiency directive (2012/27/EU)*. Euroopan unioni, Tractebel Engineering, Ecofys. Bryssel, 16. tammikuuta 2016. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/GRIDEE_4NT_364174_000_01_TOTALDOC%20-%2018-1-2016.pdf.
- [33] *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 25.10.2012/27*. Euroopan unioni.
- [34] *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 11.12.2018/2002*. Euroopan unioni.
- [35] *Energiatehokkuussopimus*. Caruna. URL: <https://www.caruna.fi/vastuullisuus/ymparisto/caruna-mukana-energiatehokkuussopimuksessa-sen-alustalahtien> (viitattu 10.04.2020).
- [36] Koskela-Koivisto, J. *Energiatehokkuustoiminnan arvioinnin kehittäminen jakeluverkko-yhtiössä*. Tutkielma. Tampereen teknillinen yliopisto, elokuu 2018.
- [37] Honkapuro, S., Partanen, J., Haakana, J., Annala, S. ja Lassila, J. *Selvitys sähkö- ja kaasuinfrastruktuurin energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista*. Tekninen raportti. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 2015.
- [38] *Electric power transmission and distribution losses (% of output) – Country Ranking*. OECD/IEA. URL: <https://www.indexmundi.com/facts/indicators/EG.ELC.LOSS.ZS/rankings> (viitattu 10.04.2020).
- [39] Heckmann, W., Barth, H., Reimann, T., Hamann, L., Dasenbrock, J., Scheidler, A., Braun, M. ja Ma, C. Detailed analysis of network losses in a million customer distribution grid with high penetration of distributed generation. *22nd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2013)*. 2013, 1–4.
- [40] Mähkä, M. *Akut eivät pysty ihmeisiin tulevaisuuden sähköjärjestelmässä*. MustRead. 18. syyskuuta 2018. URL: <https://www.mustread.fi/artikkelit/akut-eivat-pysty-ihmeisiin-tulevaisuuden-sahkojarjestelmassa/> (viitattu 29.02.2020).
- [41] Alaperä, I., Hakala, T., Honkapuro, S., Pylvänäinen, J., Kaipia, T., Manner, P. ja Kulla, T. Battery system as a service for a distribution system operator. (CIRED 25th International Conference on Electricity Distribution). AIM, 3. kesäkuuta 2019.
- [42] *Ryhdy aurinkoenergian tuottajaksi*. Helen. URL: <https://www.helen.fi/aurinko/kodit/aurinkoenergian-tuottajapaketti> (viitattu 11.02.2020).
- [43] *SonnenBatterie sähkövarastot*. Solar Factory. URL: <http://solarfactory.fi/tuotteet/sonnen-sahkovarastot/> (viitattu 11.02.2020).
- [44] *Akut osana aurinkosähköjärjestelmää*. Naps Solar Systems. URL: <https://napsolar.com/fi/aurinkosahko/akut-osana-aurinkosahkojarjestelmaa> (viitattu 11.02.2020).
- [45] *Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 – 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla*. Energiavirasto. 8. marraskuuta 2018.
- [46] Blomqvist, K., Kyläheiko, K. ja Virolainen, V.-M. Filling a gap in traditional transaction cost economics: towards transaction benefits-based analysis. *International Journal of Production Economics* 79.1 (2002), 1–14.

- [47] *Verkkotoiminnan luvanvaraisuus*. Energiavirasto. URL: <https://energiavirasto.fi/verkkotoiminnan-luvanvaraisuus> (viitattu 14.01.2020).
- [48] Mankiw, N. G. ja Taylor, M. P. *Economics*. Lontoo: Thomson Learning, 2006.
- [49] *Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta 9.8.2013/590*.
- [50] *Verkkoon liittäminen*. Energiavirasto. URL: <https://energiavirasto.fi/verkkoon-liittaminen> (viitattu 14.01.2020).
- [51] *Sääntelyn tavoitteena kohtuulliset hinnat ja hyvälaatuinen energiantoimitus*. Energiateollisuus ry. URL: https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkoverkot/lainsaadanto_ja_viranomaisvalvonta (viitattu 01.03.2020).
- [52] Honkapuro, S. *Regulation of electricity distribution*. Luentomateriaali kurssille BL20-A0401, Electricity Market. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT. 2019.
- [53] *Hinnoittelun valvonta*. Energiavirasto. URL: <https://energiavirasto.fi/hinnoittelun-valvonta> (viitattu 14.01.2020).
- [54] Nurmi, S. *Sähkömarkkinat nyt – Mitä tapahtui vuonna 2019*. Energiaviraston mediainfo. 14. tammikuuta 2020. URL: <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/13008633/S%C3%A4hk%C3%B6markkinat-2019-mediainfo-p%C3%A4ivitetty.pdf/c4a4e487-f431-1465-e287-34a494915f1d>.
- [55] Jamasb, T. ja Pollitt, M. Reference models and incentive regulation of electricity distribution networks: An evaluation of Sweden's Network Performance Assessment Model (NPAM). *Energy Policy* 36.5 (2008), 1788–1801.
- [56] Karppinen, T. Yksityinen haastattelu. 20. huhtikuuta 2020.
- [57] Bernstein, J. I. ja Sappington, D. E. M. Setting the X factor in price-cap regulation plans. *Journal of Regulatory Economics* 16.1 (1999), 5–26.
- [58] Blumsack, S. *Introduction to electricity markets. Lesson 5: Regulation of electric utilities*. The Pennsylvania State University. 2018. URL: <https://www.e-education.psu.edu/ebf483/node/624>.
- [59] *Economic regulation of electricity grids in Nordic countries*. NordREG. Joulukuu 2011.
- [60] Kuosmanen, T., Saastamoinen, A. ja Sipiläinen, T. What is the best practice for benchmark regulation of electricity distribution? Comparison of DEA, SFA and Stochastic Frontier Analysis (SFA) methods. *Energy Policy* 61 (2013), 740–750.
- [61] Saastamoinen, A., Bjørndal, E. ja Bjørndal, M. Specification of merger gains in the Norwegian electricity distribution industry. *Energy Policy* 102 (2017), 96–107.
- [62] Forsström, J. *Sähköverkkoyhtiön kustannusrakenneneutraali valvontamalli*. Tekninen raportti VTT-R-00517-19. VTT, 6. toukokuuta 2019.
- [63] Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, S., Salovaara, K., Annala, S. ja Makkonen, M. *Sähkömarkkinat – opetusmoniste*. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2017.
- [64] Kuosmanen, T. ja Nguyen, T. Capital bias in the Nordic revenue cap regulation: Averch-Johnson critique revisited. *Energy Policy* 139 (2020), 111355.
- [65] Averch, H. ja Johnson, L. L. Behavior of the firm under regulatory constraint. *The American Economic Review* 52.5 (1962), 1052–1069.

- [66] Shapiro, A. C. *Capital budgeting and investment analysis*. Pearson Education Inc., 2005.
- [67] Parviainen, A. *Vantaalla toimiva Relacom on jättänyt konkurssihakemuksen*. Yleisradio Oy. 14. marraskuuta 2019. URL: <https://yle.fi/uutiset/3-11068513> (viitattu 05.03.2020).
- [68] Kontu, A. Sustainable competitive advantage in the industrial service business. Tohtorinväitöskirja. Vaasan yliopisto, joulukuu 2019.
- [69] Pylvänäinen, J. Yksityinen haastattelu. 6. huhtikuuta 2020.
- [70] Matikainen, M. ja Latsa, A. Yksityinen haastattelu. 9. huhtikuuta 2020.
- [71] Meeus, L. Yksityinen haastattelu. 3. huhtikuuta 2020.
- [72] *Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2017*. Energiavirasto. 25. huhtikuuta 2018.
- [73] Haffner, R., Heidecke, L., van Til, H., Ryszka, K., Fritz, W., Ladermann, A., Catalini, E., Christensen, S. L., Øvlisen, F. R., Downie, G., Hall, S., McRobb, L., Auer, H. ja Hancher, L. *Do current regulatory frameworks in the EU support innovation and security of supply in electricity and gas infrastructure? Final report*. Euroopan unioni. Luxemburg, 17. toukokuuta 2019.
- [74] Äijälä, M. ja Kirikal, L. *Kysyntäjoustoja tukevat valvontamenetelmät sähkön jakeluverkkotoiminnassa*. Energiavirasto, Ernst & Young Oy. 13. huhtikuuta 2018.
- [75] *Open energy networks. Consultation paper*. Australian Energy Market Operator ja ENA. 2018. URL: <https://www.aemo.com.au/-/media/Files/Electricity/NEM/DER/2018/OEN-Final.pdf>.
- [76] *Demand management incentive scheme. Electricity distribution network service providers*. AER. 14. joulukuuta 2017.
- [77] *Demand management innovation allowance mechanism. Electricity distribution network service providers*. AER. 14. joulukuuta 2017.
- [78] *Demand management incentive scheme and demand management innovation allowance – Rule change request. Submission to the Australian Energy Market Commission*. ENA, 1. maaliskuuta 2019. URL: https://www.energynetworks.com.au/assets/uploads/20190301_ena_dmis_rule_change_proposal_to_aemc.pdf.
- [79] *Application guidelines. Regulatory investment test for distribution*. AER. 14. joulukuuta 2018. URL: https://www.aer.gov.au/system/files/AER%20-%20Final%20RIT-D%20application%20guidelines%20-%202014%20December%202018_0.pdf.
- [80] *National Electricity Rules, lause 5.17.3(e)*. Australian Energy Market Commission.
- [81] *Regulatory investment test and guidelines*. AER. URL: <https://www.aer.gov.au/taxonomy/term/1364> (viitattu 28.04.2020).
- [82] *Hallituksen esitys laeiksi sähkömarkkinalain, sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain ja Energiavirastosta annetun lain 1 §:n muuttamisesta. Hankenro TEM063:00/2019*. Työ- ja elinkeinoministeriö.
- [83] *Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 5.6.2019/943*. Euroopan unioni.
- [84] *Kantapaperi. ET:n näkemys jakeluverkonhaltijan roolista kysyntäjouston mahdollistajana*. Energiateollisuus. 8. maaliskuuta 2017. URL: <https://energia.fi/files/>

- 1698/Verkon_rooli_kysyntajoustossa_kantapaperi_hyvaksetty_20170308.pdf.
- [85] *Conclusions paper on new services and DSO involvement*. CEER. 22. maaliskuuta 2019.
- [86] *Clarifying the regulatory framework for electricity storage: Statutory Consultation on electricity generation licence changes and next steps*. Ofgem. 26. kesäkuuta 2019. URL: https://www.ofgem.gov.uk/system/files/docs/2019/06/storage_licensing_-_statcon_covering_letter_final_for_website.pdf.
- [87] *Työryhmä selvittämään energiaverotuksen uudistamista*. Tiedote. Valtiovarainministeriö. 13. marraskuuta 2019. URL: https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10623/tyoryhma-selvittamaan-energiaverotuksen-uudistamista (viitattu 18.04.2020).
- [88] Karhinen, S. ja Huuki, H. Private and social benefits of a pumped hydro energy storage with increasing amount of wind power. *Energy Economics* 81 (2019), 942–959.
- [89] *Guide to the RIIO-ED1 electricity distribution price control*. Ofgem. 18. tammikuuta 2017.
- [90] *Current network price controls (RIIO-1)*. Ofgem. URL: <https://www.ofgem.gov.uk/network-regulation-riio-model/current-network-price-controls-riio-1> (viitattu 01.04.2020).
- [91] Vehviläinen, I., Ryyänen, E., Hjelt, M., Descombes, L., Vanhanen, J. ja Partanen, J. *Energiaviraston valvontamenetelmissä sovellettavan innovaatiokannustimen arviointi*. Gaia Consulting Oy. 18. syyskuuta 2014.
- [92] *Incentives schemes for regulating DSOs, including for innovation*. Liite 4. CEER. 24. tammikuuta 2017.
- [93] *Innovaatiokannustimessa hyväksyttävät tutkimus- ja kehityskustannukset sähköverkkotoiminnan 4. ja 5. valvontajaksolla ja maakaasuverkkotoiminnan 3. ja 4. valvontajaksolla*. Energiavirasto. 5. helmikuuta 2016.
- [94] Lassila, J. *Sähköverkkotoiminnan sääntely ja siirtomaksut*. Energiateollisuus ry:n ohjausryhmätilaisuus. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT, 22. huhtikuuta 2020.
- [95] *CEER's 3D Strategy (2019–2021). Digitalisation, Decarbonisation, Dynamic regulation: CEER's 3D strategy to foster European energy markets and empower consumers*. CEER. 9. tammikuuta 2019.
- [96] *Committing to climate-neutrality by 2050: Commission proposes European Climate Law and consults on the European Climate Pact*. Euroopan unioni. 4. maaliskuuta 2020. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_335 (viitattu 24.04.2020).