

TAMPEREEN YLIOPISTO

Johtamiskorkeakoulu

Älyverkko vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan haastajana –
Case Suomen sähköliiketoiminta

Yrityksen johtaminen

Pro Gradu -tutkielma

Ohjaaja: Kari Lohivesi

Alexi Patana

Tiivistelmä

Tampereen yliopisto:	Johtamiskorkeakoulu, yrityksen johtaminen
Tekijä:	PATANA, ALEKSI
Tutkielman nimi:	Älyverkko vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan haastajana – Case Suomen sähköliiketoiminta
Pro Gradu –tutkielma:	133 sivua, 2 liitesivua
Aika:	Joulukuu 2017
Avainsanat:	Älyverkko, sähköliiketoiminta, horisontaalinen murros, siirtymä, alusta, ekosysteemi, vertikaalinen integraatio

Tutkielmassa kuvataan ja analysoidaan älyverkkoteknologian murrospotentiaalia suhteutettuna Suomen nykyisen sähköliiketoiminnan vertikaalisesti integroituneeseen toimintalogiikkaan. Suomen sähköliiketoiminnan nykytilaa lähestytään hallinnollisen sääntelyn, sähköalan poliittisten paineiden sekä tyypillisten kuluttaja-asiakkaiden näkökulmasta. Tutkimustavoitteena on analysoida älyverkkoteknologian potentiaalia muokata Suomen sähköliiketoiminnan toimintalogiikkaa uudenlaiseksi alustataloudellisen kehityksen näkökulmasta.

Tutkielman kirjallisuusosiossa perehdytään aluksi toimialan kilpailustrategiaa käsittelevään kirjallisuuteen muun muassa toimialarakenteen, kilpailuvoimien, vertikaalisen integraation ja alalle tulon esteiden osalta. Toimialan kilpailustrategian kirjallisuutta tarkastellaan suhteessa arvontuotantolähtöisyyden, häiriyttävän murroksen ja alustatalouden kirjallisuuteen, kuvaten etenkin horisontaalisten murrospaineiden syntymistä vertikaalisesti integroituneelle alalle. Toimialan kilpailustrategiaa käsittelevää kirjallisuutta sovelletaan erityisesti vakiintuneen sähköliiketoiminnan kuvaamisessa, kun taas alustatalouden kirjallisuutta sovelletaan älyverkon kuvaamiseen.

Tutkielma on luonteeltaan kvalitatiivinen tapaustutkimus, joka kuvaa ja analysoi tutkittavaa ilmiötä valitussa tutkimusympäristössä eli Suomen sähköliiketoiminnan kokonaisuudessa. Aineisto on kerätty olemassa olevista sekundaarisista lähteistä, joita aihepiiriin osalta on ollut saatavilla kattavasti.

Tutkielman tulosten pohjalta sähköalan regulaatio, energiapoliittiset paineet ja kuluttajien kasvavat vaatimukset synnyttävät muutospaineita nykyisen sähköliiketoiminnan toimintalogiikkaa kohtaan kaikilla sen vertikaalisesti integroituneilla osa-alueilla. Nämä muutospaineet ovat ajamassa Suomen sähkövoimajärjestelmää kohti rakenteellista muutosta. Älyverkkoteknologian kumulatiivinen yleistymisen voidaan arvioida todennäköiseksi Suomessa, etenkin Euroopan Unionin tukiessa ja edistäessä älyverkkoteknologisia ratkaisuja. Osittaista älyverkkoteknologian yleistymistä on tähän mennessä tapahtunut Suomessa muun muassa etäluettavien älymittareiden laajamittaisen käyttöönoton osalta. Älyverkkoteknologian tuottama horisontaalinen murros voidaan saatujen tutkimustulosten pohjalta todeta mahdolliseksi tulevaisuuden kehityssuunnaksi Suomen sähköliiketoiminnalle.

1 JOHDANTO.....	1
1.1 Johdatus tutkimusaiheeseen	1
1.2 Tutkimuskysymys	3
1.3 Tutkielman näkökulma ja rajaukset	3
1.4 Asemointi aiempaan tutkimukseen	4
1.5 Keskeiset käsitteet	4
1.6 Tutkielman rakenne.....	5
2 ALUSTATALOUDELLINEN SIIRTYMÄ VERTIKAALISESTI INTEGROITUNEEN TOIMIALAN HÄIRIYTTÄJÄNÄ	6
2.1 Toimiala liiketoiminnan analysoinnin yksikkönä	6
2.1.1 Toimiala ja toimialan rajaaminen.....	6
2.1.2 Toimialan elinkaari, evoluutio ja luominen	8
2.1.3 Geneeriset kilpailustrategiat toimialalla.....	9
2.2 Integroituminen ja monialaisuus liiketoiminnassa	11
2.2.1 Vertikaalinen ja horisontaalinen integraatio	11
2.2.2 Toimialan vertikaalinen integroituminen ja alalle tulon esteet	13
2.2.3 Konglomeraatit, ulkoistaminen ja alihankinta	15
2.3 Vakiintunutta toimialaa häiriyttävä murros.....	17
2.3.1 Arvontuotantolähtöiset strategiat	17
2.3.2 Häiriyttävä murros.....	19
2.3.3 Radikaalit innovaatiot	21
2.3.4 Häiriyttävä innovaatio, radikaali innovaatio ja liiketoimintamalli-innovaatio	24
2.4 Alustatalous vakiintuneen liiketoimintalogiikan häiriyttäjänä.....	25
2.4.1 Ekosysteemit ja alustat	26
2.4.2 Pilvilaskenta liiketoiminnan peruseriaatteiden murroksen taustalla	32
2.4.3 Toimialan kilpailustrategian kirjallisuuden vakiintuneiden peruseriaatteiden murros .	33
2.4.4 Tuotantorakenteen murros: prosumerismi ja joukkoistaminen.....	35
2.4.5 Prosumerismi ja joukkoistaminen fyysisen hyödykkeen markkinoilla.....	38
2.4.6 Horisontaalinen murros alustataloudessa	39
2.5 Yhteenvedo: tutkielman teoreettisen viitekehyksen määrittäminen	43

3 METODOLOGIA	45
3.1 Tutkimusmetodina kvalitatiivinen tapaustutkimus	45
3.2 Aineisto ja aineiston analysointi	46
3.2.1 Aineisto ja sen hankinta	46
3.2.2 Havaintojen muodostaminen ja tutkimusprosessin eteneminen.....	48
3.2.3 Tutkielman sisältöanalyysi	50
3.3 Tutkielman luotettavuuden arviointi ja rajoitteet	51
3.3.1 Luotettavuuden ja validiteetin arviointi	51
3.3.2 Tutkimustulosten yleistäminen ja kontribuutio.....	54
4 VERTIKAALISESTI INTEGROITUNUT SÄHKÖLIIKETOIMINTA SUOMESSA	55
4.1 Sähköliiketoiminnan vertikaalinen integroituminen Suomessa	55
4.2 Sähkön siirto ja sähkönjakelu.....	57
4.2.1 Suomen sähköverkkoyhtiöiden järjestelmä.....	57
4.2.2 Nord Pool AS:n sähkötörssi valtioiden sähkövoimajärjestelmien tasapainottajana	59
4.2.3 Häviösähkö analogisessa sähköverkossa	61
4.2.4 Analogisen sähköverkon toimitusvarmuus ja sen kehittäminen	64
4.2.5 Jakeluverkkoyhtiöiden paikallisten monopolien hintasäätely.....	68
4.3 Sähköntuotanto, sähkönkulutus ja sähköntuonti Suomessa	72
4.3.1 Sähkön kulutuksen ja tuotannon mittaaminen Suomen tasolla.....	72
4.3.2 Sähköntuotannon rakenne ja energiapoliittinen kehitys.....	73
4.3.3 Perusvoima, säätövoima ja tehoreservi	76
4.3.4 Sähköntuonti ja sähkönvienti sekä Suomen omavaraisuusaste.....	77
4.3.5 Syöttötariffi ja tuulivoima suhteessa muun sähköntuotantoon kehitykseen	80
4.4 Sähkönmyynti kuluttaja-asiakkaille	83
4.4.1 Sähkön hinnan muodostuminen kuluttajan näkökulmasta	83
4.4.2 Sähkönmyyjän ja sähkömyyntisopimuksen valinta	84
4.4.3 Sähkön alkuperätakuu	85
4.4.4 Kuluttaja-asiakkaiden sähkönkäyttö ja lämmitysmuodot Suomessa	87
4.4.5 Kotitalouden mahdollinen ylijäämäsähkö	90
4.5 Suomen vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan ominaispiirteet.....	92

5 ÄLYVERKKOTEKNOLOGIA	93
5.1 Älyverkkoteknologia kehittyvänä teknologiana.....	94
5.1.1 Älyverkon sukupolvet	94
5.1.2 Poliittinen paine älyverkkoteknologian lisäämiseksi ja kehittämiseksi Suomessa	95
5.2 Älyverkon optimointimoottori ja tietotekniikka	96
5.2.1 Optimointimoottori ja itsekorjautuvuus älyverkossa.....	96
5.2.2 Optimointimoottori ja itsekorjautuvuus tietoteknisenä kokonaisuutena	97
5.2.3 Älyverkon tietotekniset kehityshaasteet.....	99
5.3 Hajautettu energiantuotanto ja akkuteknologia.....	100
5.3.1 Sähköenergian varastointi	101
5.3.2 Kotiakkuteknologia ja hajautettu energiantuotanto, Case Tesla Energy.....	102
5.3.3 Sähköautot suhteessa kotiaakuun ja sähkön kokonaiskulutukseen.....	104
5.4 Mikroverkot ja prosumerismi älyverkossa.....	105
5.4.1 Mikroverkoista muodostuva dynaaminen älyverkosto	105
5.4.2 Mikroverkon saareutuminen	107
5.4.3 Älykodit ja prosumerismi älyverkossa.....	108
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	109
6.1 Yhteenveto Suomen sähköliiketoiminnan muutospaineista.....	109
6.2 Suomen sähköliiketoiminnan mahdolliset kehityspolut.....	110
6.3 Älyverkkoteknologian mahdollistama horisontaalinen murros	112
6.4 Tutkimusasetelman arviointi ja jatkotutkimusehdotukset.....	117
LÄHTEET	119
Liite 1: Kantaverkon ja jakeluverkkojen omistussuhteet	134

Kuviot

Kuvio 1. Toimialojen rajautuminen	6
Kuvio 2. Vertikaalinen ja horisontaalinen integraatio tuotantoketjuissa	11
Kuvio 3. Vertikaalisesti integroituneen toimialan tuotantoketjurakenne.....	15
Kuvio 4. Teknologian hinta-suorituskyky-suhteen kehittyminen	22
Kuvio 5. Ekosysteemit ja alustat	29
Kuvio 6. Horisontaalisen murroksen eteneminen	41
Kuvio 7. Siirtymä vertikaalisesti integroituneesta toimialarakenteesta alustatalouteen	43
Kuvio 8. Systemaattinen yhdistely.....	49
Kuvio 9. Vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan osa-alueet.....	56
Kuvio 10. Sähkön kulutuksen jakautuminen vuonna 2016	72
Kuvio 11. Sähköntuotanto Suomessa energialähteittäin 2016	74
Kuvio 12. Suomen sähköntuotannon kehitys energialähteittäin	75
Kuvio 13. Sähkön tuonnin ja viennin kehitys	78
Kuvio 14. Kotitalouksien sähkön kokonaishinnan koostuminen	84
Kuvio 15. Alkuperäsertifioidun sähkön myynti	86
Kuvio 16. Neljän asukkaan omakotitalon sähkönkulutuksen tyypillinen jaottelu ei-sähkölämmitettyssä asunnossa vuosina 1993, 2006 ja 2011	87
Kuvio 17. Suorasähkölämmiteinen neljän asukkaan talo vuonna 2011.....	88
Kuvio 18. Uusien omakotitalouksien lämmönlähdevalintojen kehitys	90
Kuvio 19. Suomen vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan ominaispiirteet	92
Kuvio 20. Älyverkon mahdollistamat sähköliiketoiminnan kehityspolut.....	93
Kuvio 21. Sähköliiketoiminnan kehityspolut aineiston pohjalta	111
Kuvio 22. Suomen sähköliiketoiminnan mahdollinen horisontaalinen murros.....	115

Taulukot

Taulukko 1. Siirtovarmuuden indikaattorit	65
Taulukko 2. Pien- ja keskijänniteverkon maakaapelointiasteen kehityssennuste.....	67
Taulukko 3. Älyverkkojen sukupolvet	94

1 JOHDANTO

1.1 Johdatus tutkimusaiheeseen

”(Suomen) sähkömarkkinat ovat tienhaarassa, nykyisellä kehityspolulla jatkaminen ei ole vaihtoehto. Sähkötuotannon rakenteen muuttuessa nopeasti nykymuotoisen markkinamekanismin toiminta ja sähkön toimitusvarmuus ovat uhattuna”

– Fingrid (2016b, 19).

Sähkö on yleiseen elämiseen tarvittava käyttöhyödyke, jota ilman moderni elämä nykyisellään ei olisi mahdollista (Puolustusministeriö, 2009; Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014; Kopsakangas-Savolainen, 2002). Puolustusministeriö (2009) vertaa pitkäaikaisia sähkökatkoksia sotaa vastaavaksi tilaksi. Sähköliiketoiminta oli muun muassa tästä syystä alun perin valtion monopoliin alaista toimintaa. 2000-luvun lähestyessä useimmat valtiot dereguloivat ja vapauttivat sähköliiketoiminnan kaupallisen kilpailun alaiseksi. Suomi vapautti tuolloin sähkötuotannon ja sähkönmyynnin markkinaehtoisena kilpailun alaiseksi. Sähkönsiirto eli korkeajännitekaapeleiden ylläpito ja rakentaminen siirrettiin valtionyhtiö Fingrid Oyj:lle. Paikallisten sähköverkkojen hallinta vapautettiin monopolilainsäädännöllä ohjailuille jakeluverkkoyhtiölle, jotka ylläpitävät Suomessa matalajännitteistä jakeluverkostoa, jolla sähkö tuodaan sen loppukäyttäjille. (Kopsakangas-Savolainen, 2002.)

Carvallon ja Cooperin (2015) mukaan *analogiseen sähköverkkoon* pohjautuva sähköliiketoiminta on rakenteeltaan vakiintunut tyypillisesti valtioittain samanlaiseksi ympäri maailman. Vakiintunut sähköliiketoiminta voidaan jakaa kolmeen *analogisen sähkövoimajärjestelmän* muodostavaan toimintoon: sähkötuotantoon, sähkönsiirtoon ja -jakeluun sekä sähkönmyyntiin. Näiden toimintojen suhteen sähköverkkoliiketoiminta on tyypillisesti ollut vertikaalisesti integroitunutta eli nämä kolme toimintoa muodostavat tyypillisesti valtioittain ainoan vakiintuneen sähköalan tuotantoketjun. (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014.)

Kopsakangas-Savolaisen (2002) mukaan Suomen sähköliiketoiminta pohjautuu näiden kolmen toiminnon osalta vertikaalisesti integroituneeseen yhtenäiseen analogiseen sähkövoimajärjestelmään. Kuluttaja-asiakkaiden näkökulmasta tämä tarkoittaa sitä, että tarjolla on yksi verkkovirran massamarkkina, joka palvelee kaikkia asiakkaita samalla tavalla. Asiakkaiden tarpeet ja valveutuneisuus sähkön osalta ovat kuitenkin kasvaneet luoden sähköalalle uudenlaisia muutospaineita muun muassa sähkön toimitusvarmuuden, hintavakauden ja ympäristöystävällisyyden näkökulmista. (Carvallo & Cooper, 2015, 146–157.)

Analogisten sähkövoimajärjestelmien toimintalogiikka on rakentunut pääasiassa *keskitettyjen tuotantomuotojen* ulkoisista tekijöistä riippumattoman ja säädeltävän sähkön suurtuotannon ympärille (EPA, 2017; Bush, 2014). Keskitetty tuotanto on muodostunut tyypillisesti ydinvoimasta, vesivoimasta ja fossiilisia polttoaineita, kuten öljyä ja kivihiiltä, hyödyntävästä tuotannosta (Bush, 2014, 160–161; Carvallo & Cooper, 2015; EPA, 2017). Sähköntuotannon energiapolitiinen ohjaus on kuitenkin lisääntynyt muun muassa ilmaston lämpenemisen myötä. Ympäristöystävälliseksi luokiteltua uusiutuvaa sähköntuotantoa, kuten tuuli- ja aurinkovoimaa, tuetaan, kun taas ympäristölle haitalliseksi havaittua fossiilisten polttoaineiden tuotantoa pyritään vähentämään. Myös ydinvoiman osuutta tuotannosta pyritään pienentämään pitkällä aikavälillä, vaikka se ei edistä ilmaston lämpenemistä. (TEM, 2016; Carvallo & Cooper, 2015.)

Energiapolitiikka on näin johtanut kehitykseen, jossa keskitetyn tuotannon osuus sähkön kokonaistuotannosta pienenee ja tuotannoltaan säästä riippuvaisen tuulivoiman osuus kasvaa. Suomen vakiintunut sähköala on tämän rakennemuutoksen myötä ajautumassa tilanteeseen, jossa analogisen sähkövoimajärjestelmän toimitusvarmuus ja tuotantokapasiteetti heikkenevät sähkön kysynnän samanaikaisesti noustessa. Tämän kehityksen myötä Suomen vakiintuneen sähköalan toimintalogiikka ei voi säilyä sellaisenaan heikkenevän toimitusvarmuuden ja omavaraisuuden johdosta. (Fingrid, 2016b, 2, 19; TEM, 2017; ENTSO-E, 2016.)

Älyverkkoteknologia mahdollistaa uudenlaisia liiketoiminnallisia ja teknologisia toimintalogiikoita sähköalalla (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014). Digitalisaatio, tietotekniset murrokset sekä älytekniikka ovat 2000-luvun alusta lähtien johtaneet horisontaalisten murrospaineiden syntymiseen useilla aloilla. Tällaiset murrospaineet voivat johtaa horisontaalisen murroksen kautta siirtymään vakiintuneista toimialarakenteista sekä toimintalogiikoiltaan että tuotantorakenteiltaan uudenlaisiin alustataloudellisiin liiketoimintarakenteisiin. (Shaughnessy, 2015.) Älyverkkoteknologian avulla näitä horisontaalisia murrospaineita synnyttäviä ilmiöitä voidaan hyödyntää sähköalalla vastaten erilaisiin muutospaineesiin uudenlaisilla tavoilla (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014).

Älyverkkoteknologian tuottamaa uudenlaista murrospotentiaalia sähköalalle voidaan tutkia suhteessa kuluttajien kasvaviin tarpeisiin ja Suomen energiapoliittisiin paineesiin. Toistaiseksi sähköalalla ei ole tapahtunut älyverkkoteknologian horisontaalista murrosta (ks. Carvallo & Cooper, 2015; Vingerhoets & Chebbo & Hatziarguriou, 2016), mutta Suomen sähköliiketoiminnan kontekstissa älyverkkoteknologian murrospotentiaalia voidaan kuitenkin analysoida alustataloudellisen siirtymän potentiaalisesti aiheuttavana teknologiana.

1.2 Tutkimuskysymys

Tutkielmassa kuvataan älyverkkoteknologian teknologista ja liiketoiminnallista disruptio-potentiaalia sähköliiketoiminnan alalla. Tutkimusympäristönä on Suomen vakiintunut sähköliiketoiminta Suomen nykyisessä teknologisessa, poliittisessa ja hallinnollisessa kontekstissa. Tavoitteena on kuvata ja analysoida liiketoiminnallisesta näkökulmasta uuden älyverkkoteknologian potentiaalia disruptoida Suomen sähköliiketoiminnan toimintalogiikkaa.

Vastataksaan tähän tutkimuskysymykseen tutkielman tulee:

- ⤴ Kuvata Suomen vakiintuneen sähköliiketoiminnan toimintalogiikkaa ja siihen liittyvää hallinnollista ja poliittista ohjausta
- ⤴ Kuvata kehittyvän älyverkkoteknologian mahdollistamia uusia alustataloudellisia avauksia sähköliiketoimintaan
- ⤴ Analysoida älyverkon ja siihen liittyvän teknologian tarjoamaa liiketoiminnallista potentiaalia suhteessa sekä vakiintuneen sähköliiketoiminnan tarjoamiin asiakashyötyihin että Suomen energiapoliittisiin muutospainaisiin

1.3 Tutkielman näkökulma ja rajaukset

Tutkielmassa keskitytään sähköliiketoimintaan liiketoiminnallisesta näkökulmasta. Teknologiaa kuvataan tutkielmassa liiketoiminnallisesti oleellisten toimintojen osalta ja teknologian oletetaan toimivan lähdekirjallisuuden kuvauksen mukaisesti. Lakitekstiä hyödynnetään Suomen sähköliiketoiminnan kuvaamiseen ja ymmärtämiseen, ei lakitieteellisestä näkökulmasta.

Tutkielman kaksi pääasiallista näkökulmaa, joiden kautta aineisto on kerätty ja sitä käsitellään, ovat yhtäältä liiketoiminnan alan ja toisaalta kuluttaja-asiakkaan näkökulma. Ilmiöitä käsitellään pääasiassa makrotasolla poliittisen päätännän vaikutusten pohjalta muodostuvien Suomen sähköalan nykyisten ja tulevaisuuteen kohdistuvien vaatimusten osalta. Älyverkon uusien avausten potentiaalia arvioidaan pääasiassa suhteutettuna makrotason kuvaukseen Suomen sähköliiketoiminnasta ja sen ominaispiirteistä. Kuluttaja-asiakkaan osalta tutkielma on rajattu käsittelemään yksityisiä omakoti- ja kerrostaloissa asuvia sähkönkuluttajia, jotka toistaiseksi ostavat sähkönsä Suomen kuluttajille suunnatulta sähkömyynnin markkinoilta (ks. TEM, 2016; Kopsakangas-Savolainen, 2002).

Tutkielmassa huomioidaan sähköliiketoimintaan kokonaisuutena vaikuttavaa kehitystä, kuten sähköautojen mahdollista yleistymistä. Sähköajoneuvoja käsitellään sähköliiketoimintaan liittyvänä tekijänä, sillä sähköautoteknologia toimii ja on kehittynyt läheisessä yhteydessä kotiakkuteknologian kanssa (ks. Tesla, 2017a; 2017b; 2017c). Lisäksi sähköajoneuvojen vaikutus sähköjärjestelmään kokonaisuutena on merkittävä muun muassa kokonaiskulutuksen osalta (Carvallo & Cooper, 2015; TEM, 2016). Tutkielmassa on noudatettu vastaavaa toimintalogiikkaa läpi tutkimusprosessin: sähköalaan kytkeytyviä merkittäviä tekijöitä on käsitelty siltä osin kuin ne liittyvät suoraan tai välillisesti tutkittavaan ilmiöön.

1.4 Asemointi aiempaan tutkimukseen

Tutkielma mukailee kategorisoinniltaan ja määritelmiltään siinä käytettyä lähdekirjallisuutta liiketoiminnallisella näkökulmalla. Aiempi tutkimus aiheeseen liittyen sekä muut tutkielmassa käytetyt lähteet sisältävät kategorisointia ja kuvausta vertikaalisesti integroituneen analogisen sähköverkon osalta. Myös älyverkkoteknologioiden osalta kategorisoinnissa ja kuvaamisessa on mukailtu käytettyä kirjallisuutta, etenkin Carvalloa ja Cooperia (2015) sekä Bushia (2014).

Tutkielma laajentaa älyverkkoa käsittelevien lähteidensä kirjallisuutta perehtymällä valtiollisiin energiapoliittisiin ja sähköliiketoiminnallisiin ominaispiirteisiin. Tutkielmalla pyritään tuottamaan suhteutettavaa tutkimustietoa älyverkkoteknologian potentiaalisen horisontaalisen murroksen syntymisen ja etenemisen ymmärtämiseen yhden valtion sisäisen sähköalan kokonaisuuden kontekstista. Tutkielmassa perehdytään näin aiemman tutkimustiedon liittämiseen reaaliseen ja rajattuun vakiintuneen sähköliiketoiminnan kokonaisuuteen.

1.5 Keskeiset käsitteet

Analoginen sähköverkko: Vakiintuneessa sähköliiketoiminnassa käytössä oleva älyverkkoteknologiaton sähköverkko. Analogista sähköverkkoa hyödyntävää sähkövoimajärjestelmää kutsutaan tutkielmassa analogiseksi sähkövoimajärjestelmäksi.

Hajautettu energiantuotanto: Hajautetussa energiantuotannossa sähköä ja/tai lämpöenergiaa ei tuoteta suurissa määrin keskitetysti, kuten esimerkiksi ydinvoimaloissa, vaan tuotanto on pääasiassa useiden eri tuotantolaitteiden vähittäisestä tuotannosta koostuvaa. Tutkielmassa hajautetulla tuotannolla viitataan muun muassa sähkönkuluttajan kodin yhteydessä hyödynnettävien polttoaineettomien energiantuotantomuotojen, kuten aurinkopaneelien, hyödyntämiseen. (ks. Carvallo & Cooper, 2015; Vingerhoets ym., 2016.)

Kotiakku: Sähkön käyttöpaikan, kuten omakotitalon, kerrostaloasunnon tai liiketilan, yhteyteen sijoitettava akku. Kotiakku voi säilöä sähköenergiaa lähelle sen lopullista käyttöpaikkaa mahdollistaen näin sähkön kulutuksen eri aikaan kuin sähkö on tuotettu tai vastaanotettu verkosta. (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014.)

Ulkoinen toimija: Alustayrityksen ulkopuolinen yksityinen henkilö, asiantuntija, yritys tai muu taho, joka toimii jollakin tapaa alustan sisällöntuottajana ilman varsinaista sopimusta, suoraa korvausta tai palkkasuhdetta alustayritykseltä (Shaughnessy, 2015).

Älyverkko: Älykäs sähköverkko eli älyverkko (*smart grid*) on sähköverkon, tietoliikenneverkoston, ohjelmiston ja tietokonelaitteiston yhdessä muodostama kokonaisuus, joka mahdollistaa sähköntuotannon, jakelun, säilyttämisen ja kuluttamisen seurannan sekä hallinnan automatisoidusti ja interaktiivisesti. Älyverkko toimii itsenäisesti korjaten, muokaten ja keräten tietoa itsestään. (Carvallo & Cooper, 2015, 1; Vingerhoets ym., 2016; Bush, 2014.)

1.6 Tutkielman rakenne

Tutkielma koostuu kuudesta luvusta. Luku 1 sisältää johdannon tutkittavaan aiheeseen, asemoi tutkielman aiempaan tutkimustietoon sekä yksilöi tutkimuskysymykset. Luvussa avataan tutkimusaiheen merkityksellisyyttä sekä määritellään aineiston kannalta oleellista termistöä.

Luku 2 muodostaa tutkielman kirjallisuusosion. Luvussa tarkastellaan ensin vakiintuneen sähköliiketoiminnan kuvaamiseen soveltuvaa toimialan kilpailustrategian kirjallisuutta. Tämän jälkeen perehdytään arvontuotantolähtöisyyteen ja häiriyttävään murrokseen pohjautuvaan kirjallisuuteen, sekä lopulta tarkastellaan älyverkkoteknologian kuvaamiseen soveltuvaa alustatalouden kirjallisuutta. Teoreettisessa viitekehyksessä kuvataan alustataloudellista horisontaalista murrosta, joka voi johtaa vakiintuneen ja vertikaalisesti integroituneen toimialan toimintalogiikan korvautumiseen täysin uudella liiketoimintaympäristöllä.

Luku 3 keskittyy tutkielman metodologisiin valintoihin, tutkimusprosessin etenemiseen, tutkimusmetodeihin, sekä tutkimusstrategiaan aineiston valitun keräämistävän ja analysoinnin osalta. Lisäksi luvussa arvioidaan tutkielman luotettavuutta sekä tutkimustulosten yleistämistä ja suhteuttamista muihin konteksteihin.

Luvussa 4 kuvataan Suomen nykyinen sähköliiketoiminta sen kolmen eriteltävän osa-alueen pohjalta. Luku 5 sisältää kuvauksen älyverkkoteknologian nykytilasta, sen mahdollisesta tulevaisuuden kehityksestä ja liiketoiminnallisesta potentiaalisesta. Luvussa 6 analysoidaan ja pohditaan vastauksia tutkimuskysymyksiin.

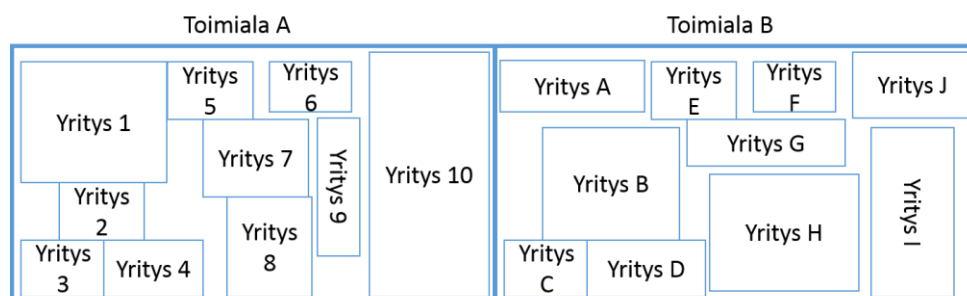
2 ALUSTATALOUDELLINEN SIIRTYMÄ VERTIKAALISESTI INTEGROITUNEEN TOIMIALAN HÄIRIYTTÄJÄNÄ

2.1 Toimiala liiketoiminnan analysoinnin yksikkönä

2.1.1 Toimiala ja toimialan rajaaminen

Toimiala on yksi liiketoiminnan yksikkö, jossa liiketoiminnan kehitystä voidaan mitata ja vertailla. Toimialan käsitteellä on mahdollista rajata, kategorisoida ja vertailla erilaisia liiketoiminnallisia kokonaisuuksia. (Baum & McGahan, 2004; Porter, 1980.) Toimialat voidaan määritellä useilla eri tavoilla. Tässä tutkielmassa toimialan käsitteellä viitataan ryhmään yrityksiä, joiden pääasiallinen liiketoiminnallinen toiminta on samankaltaista toimintatapojen pääpiirteiden ja tuotettujen hyödykkeiden osalta. Samaan toimialaan kategorisoidut yritykset ovat näin tuottamilta hyödykkeiltään ja toiminnaltaan sekä tulojensa muodostamisen osalta jokseenkin vertailukelpoisia. (Investopedia, 2016a.) Toimialalla kilpailevat yritykset tuottavat toisiaan ainakin osin vastaavia ja korvaavia hyödykkeitä (Porter, 1980, 5).

Porterin (1980) mukaan on oleellista määritellä toimiala sekä riittävän lavasti että suppeasti, sillä epäonnistunut toimialarajaus haittaa toimialan analysointia. Toimialojen rakennetta ja kilpailua analysoitaessa toimiala voidaan rajata kahden ulottuvuuden, hyödykkeen laajuuden ja maantieteellisen laajuuden, avulla. Hyödykkeen laajuudella viitataan siihen, millaisia tarpeita tuotettu hyödyke palvelee ja miten, maantieteellisellä laajuudella puolestaan viitataan toimialan rajautumiseen toiminta-alueeltaan. Näiden ulottuvuuksien rajauksesta muodostuu toimialan raamit. (Porter, 1980.) Porterin (1980) sekä Baumin ja McGahanin (2004) mukaan toimialan rakenne on pitkällä aikavälillä tyypillisesti suhteellisen pysyvä, vaikka toimialan raamien sisällä tapahtuu jatkuvia vähittäisiä muutoksia. Tältä pohjalta toimiala voidaan käsittää kuvion 1 havainnollistamalla tavalla. Kuvio 1 kuvaa toimialan raameja kahdella erilaista toimintaa sisältävällä toimialalla, joilla toimii erilaisia kilpailevia yrityksiä 1–10 ja A–I. Toimialat muodostavat näin kokonaisuuksia, jotka tuottavat tietynlaisia hyödykkeitä asiakkailleen.



Kuvio 1. Toimialojen rajautuminen (ks. Porter, 1980; Baum & McGahan, 2004)

Tuotantoketju ja kilpailuvoimat

Fyysisen hyödykkeen eli esimerkiksi tuotteen tai ei-automatisoidun palvelun tuottaminen vaatii tyypillisesti jonkinlaisen *tuotantoketjun* olemassaoloa (Mentzer & Dewitt & Keebler & Soonhong & Nix & Smith & Zacharia, 2001). Tuotantoketju on järjestelmä, joka muodostuu organisaatioista, resursseista, tiedosta, ihmisistä ja muista toimijoista, jotka vaikuttavat hyödykkeen tuottamiseen sekä siirtymiseen resurssista mahdollisten alihankkijoiden kautta loppukäyttäjälle. Tuotantoketjussa toimivan yrityksen näkökulmasta tuotantoketjun kustannusten hallinta on yksi keskeisiä tuotantoketjun yrityksen kannattavuutta parantavia tekijöitä. (Porter, 1980; 1985; Kozlenkova & Hult & Lund & Mena & Kecec, 2015.)

Tyypillisesti toimivat tuotantoketjut siirtävät esimerkiksi raaka-aineesta tuottamansa hyödykkeet alihankkijoiden kautta toimitusketjua pitkin loppuasiakkaalle (La Londe & Masters, 1994). Koko tuotantoketjun toiminnalla on välillisesti merkitystä myös hyödykkeen loppuasiakkaalle muun muassa hyödykkeen hinnan, saatavuuden ja siihen liittyvien muiden palvelujen osalta (Kozlenkova ym., 2015). Tuotantoketjut ovat etenkin kilpailun näkökulmasta yritykselle keskeisiä rakenteita: mikäli yksi yritys kykenee hallitsemaan ja ohjailemaan koko tuotantoketjua, yrityksellä on mahdollisuus parantaa kannattavuuttaan muiden ketjun toimijoiden kustannuksella (Porter, 1980;1985; Mahoney, 1992; Mpoyi, 2003; Kozlenkova ym. 2015). Yksittäinen toimija voi kuulua useaan eri tuotantoketjuun (Mentzer ym, 2001).

Kilpailu ei rajoitu vain toimialalla hetkellisesti havaittaviin kilpailijoihin, vaan Porterin (1980) mukaan toimialan kannattavuuteen ja kilpailuun vaikuttavat viisi kilpailuvoimaa ovat:

1. Alan olemassa olevat kilpailijat
2. Alihankkijat
3. Ostajat
4. Mahdolliset uudet tulokkaat
5. Korvaavat tuotteet

Tuotantoketjun näkökulmasta olemassa olevat kilpailijat ovat samassa tuotantoketjun vaiheessa toimivia yrityksiä, jotka kilpailevat samoista asiakkaista. Alihankkijat puolestaan toimivat toimijaa aiemmassa tuotantoketjun vaiheessa ja ostajat tuotantoketjun myöhemmässä vaiheessa. (Porter, 1980; 1985.) Korvaavat tuotteet puolestaan tulevat Porterin (1980) mukaan toimialan ulkopuolelta ja voivat heikentää koko toimialalla toimimisen kannattavuutta.

2.1.2 Toimialan elinkaari, evoluutio ja luominen

Porterin (1980) sekä Baumin ja McGahanin (2004) mukaan yritysjohdon tulee ymmärtää kilpailua toimialan sisällä ja johtaa yritystä menestyksellä toimialan eri kehitysvaiheiden läpi. Toimialan muodostumista ja kehitystä voidaan kuvata seuraavalla tavalla Baumin ja McGahanin (2004) toimialan elinkaaren vaiheiden (1–4) kautta.

Toimialan muodostumisessa ensimmäinen vaihe on (1) *kokeiluvaihe*, jossa yritykset innovoivat liiketoimintamalleja kokeillen erilaisia toimintatapoja ja ratkaisuja samanlaisten tarpeiden täyttämiseen. Ajan myötä jokin toimintatapa mahdollistaa tiettyjen yritysten skaalautumisen muita tehokkaammiksi ja suuremmiksi. Tästä toimintatavasta voi nousta toimialaa (2) *hallitseva toimintamalli*. Jotta jokin liiketoimintamalli yleistyy hallitsevaksi, sitä käyttävien yritysten on voitettava avainasiakkaiden, alihankkijoiden ja muiden oleellisten sidosryhmien hyväksyntä. Hallitsevan toimintamallin yleistyttyä useat toimialan piirissä toimineet liiketoimintamallit häviävät hallitsevaa mallia vähemmän kannattavina. Hallitsevan mallin kannattavuus mukautuu tuolloin jatkuvan kehityksen myötä vakaalle tasolle. Tällöin toimialaa voidaan pitää (3) *kypsänä toimialana*, jossa kehitys on hyvin vähittäistä. Tyypillisesti jossakin vaiheessa kypsän toimialan tuottavuus kääntyy laskuun esimerkiksi alihankkijoiden yllirasittumisen tai asiakkaiden tarpeiden täytyttyä. Toimialan hallitsevat eli vakiintuneet toimijat jäävät (4) *laskuvaiheessa* kilpailulliseen nollasummapeliin, jossa teknologian ja hallitsevan toimintamallin kehittymismahdollisuudet on jo käytetty. Tilanne avaa mahdollisuuksia täysin aiemmista poikkeaville liiketoimintamalleille. (Baum & McGahan, 2004, 2–4.)

Toimialan kehitystä voidaan de Witin ja Meyerin (2004) mukaan tarkastella myös joko toimialan evoluution tai luomisen näkökulmasta. *Toimialan evoluutiosta* puhuttaessa toimialan kehitys käsitetään autonomisena ja luonnollisena evoluutiota muistuttavana prosessina, jossa toimiala on yksittäisiä yrityksiä muovaava ympäristö. Luonnollisen evoluution tavoin, yksittäiset yritykset eivät kykene vaikuttamaan kehitykseen suoranaisesti, mutta toimialan kehitykseen mukautumattomat yritykset ajautuvat todennäköisesti konkurssiin. *Toimialan luomisen* näkökulmassa yksittäiset yritykset määrittävät toimialan kehityksen suhteen merkittäviksi, vaikka ne toimivatkin erilaisten sidosryhmien ja ulkopuolisten vaikuttajien alaisuudessa. Esimerkiksi toimialan teknologisia tekijöitä tai poliittista ympäristöä ei nähdä liiketoimintaa määrittelevänä tekijänä, vaan ennemmin raameina, joissa erilaisia strategisia ratkaisuja ja liiketoimintalogiikkoja voidaan luoda. Tässä näkökulmassa esimerkiksi uudenlainen liiketoimintamalli voi johtaa tilanteeseen, jossa yksittäinen yritys voi muuttaa pitkällä aikavälillä koko toimialan liiketoimintalogiikkaa. (de Wit & Meyer, 2004.)

Toimialan luomisen näkökulma soveltuu tämän pohjalta suoranaisesti sellaisenaan Baumin ja McGahanin (2004) mukaiseen elinkaari-ajatteluun. Toimialan evoluution logiikka puolestaan voidaan todeta toimialaa monimuotoisempaan ja arvaamattomampaan useiden toimijoiden luonnollisesti muuttuvana toimintaympäristönä kuvaavaksi.

2.1.3 Geneeriset kilpailustrategiat toimialalla

Porterin (1980; 1985) mukaan yrityksen on kyettävä tuottamaan jonkinlaista kilpailuetua menestyäkseen ja selvitäkseen toimialalla. Kilpailuedun saavuttamiseksi Porter jaottelee kaksi pääasiallista keinoa, jotka ovat *alhaiset kustannukset* ja *differointi*. Näiden pohjalta voidaan johtaa kolme geneeristä kilpailustrategiaa, jotka ovat (A) kustannusjohtajuus, (B) differointi sekä (C) fokusointi. (Porter, 1980, 35–41; 1985.)

Kustannusjohtajuutta (A) tavoitteleva strategia perustuu kilpailijoita alempien tuotantokustannusten saavuttamiseen. Kustannuksien minimoiminen läpi tuotantoketjun on kustannusjohtajuuden tavoittelussa keskeistä. Kustannusjohtajuuden strategiassa tavoite onkin tuottaa hyödykettä kilpailijoita edullisemmin, jolloin yritys voi toimia hintakilpailusta huolimatta kannattavasti matalammilla markkinahinnoilla kuin sen kilpailijat. Etenkin suuresta markkinaosuudesta tai tuotantoketjun alkupään vaiheiden hallinnasta on merkittävää hyötyä toimialan kustannusjohtajaksi pyrkivälle yritykselle. (Porter, 1980, 35–37.) Kustannusjohtajuuden tavoittelu on ollut 1900-luvulta lähtien yleinen kilpailustrategia, johon on tyypillisesti liittynyt vahva tuotantoketjun hallinta, korkeiden hierarkioiden kehittyminen sekä toiminnan, hyödykkeiden ja alihankinnan standardointi tai ulkoistaminen (Williamson & de Meyer, 2012).

Hyödykkeiden differointiin (B) keskittyvät yritykset puolestaan pyrkivät luomaan toimialalle jotakin yleisesti uniikkina ja erityisenä pidettävää arvoa. Tällaista arvoa voidaan tuottaa muun muassa onnistuneella brändäämisellä, hyödykkeen poikkeuksellisilla ominaisuuksilla, alan normeista poikkeavalla asiakaspalvelulla sekä panostamalla tuotteiden design-suunnitteluun. Differoinnin strategiaa onnistuneesti harjoittava yritys kykenee tuottamaan brändilleen ja hyödykkeilleen uskollisia asiakkaita, jotka ovat valmiita maksamaan yrityksen differoidusta hyödykkeestä enemmän kuin yrityksen kilpailijoiden tuotteista. (Porter, 1980, 37–38.)

Fokusoivaa (C) strategiaa harjoittava yritys puolestaan pyrkii keskittymään johonkin tiettyyn asiakassegmenttiin, hyödykeryhmään tai maantieteelliseen alueeseen. Fokusoivan yrityksen tavoitteena on toimia erityisen hyvin jollakin rajatulla osa-alueella koko toimialan asiakkaiden tavoittelun sijaan. Fokusoivat yritykset voivat saavuttaa kilpailuetua joko kustannustehokkuuden tai differoinnin kautta. (Porter, 1980, 38–40.) Fokusoitunut yritys voi siis esimerkiksi täyttää tietyn asiakassegmentin tarpeet kustannustehokkaammin kuin koko toimialaa palveleva yritys tai differoida tuotteensa vastaamaan rajatun asiakassegmenttinsä tarpeita paremmin kuin toimialan tunnetut brändituotteet. Fokusoitua voidaan Porterin (1980, 38–40) mukaan käyttää kilpailuvoimilta suojautumiseen valitsemalla tietty toiminto tai asiakassegmentti, johon keskittymällä fokusoiva yritys voi toimia rajatulla osa-alueellaan muita toimijoita paremmin joko alhaisten kustannusten tai differoinnin näkökulmasta.

Yritysten on tavanomaisesti erikoistuttava johonkin näistä geneerisistä kilpailustrategioista, sillä kaikkien tavoittelu samanaikaisesti johtaa tyypillisesti epäonnistumiseen kaikilla osa-alueilla (Porter, 1980; 1985). Porter (1980, 41–42) kuvaa erikoistumattomuutta niin sanottuna strategisena pattitilanteena, jossa pattitilanteeseen juuttunut yritys häviää erikoistuville kilpailijoilleen ja menettää oman fokuksensa strategian osalta. Tällainen yritys toimii Porterin (1980, 41) mukaan lähes varmuudella kannattamattomasti verrattuna kilpailijoihinsa.

Porterin (1980; 1985) kilpailuvoimat ja geneeriset kilpailustrategiat keskittyvät pääasiassa hahmottelemaan strategiaa toimialalähtöisesti toimialan sisäisen toiminnan näkökulmasta: kannattavuutta tavoitellaan valitsemalla yrityksen keskeinen toimintatavoite ja yritysten toimintaa vertaillaan toimialan sisäisten kilpailuvoimien näkökulmasta. Geneeristen kilpailustrategioiden ja toimialalähtöisen ajatuksen taustalla on pitkälti vaikuttanut ajatus suuren markkinaosuuden ja pysyvän markkinaposition saavuttamisesta, joita voidaan hyödyntää skaalaamalla tuotantoa kannattavuutta parantaen. (ks. Lindroos & Lohivesi, 2010, 64–65; Treacy & Wiersema, 1996.)

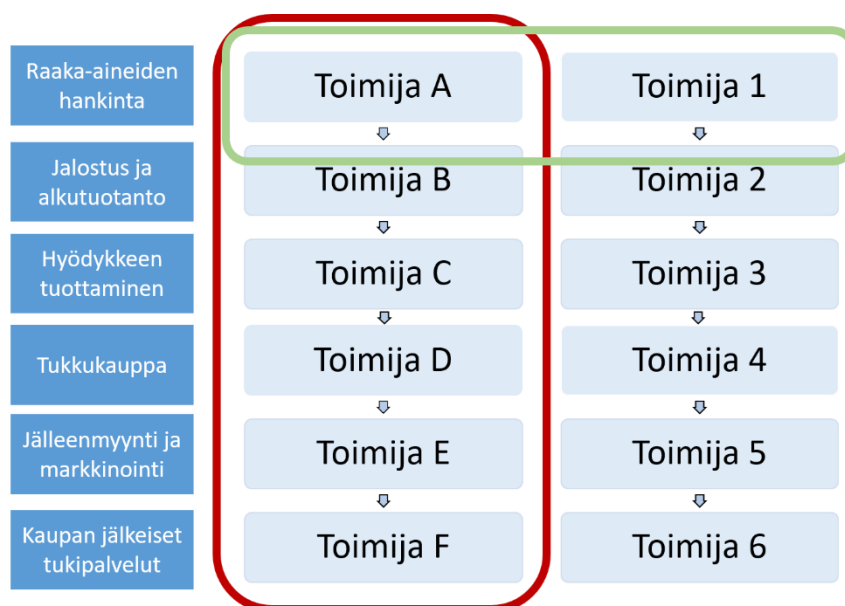
2.2 Integroituminen ja monialaisuus liiketoiminnassa

Seuraavaksi käsitellään edellä kuvattuun Porterin (1980; 1985) mukaiseen toimialalähtöiseen näkökulmaan soveltuvaa vertikaalisen integraation ja alalle tulon esteiden kirjallisuutta, jonka pohjalta voidaan kuvata vertikaalisesti integroituneita toimialoja.

2.2.1 Vertikaalinen ja horisontaalinen integraatio

Useat yritykset harjoittavat liiketoimintaa hajautetusti monenlaisilla toisiaan tukevilla toiminnoilla saman toimialan sisällä (de Wit & Meyer, 2004). Joissakin tapauksissa yritykset hajauttavat toimintaansa myös toimialarajojen ulkopuolelle toimintoihin jotka eivät välttämättä liity muuhun yrityksen harjoittamaan liiketoimintaan. Yritykset voivat monipuolistaa toimintaansa sisäisesti aloittaen uusia toimintoja ja ulkoisesti fuusioitumalla tai ostamalla muita yrityksiä. Tyypilliset tavat laajentaa ja monipuolistaa liiketoimintaa voidaan jakaa vertikaaliseen ja horisontaaliseen integraatioon sekä horisontaaliseen hajauttamiseen yli toimialarajojen. (de Wit & Meyer, 2004, 298–300.)

Integraatiolla viitataan kahden tai useamman yrityksen, toiminnon tai muun toimijan yhdistymiseen. Yhdistymisen etuna voidaan tavoitella esimerkiksi kilpailun vähentämistä, yleiskustannusten vähentymistä päällekkäisyyksiä karsien, markkinaosuuden kasvattamista ja/tai resurssien kartuttamista. Tuotantoketjun eri toimintojen integroitumista yhden toimijan haltuun sekä tuotantoketjun hallinnan tavoittelua kutsutaan *vertikaaliseksi integroitumiseksi*. (de Wit & Meyer, 2004; Mahoney, 1992; Oxfordin sanakirja johtamisesta, 2016.)



Kuvio 2. Vertikaalinen ja horisontaalinen integraatio tuotantoketjuissa (mukaillen Mahoneyta, 1992 sekä de Witiä ja Meyerä, 2004)

Kuvion 2 mukaisesti tuotantoketjun hyödyntäminen toimialan hahmottamisessa mahdollistaa tuotantoketjujen vertailun *vertikaalisesti* tuotantoketjuna raaka-aineesta lopputuotteeksi (toimijat A–F). Tuotantoketjun näkökulmasta voidaan vertailla myös *horisontaalisesti* saman tuotantovaiheen kilpailevia ja toisiaan muistuttavia toimijoita (toimijat A ja 1). (ks. Oxfordin sanakirja johtamisesta, 2016; Mahoney, 1992.)

Yritys voi kasvattaa vertikaalisen integroitumisensa astetta yksinkertaisesti laajentamalla toimintojaan joko *taaksepäin* tuotantoketjussaan alihankkijoidensa suuntaan tai *eteenpäin* asiakasrajapinnan suuntaan (de Wit & Meyer, 2004, 298). Vertikaalisen integraation aste kuvaa toimijan hallinnoimaa osuutta tuotantoketjun lopullisen hyödykkeen tuottamiseen vaadittavista prosesseista, kuten hyödykkeeseen vaadittavista panoksista, tarvikkeista, jakelusta ja lopullisesta tuotteesta (Zhang, 2013; Mpoyi, 2003; Fernandes & Tang, 2012; Oxfordin sanakirja markkinoinnista, 2016). Vertikaalisen integroitumisen tyypillisinä etuina voidaan pitää muun muassa resurssien hallintakyvyn kasvamista, skaalautumismahdollisuuksien parantumista, markkinoiden laajuuden hallintaa sekä kustannussäästöjä harvemman eri tahon kanssa toimimisen johdosta (Chandler, 1990; Williamson, 1985).

Vertikaalinen integraatio poikkeaa *horisontaalisesta integraatiosta*, jossa kaksi tai useampi tuotantoketjun samassa vaiheessa toimivaa yritystä, esimerkiksi kilpailevat alihankkijat, yhdistyvät. Täydellisesti horisontaalisesti integroitunutta tuotantoketjun osa-aluetta hallitsevaa yritystä nimitetään monopoliksi. Horisontaalisesti samassa tuotantoketjun vaiheessa toimivat yritykset voivat jokseenkin korvata toisensa sellaisinaan, sillä niiden toiminta ja rooli tuotantoketjussa ovat tyypillisesti toisiaan vastaavia. Toistensa suhteen vertikaalisesti tuotantoketjulle sijoittuvat toimijat puolestaan suorittavat eri toimintoja, joten ne eivät välttämättä ole kilpailijoita, vaan mahdollisesti toistensa toimintaa tukevia toimijoita. (Oxfordin sanakirja johtamisesta, 2016; Mahoney, 1992.) Tämän vuoksi esimerkiksi fuusioituminen tuotantoketjun vertikaaliseen suuntaan on fundamentaalisesti erilaista kuin horisontaaliseen suuntaan.

2.2.2 Toimialan vertikaalinen integroituminen ja alalle tulon esteet

Vertikaalista integraatiota on tutkittu suhteessa monopoleihin. 1950- ja 1960-luvuilla vertikaalista integraatiota pidettiin riskitekijänä markkinarakenteiden toimivuuden ja kannattavuuden kannalta, sillä sen uskottiin johtavan monopoli- ja oligopoliasemiin tuotantoketjujen rajautuessa yksittäisten yritysten hallintaan. (Williamson, 1975; 1985.) Vertikaalisen integraation ajateltiin muodostavan alalle tulon esteitä eli estävän uusien toimijoiden pääsyä markkinoille (Davis & Diekmann & Tinsley, 1994, 522).

Vertikaalista integraatiota voidaan käyttää hyväksi tuotantoketjun eri toimintojen suhteen useilla tavoilla (Mahoney, 1992). Vertikaalinen integraatio mahdollistaa kilpailuaseman hyväksikäytön muun muassa subventoimalla tiettyjen tuotanto- ja toimitusvaiheiden kuluja. Suuri vertikaalisesti integroitunut toimija voi subventoida tuotantoketjun alkupään tuotosten kuluja muulla kannattavalla liiketoiminnallaan. Näin se voi painaa jonkin tuotantoketjun vaiheen suoritteiden markkinahintoja niin alas, että ainoastaan kyseisessä tuotantoketjun vaiheessa toimivat kilpailijat eivät voi toimia kannattavasti. (Mahoney, 1992; Perry, 1980.) Vertikaalisesti integroitunut toimija, joka hallitsee useampia tai kaikkia tuotantoketjun vaiheita samanaikaisesti myös horisontaalisesti, voi hyödyntää monopolistista hinnoittelultaansa monopolillekin poikkeuksellisen vahvasti (Greenhut & Ohta, 1976; Mahoney, 1992).

Yrityksen tavoin toimiala voi integroitua vertikaalisesti sen merkittävimpien toimijoiden ollessa vertikaalisesti integroituneita (de Wit & Meyer, 2004, 423). Joskowin (1983) mukaan vertikaalinen integraatio yhdessä taaksepäin suuntautuvan hintadiskriminoinnin kanssa voi johtaa muiden toimijoiden puristamiseen vertikaalisesti integroituneeseen rakenteeseen. Tämä tarkoittaa sitä, että hallitseva vertikaalisesti integroitunut yritys voi tahattomastikin pakottaa muita toimialan toimijoita integroitumaan samankaltaisesti. Etenkin kypsä ja isoista toimijoista koostuva toimiala voi näin integroitua vertikaalisesti, johtaen markkinoiden oligopolisoitumiseen toimialan toimijoiden omistaessa yhä enemmän tuotantoketjustaan. (ks. Joskow, 1983.) Tiukan hintakilpailun omaavat toimialat, joilla toimii vertikaalisesti integroituneita toimijoita, ovat potentiaalisille suurillekin uusille tulokkaille vaikeasti lähestyttävä (Porter, 1987;1985). Toistaiseksi ei-houkuttelevina ja epäorganisoiduneina pidetyt toimialat voivat puolestaan houkuttaa suuria tulokkaita kehittämään toimialalle vertikaalisesti integroituneen tuotantoketjun, jolla tulokas voisi hallita toimialaa (de Wit & Meyer, 2004, 423; Porter, 1987).

Alalle tulon esteet

Laajamittainen vertikaalinen integraatio toimialalla voi tuottaa markkinoille *alalle tulon esteitä* (*barriers to entry*). Etenkin vakiintuneille toimialoille on tyypillistä, että pääoma on keskittynyt tietyille yrityksille ja uusien kilpailijoiden pääsy näille markkinoille on haasteellista. (Mahoney, 1992, 12–23; Porter, 1985.) Porter (1980; 1985) kuvailee neljää toimialan keskittymistä edistävää tekijää, jotka estävät tai vaikeuttavat uusien yritysten pääsyä vakiintuneelle toimialalle. Porterin (1980; 1985) kuvaamat keskeiset alalle tulon esteet ovat:

1. **Hallinnollisesti luodut esteet:** muun muassa valtiot ja kaupungit voivat hallinnollisesti sääntelyn ja lakien kautta luoda monopoleja. Hallinnollinen toiminta voi edesauttaa myös alalle tulon esteiden syntymistä toimialan tiukalla regulaatiolla ja vaatimalla yrityksiltä toimintalupia ja lisenssejä.
2. **Patentit ja aineettoman pääoman rajoitusten esteet:** patentit ja niiden luomat yritysten etuasetat luovat usein potentiaalisille kilpailijoille alalle tulon esteitä.
3. **Tiettyjen kilpailuetujen vaatimus esteenä:** tyypillisesti kun toimialalle pääsy edellyttää tiettyjä pitkälle kehitettyjä kilpailuetuja, kuten erikoistunutta teknologiaa, suhteellisen harvalla yrityksellä on mahdollisuus saavuttaa vaadittavaa osaamista.
4. **Keskittynyt pääoma eli skaalautuvuus esteenä:** skaalautuvuudella viitataan yrityksen laajentumisen yhteydessä kasvavaan hyötyyn. Yrityksen skaalatessa eli laajentaessa tuotantoaan yksittäiseen tuotettuun hyödykkeeseen kohdennettu kustannus laskee. Koska vakiintuneella toimialalla skaalautuneet yritykset voivat alenevan rajahyödyn periaatteen mukaisesti tehdä enemmän voittoa per myyty hyödyke, pienempien tulokkaiden on vaikea päästä markkinoille.

Vertikaalisesti integroitunut toimija voi joissakin tapauksissa rakenteensa vuoksi kiertää hallinnollisesti luoduilla esteillä toteutettavaa sääntelyä (Mahoney, 1992; Perry, 1980). Vertikaalinen integraatio yhdessä sääntelyn kanssa voi johtaa sääntelijän näkökulmasta ongelmallisiin rakenteisiin. Muun muassa pääoman tuoton osalta säännellyt yritykset voivat siirtää tuloja ja kustannuksia eri tuotantoketjun vaiheisiin kiertäen sääntelyä. Tätä voidaan tehdä esimerkiksi säätämällä välituotosten ja lopputuotteen hinnoittelua yrityksen sisäisessä laskennassa, etenkin mikäli sääntely kohdistuu tiettyyn tuotantoketjun vaiheeseen, kuten lopputuotteen myyntihintaan. Regulaation tulisikin ylettyä säänneltävän toimialan koko tuotantoketjun läpi. (Dayan, 1975, 61; Mahoney, 1992.) Sääntely voi näin mahdollistaa vertikaalisen integraation hyväksikäytön, mikä voi olla ristiriidassa sääntelyn alkuperäisen tavoitteen kanssa.

Vertikaalinen integraatio yhdessä alalle tulon esteiden kanssa

Vertikaaliseen integraatioon liittyen on myös huomattava pääoman keskittymisen luomat esteet markkinoille pääsyyn. Etenkin jos toimiala on kauttaaltaan muutama tuotantoketjun vaiheeseen jakautunut, pääoman tarve uudelle toimijalle on tässä ympäristössä suurempi kuin muissa tapauksissa. (Mahoney 1992, 16–17; Müller, 1969, 152.) Tämän pohjalta laajemman vertikaalisen integraation saavuttamisen pakote markkinoille pääsemiseksi nostaa toimialalle osallistumisen kustannuksia keskittyneen pääoman alalla tulon esteen tavoin. Uuden tulokkaan voi olla pakollista integroitua vertikaalisesti vakiintuneita toimijoita vastaavaan rakenteeseen kilpailukykyisen toiminnan aloittamiseksi. (ks. Mahoney, 1992; Greenhut & ohta, 1976.)

Tuotantoketjun vaihe A	Yritys 1	Yritys 4	Yritys 6		Yritys 9
Tuotantoketjun vaihe B	Yritys 2	Yritys 5		Yritys 8	Yritys 10
Tuotantoketjun vaihe C	Yritys 3		Yritys 7		

Kuvio 3. Vertikaalisesti integroituneen toimialan tuotantoketjurakenne

Kuvio 3 havainnollistaa edellä kuvatulla tavalla vahvasti vakiintunutta vertikaalisesti integroitunutta toimialaa. Vertikaalinen integraatio ja alalle tulon esteet, kuten vahva hallinnollinen regulaatio ja pääoman keskittyminen, ovat kuvion 3 tilanteessa pakottaneet toimialan tuotantoketjun yhdenlaiseen toimintalogiikkaan ja lukinneet toimialan raamit tietyntylaisiksi. Toisin kuin vertikaalisesti integroitumaton toimiala, kuvion 3 vertikaalisesti integroitunut toimiala voidaan jakaa tuotantoketjun vaiheiden (A–C) mukaisesti, sillä jokainen toimija toimii joko yhdellä tai useammalla näistä tuotantoketjun vaiheista. Yritysten välillä ei ole vapaata tilaa, mikä kuvaa alalle tulon vaikeutta.

2.2.3 Konglomeraatit, ulkoistaminen ja alihankinta

Keskittynyttä pääomaa hyödyntäviä yrityksiä voi ilmaantua Porterin (1987) mukaan toimialalle myös uusien tulokkaiden, etenkin konglomeraatti-yritysten, laajentaessa toimintaansa toimialalle. Konglomeraatit eli monialayhtiöt hajauttavat tyypillisesti suurta pääomaansa horisontaalisesti toimialarajoista välittämättä, toimien samanaikaisesti usealla toimialalla. Tässä yhteydessä puhutaan horisontaalisesta hajauttamisesta yli toimialarajojen eli kolmannesta tyypillisestä toiminnan laajentamistavasta vertikaalisen ja horisontaalisen integraation ohella. (Davis ym., 1994; Porter, 1987.)

Monialaisuuden etuja ovat muun muassa suuren pääoman riskin hajauttaminen ja/tai pääoman keskittämisestä mahdollisesti saatava valta-asema uudella toimialalla (Porter, 1987). Konglomeraatti voi pyrkiä hyödyntämään suurta pääomaansa liiketoiminnassa muun muassa subventoiden kuluja yli toimialarajojen. Konglomeraatti voi uutenakin tulokkaana hyödyntää suurta pääomaansa esimerkiksi integroituen vertikaalisesti jokaisen tuotantoketjun vaiheen kattavaksi toimijaksi. Toimialan sisäisesti toimivat pienemmät yritykset eivät välttämättä pysty tällöin kilpailemaan konglomeraatti-yritystä vastaan, jolle kyseisen toimialan toiminta ei ole ainoa tulonlähde. (Davis ym., 1994; Porter, 1987.) Erityisesti vertikaalinen integroituminen ja konglomeraattiyhtiöiden valta ovat tuottaneet useille aloille epäluottamukseen (*antitrust*) pohjautuvaa lainsäädäntöä ja muuta sääntelyä (Davis ym., 1994, 522; Church, 2004, 2).

Ulkoistaminen ja alihankinta

1980-luvulla vahvaan integroitumiseen tai monialaisuuteen keskittymisen sijaan strategisesti suosituksi vaihtoehdoksi nousi ydinosaamiseen ja -kyvykkyyteen keskittyminen (Prahalad & Hamel, 1990; Davis ym., 1994; Porter, 1987; Katie, 2003; Zhang, 2013). Tästä seurasi vertikaalista disintegraatiota, jolla tarkoitetaan tuotantoketjun eri toiminnoista ja osa-alueista luopumista niiden hallinnan tavoittelun sijaan. Disintegraatio on integraation vastakohtaista toimintaa, joka perustuu usein alihankinnan ja ulkoistamisen hyödyntämiseen tuotannossa. (Kouvelis & Milner 2002; Katie, 2003.) 1980-luvun lopulla konglomeraattien toimimattomuutta riskin hajauttamisessa kritisoitiin vahvasti muun muassa Porterin (1987) toimesta, ja samalla myös vertikaalisen ja horisontaalisen integraation suosio strategisena ratkaisuna laski (Zhang, 2013).

Ydinosaamiseen ja -kyvykkyyteen keskittymisen myötä alihankkijoiden sekä ulkoistamisen hyödyntämisestä tuli yhä useammalle yrityksille keskeinen strateginen toimintatapa (Zhang 2013; Katie, 2003). Tutkielman kontekstissa alihankinta on määritelty alkutuotantovaiheen suoritteiden ostamiseksi tuotantoketjun aiemmalta taholta. Ulkoistaminen puolestaan voidaan määritellä jonkin toiminnon teettämisenä ulkopuolisella toimijalla. Ulkoistamisessa on siis kyse maksullisesta yhteistyöstä tietyn toiminnon osalta ja alihankinnassa sopimuksenomaisesta ostaja-myyjä-suhteesta. (Oke & Onwuegbuzie, 2013.)

2.3 Vakiintunutta toimialaa häiriyttävä murros

Toimialalähtöisen ajattelun yhtenä puutteena on tyypillisesti ollut asiakkaan jättäminen strategisen suunnittelun ulkopuolelle. Tästä johtuen toimialalähtöiseen ajatteluun strategiansa perustavat yritykset eivät tyypillisesti kykene vastaamaan asiakkaidensa todellisiin tarpeisiin ja haluihin parhaalla mahdollisella tavalla. (Lindroos & Lohivesi, 2010, 64–65.) Seuraavaksi käsitellään asiakkaiden tarpeiden ymmärtämiseen pyrkivää arvontuotantolähtöistä ajattelua, sekä toimialaa häiriytyviä murroksia, jotka voivat uudentlaisilla asiakaslupauksilla muovata toimialojen toimintalogiikkaa uudentlaiseksi (ks. Christensen & Raynor, 2003).

2.3.1 Arvontuotantolähtöiset strategiat

Toimiala- ja tuotantokeskeisen näkökulman sijaan yrityksen strategiaa voidaan lähestyä myös asiakkaan näkökulmasta (ks. Treacy & Wiersema, 1996; Lindroos & Lohivesi, 2010). Lindroosin ja Lohiveden (2010) mukaan yritysten strategisia ratkaisuja voidaan lähestyä arvontuotantolähtöisyyden näkökulmasta, joka keskittyy siihen, miten yritys voi tuottaa asiakkaan näkökulmasta oleellista lisäarvoa eli asiakashyötyä kilpailijoitaan paremmin. Treacyn ja Wierseman (1996) mukaan asiakkaiden odotukset hyödykkeistä ja niiden tuottamasta arvosta vaihtelevat asiakaskohtaisesti, mikä tekee asiakassegmentin rajaamisesta ja todellisten tarpeiden ymmärtämisestä keskeistä. Geneerisiin kilpailustrategioihin verrattuna tämä tarkoittaa siirtymistä ajattelutapoihin asiakkaan näkökulmasta esimerkiksi kysymyksiin ”keitä asiakkaamme ovat ja miksi he asioivat kanssamme” ja ”mitä asiakas haluaa saada tai ostaa” (Lindroos & Lohivesi, 2010, 17).

Arvontuotantolähtöinen ajattelu korostaa tarvetta tunnistaa ja luoda yrityksen ja sen hyödykkeiden asiakaslupaus valitun asiakassegmentin subjektiivisten tarpeiden mukaisesti. Arvolupauksenakin tunnettu asiakaslupaus tarkoittaa yhdistelmää asiakkaan saamasta hyödystä, jota asiakas voi odottaa yrityksen hyödykkeeltä muun muassa hinnan, laadun, suorituskyvyn, valikoiman ja käyttömukavuuden osalta. Yrityksen tehtävänä on ymmärtää valitsemaansa asiakassegmenttiä täyttäen tälle suunnattua asiakaslupauksia tuottamalla asiakkailleen oleellista asiakashyötyä. (Treacy & Wiersema, 1996, xii.) Arvontuotantolähtöisyydessä keskeiseksi voidaan tämän pohjalta katsoa asiakkaiden ymmärtäminen subjektiivisina toimijoina. Yrityksen strategisena tavoitteena ei ole siis Porterin (1980;1985) mukaisesti objektiivisesti sisäisesti mitattavan kilpailuedun tuottaminen jollakin mittarilla, vaan asiakkaan tarpeiden täyttäminen asiakkaan näkökulmasta parhaalla tavalla.

Arvontuotantolähtöiset strategiat voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin asiakaslupauksen keskeisen tarjoaman mukaan. Treacyn Wierseman (1996, xii–xiii) ja Lindroosin ja Lohiveden (2010, 59; 66) mukaan nämä päätyypit keskeisine asiakaslupauksineen ovat:

- a) **Tuotantolähtöisyys:** asiakkaalle tarjotaan erityisesti edullista hintaa riittävän laadukkailla hyödykkeillä. Tämä edellyttää kustannustehokasta toimintaa sekä toimintaprosessien kehittämistä esimerkiksi asiakkaiden tarpeiden ja resurssien muuttuessa. Tyypillisiä tuotantotapoja ovat massatuotanto ennustetun kysynnän pohjalta, asiakastilauksien mukainen tuotanto sekä asiakaskohtainen projektituotanto. (Lindroos & Lohivesi, 2010, 77–80.) Tuotantolähtöinen yritys pyrkii laskemaan asiakkaan subjektiivista kustannusta suoran pelkän hintakustannuksen lisäksi. Muun muassa asiakkaan kokema vaiva kaupanteosta, jälkipalveluiden tarpeesta sekä hyödykkeen saatavuudesta ovat subjektiivisen hinnan osatekijöitä. (Treacy & Wiersema, 1996, 49.) Asiakas voi esimerkiksi kokea, että myyntihinnaltaan hieman kilpailevaa tuotetta kalliimpi tuote muodostuu subjektiiviselta hinnaltaan halvemmaksi, mikäli se on hänelle helpommin saatavilla ja sisältää takuun.
- b) **Tuotekehityslähtöisyys:** asiakkaalle tarjotaan jollakin tapaa ainutkertaista hyödykettä. Liiketoiminnan pohjana toimii jatkuva innovointi ja uudenlaisia tarpeita paremmin vastaavien tuotteiden kehittäminen muuttuvassa ympäristössä. Tyypillisesti tuotekehityslähtöisyys pohjautuu yrityksen vahvaan visioon ja tavoitteeseen tuottaa tietynlaista asiakaslupauksen mukaista kilpailijoistaan poikkeavaa asiakashyötyä. (Lindroos & Lohivesi, 2010, 97–98.) Uudenlaisten tuotteiden osalta on tärkeää tunnistaa palvelematon tarve ja viestiä potentiaalisille asiakkaille, että innovoitu hyödyke täyttää tätä tarvetta muita hyödykkeitä paremmin. Asiakkaan poikkeuksellinen kokemuksellinen ja/tai tunteellinen miellelyhtymä hyödykkeeseen ovat keskeisiä tavoitteita. Esimerkiksi Walt Disney on tuotekehityslähtöisellä toiminnallaan luonut useita poikkeuksellisia elokuvia, jotka ovat muovanneet populäärikulttuuria. (Treacy & Wiersema, 1996, 89–92.)
- c) **Asiakaspalvelulähtöisyys:** asiakaslupauksena on asiakkaan erityinen huomiointi henkilökohtaisella tasolla sekä osallistava, joustava ja henkilökohtainen prosessi ratkaisun tuottamiseksi. Asiakkaalla on tässä toimintamallissa mahdollisuus vaikuttaa joustavasti hyödykkeen lopulliseen tuotokseen läpi tuotantoprosessin. (Lindroos & Lohivesi, 2010, 115–116.) Parempi arvontuotanto onkin seurausta yksittäisten asiakkaiden osallistamisesta arvontuotantoprosessiin. Asiakkaan yksilöllisten tarpeiden kuuleminen ja niihin vastaaminen voi tällöin tuottaa yksilöllistä ja poikkeuksellista asiakashyötyä tietyille asiakkaille. (Treacy & Wiersema, 1996, 126.)

Lindroosin ja Lohiveden (2010, 67) mukaan yrityksen on menestyäkseen perustettava toimintansa johdonmukaisesti johonkin näistä kolmesta arvontuotantolähtöisten strategioiden päätyypeistä, sillä yksi yritys ei käytännössä voi olla jokaisen päätyypin asiakaslupauksilla ja toimintalogiikalla samanaikaisesti kaikenlaisille asiakkaille markkinoiden paras vaihtoehto. On huomioitava, että tietyn arvontuotantolähtöisen strategian päätyypin mukainen toiminta ei tarkoita täyttä keskittymistä yksittäiseen asiakaslupauksen osa-alueeseen, kuten hintaan tai tuotteen laatuun. Myös muiden asiakaslupauksen osatekijöiden on oltava asiakkaalle riittävän hyvällä tasolla, jotta asiakas kokee asiakaslupauksen kokonaisuutena houkuttelevaksi. (Lindroos & Lohivesi, 2010, 66–67; Treacy & Wiersema, 1996.) Tämä tarkoittaa sitä, että pelkästään esimerkiksi alhaisen hinnan tarjoaminen ei riitä asiakaslupaukseksi, vaan yritysten on ymmärrettävä kohdeasiakkaidensa tarpeita ja haluja kokonaisuutena, jossa jokainen asiakastarpeiden osa-alue on täytettävä asiakkaan näkökulmasta riittävän hyvin.

2.3.2 Häiriyttävä murros

Uudet teknologiat ja innovaatiot voidaan jakaa ylläpitäviin (*sustaining*) ja häiriyttäviin eli disruptiivisiin (*disruptive*). Ylläpitävät innovaatiot parantavat olemassa olevien hyödykkeiden ominaisuuksia tai suorituskykyä olemassa oleville asiakkaille säilyttäen niiden vakiintuneen asiakaslupauksen. Tyypillisimmät ylläpitävät innovaatiot ovat kumulatiivisia, tavanomaista tuotekehitystä edistäviä innovaatioita. (Christensen & Raynor, 2003; Christensen, 1997.) Suurin osa teknologisesta kehityksestä vakiintuneilla toimialalla onkin Tushmanin ja Andersonin (1986) mukaan ylläpitäviin innovaatioihin pohjautuvaa vähittäistä kehitystä, joka perustuu vakiintuneen toimialan suurten yritysten pyrkimykseen kehittää tuotteitaan paremmiksi kannattavimman asiakassegmenttinsä näkökulmasta. Liikkeenjohdon näkökulmasta kunakin hetkenä kannattavimpaan asiakassegmenttiin keskittyminen vaikuttaa usein rationaalisimmalta ja turvallisimmalta ratkaisulta (Christensen, 1997; Christensen & Johnson & Rigby, 2002).

Kaikki innovointi ei kuitenkaan keskity palvelemaan tyypillisiksi koettuja asiakassegmenttejä vakiintuneiden toimialojen tyypillisillä asiakaslupauksilla. Häiriyttävät innovaatiot voivat tavoitella uusia asiakkaita, joita vakiintuneen toimialan olemassa olevat yritykset eivät koe kannattaviksi asiakkaiksi. (Christensen ym., 2002.) Häiriyttävä innovaatio tuottaa ratkaisevalla tavalla uudenlaisen asiakaslupauksen markkinoille vastaten johonkin tarpeeseen, jota markkinoiden aikaisemmat hyödykkeet ja niiden asiakaslupaukset eivät ole kyenneet täyttämään (Christensen & Raynor, 2003).

Häiriyttävät murrokset alkavat usein pientä asiakasryhmää uudella asiakaslupauksella palvelevina. Uusi asiakaslupaus voi tarkoittaa pelkistetympiä ja edullisempia hyödykkeitä tai muuten toimintalogiikaltaan erilaista asiakkaiden tarpeet täyttävää liiketoimintaa. Murroksellisen hyödykkeen suorituskyky ja ominaisuudet voivat vaikuttaa heikolta alan vakiintuneiden standardien näkökulmasta; niiden ero aiempiin tuotteisiin ulkoisesti mitattavien ominaisuuksien sijaan onkin uudenaikaisessa asiakaslupauksessa. (Christensen & Raynor, 2003.)

Vakiintuneiden toimijoiden liikkeenjohdollisesta näkökulmasta uudet tulokkaat eivät usein vaikuta uhalta, sillä ne eivät aluksi kilpaile suoranaisesti vakiintuneen toimialan tuottavimmista asiakassegmenteistä. Tästä johtuen murrokselliset liiketoimintamallit pääsevät usein kehittymään vakiintuneen toimialan liiketoiminnan ohessa. (Christensen, 1997; Christensen & Raynor, 2003.)

Häiriyttävän murroksen päätyypit

Vakiintuneen alan jatkuva ylläpitävä kilpailu johtaa usein tilanteeseen, jossa hyödykkeeseen lisätään uusia ominaisuuksia, jotka eivät tuota kaikille asiakkaille lisäarvoa. Häiriyttävään murrokseen johtavat hyödykkeet välttävät tällaista ylipalvelua, tuottaen tyypillisesti edullisemmän ja yksinkertaisen hyödykkeen ja/tai asiakaslupauksen. (Christensen 1997; Christensen ym., 2002.) Häiriyttävän murroksen aikaansaamiseksi Christensen ja Raynor (2003) jaottelevat kaksi päätyyppiä: uusien markkinoiden luomisen tai vallitsevan liiketoimintamallin syrjäyttämisen low-end-innovaatiolla.

Uusia markkinoita luodessaan yritys kilpailee kulutuksen puutetta vastaan. Yrityksen on löydettävä asiakkaita, joilla ei ole ollut varaa tai tarvittavia käyttötaitoja aikaisempiin hyödykkeisiin. Hyödykkeen on oltava yksinkertainen käyttää ja sen on vastattava johonkin olemassa olevaan tarpeeseen, jota ei vielä ole täytetty. Uusien markkinoiden murroksen voi aiheuttaa uuden tai muunnellun asiakaslupauksen tuottava hyödyke, joka houkuttelee aiemmin palvelematta jääneitä asiakkaita markkinoille. Uutta asiakaslupausta täyttävät hyödykkeet alkavat kehittyessään usein houkutella myös vakiintuneiden markkinoiden asiakkaita asiakassegmentti kerrallaan vähiten kannattavimmista asiakkaista lähtien. Ajan myötä uusi asiakaslupaus saattaa houkutella vakiintuneen toimialan avainasiakkaita vakiintuneen toimialan asiakaslupauksen piiristä. Toimialan vakiintuneet asiakaslupaukset voivat näin vaihtua hitaasti uudenlaisen asiakaslupauksen mukaisiksi ja häiriyttävästä liiketoimintamallista tulee uusi vakiintunut toimintatapa. (Christensen ym. 2002; Christensen & Raynor 2003.)

Low-end-murroksesta tapahtuu yrityksen vallatessa valtavirtamarkkinat aloittaen markkinoiden vähiten kannattavimmaksi koetun asiakassegmentin palvelemisesta (Christensen, 1997). Low-end-murros perustuu siihen, että yritys tarjoaa markkinoiden kannattamattomimmaksi koetulle asiakasryhmälle ominaisuuksiltaan tai laadultaan karsittua hyödykettä alle markkinoiden yleisen hintatason. Low-end-murroksen syntymiseksi yrityksen on pidettävä asiakaslupaus ja hyödyke ominaisuuksiltaan riittävän hyvänä alimmalle asiakassegmentille. Kehittyessään tällainen low-end-hyödyke saattaa täyttää yhä vaativampien asiakkaiden olennaisia tarpeita, vallaten markkinaosuuksia yhä kannattavampi asiakassegmentti kerrallaan. Low-end-hyödykkeen kilpailijat niin sanotusti pakenevat jättäen kannattamattomimmat asiakassegmenttinsä murroksellisen asiakaslupauksen palveltavaksi. Heille on lyhyellä aikavälillä kannattavampaa siirtyä palvelemaan ylempiä asiakassegmenttejä, joissa katteet ovat korkeammat. Kun tällainen pakoreaktio toistuu tarpeeksi monta kertaa peräkkäin, on syntynyt murros, jossa low-end-hyödyke on vallannut markkinat. (Christensen ym. 2002; Christensen & Raynor 2003.)

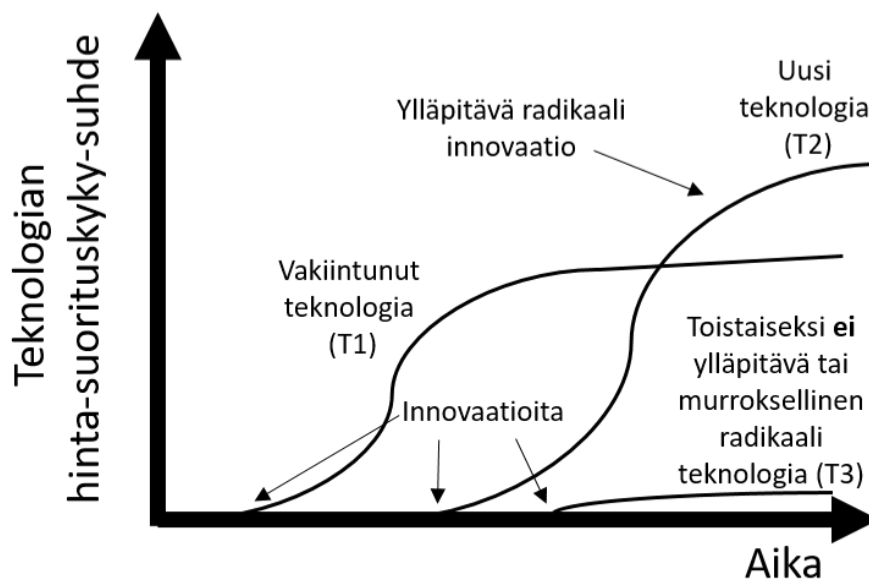
Häiriyttävän murroksen teoriaa on sittemmin täydennetty kattamaan myös murroksia high-end-suunnasta. Utterbackin ja Aceen (2005) mukaan tällaiset *high-end-murrokset* johtuvat markkinoille ilmaantuvista suorituskyyvyltään paremmista tai hinnaltaan korkeammista hyödykkeistä, jotka palvelevat tyypillisesti toimialan kannattavimpia asiakkaita paremmin kuin aiemman toimialan tuotteet. Tällainen murros ilmaantuu markkinoille palvelen aluksi niiden vaativampien asiakkaiden tarpeita, joille vakiintuneen toimialan asiakaslupaus on ollut riittämätön. Uusi asiakaslupaus alkaa houkutella myös vakiintuneen toimialan asiakkaita, etenkin kun se on hinnaltaan heidän maksukykyynsä nähden mahdollinen ostos. (Utterback & Acee, 2005.)

2.3.3 Radikaalit innovaatiot

Etenkin teknologialähtöisessä häiriyttävän murroksen kirjallisuudessa toimialan häiriyttämisen mahdollistajana on usein nähty *radikaali innovaatio*, joka parantaa oleellisesti teknologian hinta-suorituskyyky-suhdetta. Tällä tavoin ajateltuna radikaali innovaatio mahdollistaa korkean suoritustason teknologian myymisen edullisesti eli käytännössä suuremmalle yleisölle. (Chandy & Tellis, 1998; Utterback, 1994.) Vaikka murros voikin syntyä uuden asiakaslupauksen kautta ilman teknologista kehitystä, murroksellisiin innovaatioihin liittyy usein radikaalisti uudenlainen teknologia tai teknologioiden yhdistelmä (Christensen & Raynor, 2003).

Radikaalit innovaatiot poikkeavat tavallisen tuotekehityksen kumulatiivisesta prosessista fundamentaalisesti. Toisin kuin tyypillisiä ylläpitäviä innovaatioita, radikaaleja innovaatioita syntyy usein muilta toimijoilta kuin toimialan hallitsevilta toimijoilta. Radikaalit innovaatiot pohjautuvat kokonaan uudenlaisten teknologioiden ja uudenlaisten liiketoimintamallien yhdistelyyn. (Henderson & Clark, 1990.) Radikaalit innovaatiot voidaan jakaa kahteen luokkaan: (A) ydinkyvykkyyksien parantamiseen harppauksella sekä (B) vakiintuneen alan ydinkyvykkyyksien murtamiseen ja vaihtamiseen (Tushman & Anderson, 1986).

Ydinkyvykkyyksien parantaminen harppauksin vastaa *ylläpitävää radikaalia innovaatiota*. Ylläpitävät radikaalit innovaatiot ovat yllättäviä, mutta ne eivät muovaa toimialan vakiintuneita asiakaslupauksia uudenlaisiksi, vaan ne pikemminkin korvaavat toimialalle tyypilliset hyödykkeet tai teknologiat paremmilla uusilla versioilla. (ks. Christensen, 1997; Tushman & Anderson, 1986.) *Vakiintuneen toimialan ydinkyvykkyyksien murtaminen ja vaihtaminen* voidaan osin määritellä häiriyttävän murroksen kirjallisuutta eri näkökulmasta vastaavaksi käsitteeksi. Häiriyttävän murroksen kirjallisuudessa murrosta lähestytään organisaatioiden sisäisten ydinkyvykkyyksien sijaan arvontuotannon asiakaslähtöisestä näkökulmasta. (ks. Christensen & Raynor, 2003; Christensen, 1997.) Radikaalien innovaatioiden ja häiriyttävään murrokseen johtavien innovaatioiden eroja ja yhtäläisyyksiä voidaan havainnollistaa käsittelemällä teknologisia radikaaleja innovaatioita ja teknologian kehityksen syklisyyttä. Kuvio 4 hahmottaa Chandyn ja Tellisin (1998) mukaan syklisen teknologian kehityksen uudenlaisten teknologioiden korvataessa vakiintuneen teknologian liiketoiminnan.



Kuvio 4. Teknologian hinta-suorituskyky-suhteen kehittyminen (Mukaillen Chandya ja Tellistä, 1998, 477 sekä Utterbackia, 1994, 159)

Teknologinen innovaatio voi muuttaa potentiaalisten uusien yritysten näkemystä toimialasta ja sen mahdollisuuksista. Sitä kautta toimialalle voi ilmaantua useita vaihtoehtoisia liiketoimintamalleja ja teknologisia ratkaisuja. (Utterback, 1994.) Chandy ja Tellis (1998) sekä Utterback (1994) selittivät teknologian harppauksenomaista kehitystä kuvion 4 mukaisesti nykyisestä vakiintuneesta teknologiasta (T1) uuteen teknologiaan (T2) ajan myötä muuttuvan hinta-suorituskyky-kehityksen kautta. Verrattuna vakiintuneeseen teknologiaan (T1), uusi teknologia (T2) ei aluksi yllä samaan suorituskykyyn samalla hinnalla. Vakiintuneen teknologian (T1) ylläpitävä innovointi on tyypillisesti parantanut sen suorituskykyä ja vakiintuneiden markkinoiden hinta on laskenut vakiintuneen teknologian hintaa loppuasiakkaalle. (Utterback, 1994.) Alkuvaiheen tyypillisesti hitaan hinta-suorituskyky-suhteen kehityksen jälkeen uusi teknologia (T2) voi alkaa kehittyä nopeammin kuin vakiintunut teknologia (T1). Ylittäessään vakiintuneen teknologian (T1) hinta-suorituskyky-suhteen, uudempi teknologinen ratkaisu (T2) ylittää korvaamaan vakiintuneen teknologian parantaen ydinkyvyyksyksiä harppauksella. (Chandy & Tellis, 1998, 477; Utterback, 1994, 159.) T3 kuvaa aiemmista poikkeavaa radikaalia innovaatiota, joka ei toistaiseksi johda vakiintuneen teknologian vaihtumiseen tai häiriyttävään murrokseen.

Kuvion 4 mukainen hinta-suorituskyky-suhteen paraneminen harppauksella ilman uudenlaista asiakaslupauksia ei Christensenin ja Raynorin (2003) mukaan ole välttämättä potentiaalisten, mutta toistaiseksi palvelematta jääneiden, asiakkaiden näkökulmasta oleellista. Epäkumulatiivisesta kehityksestä syntyneet, mutta toimialan vakiintuneella asiakaslupauksella toimivat radikaalit innovaatiot ovat siis ylläpitäviä radikaaleja innovaatioita. Vaikka ne tuovat alalle jotain uutta, ne eivät välttämättä houkuttele markkinoille uusia asiakkaita taikka mahdollista uudenlaisia liiketoimintamalleja. Toisaalta jotkin teknologiset radikaalit innovaatiot tarjoavat mahdollisuuden täysin uudenlaisiin asiakaslupauksiin, jotka voivat häiriyttää vakiintuneen liiketoiminnan täysin uudenlaisilla asiakaslupauksilla. (Christensen & Raynor, 2003.)

Radikaalin innovaation kehitys häiriyttäväksi innovaatioksi

Kaksiulotteinen kuvio ei havainnollista asiakaslupauksen kaikkia oleellisia osatekijöitä kohdeasiakkaiden näkökulmista. Asiakkaiden tarpeiden muuttuessa aiempaa suorituskykyä kuvaavat käyrät eivät välttämättä enää päde, sillä tällöin haluttu suorituskyky ja asiakashyöty määrittyvät uudelleen. (Christensen, 1997, 41.) Kuvio 4 kuvaa näin ollen teknologista kehitystä vain hetkellisissä hinta-suorituskyky-suhteen raameissa; kuvion hyödyntäminen täysin uudenlaisia asiakaslupauksia mahdollistavien radikaalien innovaatioiden tulkintaan on rajallista.

Esimerkiksi auto keksintönä oli Christensenin ja Raynorin (2003) mukaan radikaali innovaatio, mutta se ei sellaisenaan ollut välittömästi kulkuvälinemarkkinoita häiriyttävä innovaatio. Vaikka moottorilla toimiva auto oli 1900-luvun alussa täysin uudenlainen keksintö, se oli hevosen vetämiin karruihin verrattuna kallis ja liikenteen infrastruktuuriin sopimaton kulkuväline. Auto ei kyennyt vastaamaan hevosen asiakaslupaukseen useissa aikakauden tarpeissa, kuten peltotöissä. Tuolloin auto jäikin luksustuotteeksi vastaten lähinnä kuvion 4 T3-käyrää silloisen asiakaslupauksensa osalta tyypillisissä asiakkaiden hinta-suorituskykyraameissa. Vasta massatuotettu T-mallin Ford kykeni syrjäyttämään hevosen kulkuvälineenä, häiriyttäen kulkuvälinetoimialan yli 30 vuotta myöhemmin autojen ilmaannuttua markkinoille. T-mallin Fordin disruptiivisuus perustui halvan tuotantotavan avulla alennettuun kuluttajahintaan sekä potentiaalisten asiakkaiden lisääntymiseen tulotason kasvettua ja liikenneinfrastruktuurin kehityttyä. (ks. Christensen & Raynor, 2003, 49, 60.)

Edellä kuvatun esimerkin tavoin radikaaliin innovaatioon pohjautuvan teknologian (T3) todellista murrospotentiaalia yllättävien uusien asiakaslupausten osalta ei voida arvioida heti radikaalin innovaation syntyessä. Tulevaisuudessa murroksen aiheuttaviin innovaatioihin suhtaudutaan tyypillisesti välinpitämättömästi niiden aluksi ilmaantuessa markkinoille, sillä ne eivät välttämättä näytä liiketoiminnallisesti ajankuvassaan merkittävältä. Ne eivät tyypillisesti suuntaudu aikakautensa kannattavimpiin asiakassegmentteihin, tai niitä ei edes koeta samalle toimialalle kuuluviksi. (Christensen & Raynor, 2003; Gilbert & Bower, 2002, 101.) Uudenlaisen liiketoiminnan kehittäminen radikaalin innovaation ympärille vaatii tyypillisesti innovaatiota uudesta näkökulmasta lähestyvän yrityksen. Uudenlaisen teknologian tulo markkinoille voikin laukasta useita pienemmän mittakaavan innovaatioita radikaalin innovaation ympärillä. Lopulta radikaalin innovaation teknologia voi kehittyessään vallata vakiintuneen toimialan asiakkaat uudella asiakaslupauksellaan, toimien tällöin häiriyttävänä innovaationa. (Gilbert & Bower, 2002; Christensen & Raynor, 2003.)

2.3.4 Häiriyttävä innovaatio, radikaali innovaatio ja liiketoimintamalli-innovaatio

Teknologiset innovaatiot ovat yksi murroksia aiheuttava tekijä, mutta yhä useammin toimialan murroksen aiheuttaa liiketoimintamalli-innovaatio (Hamel, 2000). Murrokseen johtavat oleelliset erot aiempaan liiketoimintaan löytyvät häiriyttävän liiketoimintamallin sisältä: uuden asiakaslupauksen ympärille rakennettu liiketoimintamalli tuottaa asiakashyötyä uudella tavalla, luoden uutta markkinatilaa vakiintuneelle toimialalle (Kim & Mauborgne, 2004).

Liiketoimintamalli-innovaation ajatus korostaakin uudenlaisen asiakaslupauksen ja sen täyttämiseen sopivan mahdollisesti uudenlaisen liiketoimintalogiikan roolia murroksellisessa liiketoiminnassa teknologian tai sen ulkoisesti mitattavien tekijöiden sijaan. Häiriyttävänä innovaatioina liiketoimintamalli-innovaatiot laajentavat olemassa olevan toimialan kulutusta joko kasvattamalla olemassa olevien asiakkaiden kulutusta tai kasvattamalla asiakaskuntaa. Radikaalisti toimialan normeista poikkeava liiketoimintamalli, joka ei vaikuta alan tyypilliseen asiakaskuntaan, ei siis ole liikemallimalli-innovaatio. (Markides, 2006.)

Häiriyttävän innovaation, radikaalin innovaation sekä liiketoimintamalli-innovaation kirjallisuus voidaan tämän luvun pohjalta todeta murrosta eri näkökulmista kuvaavana kirjallisuutena. Kyseessä eivät ole tämän luvun perusteella toisistaan täysin poikkeavat tai vastakkaiset innovaatiotyypit, vaan niitä voidaan käsitellä eri näkökulmina liiketoiminnallisen muutoksen kautta tapahtuvaan häiriyttävään murrokseen. Voidaan todeta, että kaikenlaisten häiriyttävien innovaatioiden taustalla on kuitenkin tyypillisesti jollakin tavalla innovatiivista liiketoiminnallista ajattelua, perustui se radikaalisti uudenlaiseen teknologiaan tai uudenlaiseen toimintalogiikkaan. Esimerkiksi radikaali innovaatio ei suoraan aiheuta murrosta vaan murrokseen voi johtaa uuteen teknologiaan perustuva liiketoimintamalli-innovaatio sekä sen mahdollistama uudenlainen asiakaslupaus. (ks. Christensen & Raynor, 2003.)

2.4 Alustatalous vakiintuneen liiketoimintalogiikan häiriyttäjänä

Shaughnessyn (2015) mukaan globaali talous on toimialarajat ylittävässä rakenteellisessa murrosvaiheessa, jota voidaan kutsua siirtymäksi (*Shift*) alustatalouteen. Siirtymän myötä toimialan kilpailustrategian kirjallisuudessa vakiintuneet niin sanotut liiketoiminnan peruseriaatteet voidaan osin todeta nykyisen liiketoimintaympäristön ymmärtämiseen ja kuvaamiseen soveltumattomiksi (Shaughnessy, 2015). Muun muassa toimialan käsite tai Porterin (1980; 1985) kuvaamat kilpailuvoimat eivät sovellu Shaughnessyn (2015) mukaan alustatalouteen. Nykyisen liiketoimintaympäristön kontekstissa alustatalouden kirjallisuutta voidaan pitää toimialan kilpailustrategian kirjallisuuden vakiintuneita peruseriaatteita haastavana kirjallisuutena, jonka avulla eri liiketoiminnan alojen yhteydessä tapahtuvia yksittäisiä siirtymiä voidaan kuvata ja analysoida (ks. Shaughnessy, 2015; Parker & Van Alstyne & Choudary, 2016; Downes & Nunes, 2014).

Siirtymä alustatalouteen sekä eri aloilla tapahtuvien yksittäisten siirtymien taustatekijöitä ovat muun muassa telekommunikaation murrosta, digitalisaatiota ja pilvilaskentaa. (Shaughnessy, 2015, 14–22.) Seuraavaksi esitellään alustatalouden käsitteet ekosysteemi ja alusta.

2.4.1 Ekosysteemit ja alustat

Mooren (1996) mukaan liiketoimintaekosysteemi eli ekosysteemi on toisiaan tukevien organisaatioiden muodostama laajennettu järjestelmä, joka sisältää muun muassa kaiken asiakkaiden yhteisöistä alihankkijoihin, johtaviin tuotekehittäjiin sekä muihin toimintaan vaikuttaviin sidosryhmiin. Myös ammattiyhdistykset, valtiolliset toimijat ja lainsäädäntö ovat tekijöitä muodostuvassa liiketoimintaekosysteemissä (Moore, 1998, 168). Peltoniemi ja Vuori (2004) täydentävät tätä määritelmää korostamalla ekosysteemin luonnetta sosiaalisena ja riippumattomana järjestelmänä: ekosysteemissä erilaisten toimijoiden tarkoituksenmukainen ja tahaton vuorovaikutus korostuu. Samalla päätäntävaltaa ei voida katsoa keskittyneen yksittäisille yrityksille, vaan osa ekosysteemin organisoitumisesta tapahtuu ikään kuin sattuman tuloksena (Peltoniemi & Vuori, 2004). Ekosysteemi kattaa siis yrityksen sidosryhmineen, antaen samalla uuden näkökulman tulkita liiketoimintaa. Tämä ajattelumalli poikkeaa oleellisesti Porterin (1980; 1985) toimialan rajaamisen periaatteista, joiden mukaan toimialan rajat tulisi määrittää mahdollisimman selkeästi, kilpailuvoimia pyritään havaitsemaan toimialan logiikan pohjalta, sekä yrityksen toimintaa voidaan suojella kilpailuvoimilta tuottamalla yrityksen sisäisestä toiminnasta kumpuavaa kilpailuetua.

Toisen maailmansodan jälkeen liiketoiminnallisen kilpailun yhteydessä käytetyt metaforat ovat kantautuneet sodankäynnin sanastosta. Liiketoiminnan lähestyminen ekosysteemien kautta on tuomassa muutosta tähän vakiintuneesti käytettyyn liikkeenjohdon sanastoon. Yrityksen toimintaa kuvataan luonnollisena ja suhteellisen stabiilina. Yritysten ja toimialojen sisällä tapahtuu jatkuvasti sopeutumista ympäristön muutoksiin, syntyy uudenlaisia liiketoiminnallisia yhdistelmiä ja dramaattiset muutokset ovat mahdollisia. Ekosysteemin käsite ei rajaa yrityksen kehitystä, hyödykkeitä tai kilpailijoita keinotekoisesti tietylle toimialalle. (Shaughnessy, 2015, 161.) Liiketoimintaekosysteemistä puhuttaessa kuvataankin taistelutilanteiden sijaan taloudellista vaihdantaa harjoittavaa yhteisöä, jossa yksilöt ja organisaatiot toimivat luonnollisessa vuorovaikutuksessa. Liiketoimintaekosysteemin käsitettä tulee Iansitin ja Levienin (2004) mukaan pitää analogiana, joka auttaa ymmärtämään liiketoimintaa ja siihen vaikuttavia voimia toimialan rajoja ja kilpailuvoimia laajemmin. Liiketoimintaekosysteemiä voidaan verrata biologiseen ekosysteemiin, jossa verkosto löyhästi toisiinsa liittyviä toimijoita luo kokonaisuuden ja kukin välillisesti on riippuvainen muista toimijoista. Kuten biologisessa ekosysteemissä, liiketoimintaekosysteemin jäsenet jakavat usein pitkällä aikavälillä yhteisen kohtalon: terveessä ekosysteemissä yksittäiset toimijat voivat menestyä, kun taas huonosti voivassa menestyminen pitkällä aikavälillä on vaikeampaa. (Iansiti & Levien, 2004, 8–9.)

Ekosysteemien analogiaa ei voida jatkaa loputtomiin, vaan liiketoimintaekosysteemin ja biologisen ekosysteemin toimintalogiikoissa on tiettyjä fundamentaalisia eroja (Iansiti & Levien, 2004). Ensinnäkin liiketoimintaekosysteemin toimijat toimivat tulevaisuuden kannalta tavoitteellisesti ja kykenevät vaikuttamaan ekosysteemin kehitykseen älyllisellä toiminnallaan; biologisen ekosysteemin kehitys on luonteeltaan ohjaamatonta ja tavoitteetonta. Toiseksi yritykset kilpailevat toistensa asiakkaista, eli mahdollisesti toisten ekosysteemien jäsenistä, joissakin tapauksissa globaalisti. Tämä luo liiketoimintaekosysteemien päälle huomattavaa päällekkäisyyttä verrattuna paikallisiin, luonnon mukaan rajautuviin ekosysteemeihin. Kolmanneksi liiketoimintaekosysteemit tavoittelevat kehitystä innovaatioiden kautta, kun taas biologisessa ekosysteemissä muutos tapahtuu evoluutionääriseen sopeutumisen ja selviytymisen kautta. Tämän vuoksi yksittäistä yritystä tai hyödykettä ei voida rinnastaa eliölajiin, joka taistelee menestyksestään luonnossa. Yritys voi muovata hyödykkeitään uudelleen kokonaisvaltaisesti, eikä vain pienin muutoksin kerrallaan. (Iansiti & Levien, 2004.)

Ekosysteemi-käsitteen käyttäminen ei kuitenkaan tarkoita kilpailun ja tavoitteiden unohtamista, vaan laajemman yritystä ympäröivän liiketoiminnallisen kokonaisuuden hahmottamista, sillä menestykseen vaikuttava toimintaympäristö on usein havainnoitua toimialaa laajempi. Muun muassa tämän vuoksi esimerkiksi kaikki yrityksen menestys ei ole liikkeenjohdon onnistumisista johtuvaa tai riippuvaista. (Shaughnessy, 2015; Iansiti & Levien, 2004.)

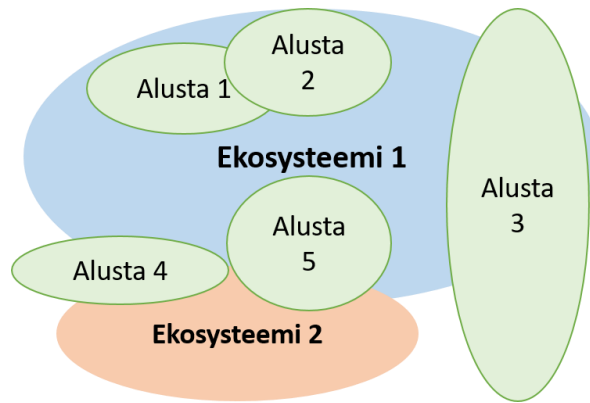
De Witin & Meyerin (2004) näkökulma evoluutiomaisesta toimialan kehityksestä voidaan todeta ekosysteemiajattelun kanssa osin samankaltaiseksi ajatukseksi siitä, miten kehitys liiketoimintaympäristössä voi tapahtua. Heidän mukaansa tiettyjen raamien sisällä toiminen edellyttää selviämisen osalta tietynlaista toimintaa. Shaughnessyn (2015) mukaan ekosysteemi toimii kuitenkin laajemmin arvontuotantolähtöisestä näkökulmasta vailla keinotekoisia toimialarajoja. Voidaankin sanoa, että ekosysteemin käsite toimii alustatalouden uusien peruseräiteiden ja lainalaisuuksien hahmottamiseen juuri siksi, ettei se luo keinotekoisia mielikuvia liiketoiminnan rajoista toimialojen välillä.

Alustat

Alusta (*platform*) tarkoittaa ekosysteemin sisäistä sosiaalista verkostokokonaisuutta, jossa yksi tai useampi ekosysteemin yritystä voivat hallita osaa ekosysteemistä. Alustayritys voi luoda vuorovaikutuksellisen ja markkinaympäristömäisen alustan, jolla voi toimia asiakkaita ja erilaisia ulkoisia toimijoita (*commons*), kuten yksityisiä sisällöntuottajia ja start-upeja. Alustan olemassaolo ja sillä toimiminen pohjautuvat yhtenäiseksi luodun ohjelmistojen, palveluiden, transaktioiden ja suhteiden helppokäyttöiseen kokonaisuuteen, jossa eri toimijat voivat toimia sosiaalisesti. (Shaughnessy, 2015, 39, 95–97.) Alusta ratkaisee jonkin asiakkaan ongelman tai tarpeen muita toimijoita paremmin ja siten, että joko alustayritys itse tai ulkoiset toimijat voivat hyödyntää tätä alustaa omien hyödykkeidensä tuotannossa ja/tai jakelussa. Alusta mahdollistaa näin uudenlaisten yhdistelmien kokeilemisen ja soveltamisen. (Gawer & Cusumano, 2014.) Alustaa ei tule sekoittaa alan standardeihin, jotka voidaan määritellä säännönmukaisuuksiksi siinä, kuinka eri komponentteja yhdistellään eri alustoihin (Cusumano, 2010).

Shaughnessyn (2015) mukaan alustat voivat toimia limittäin tai yhdessä toisten alustojen päällä. Jollakin alustalla toimiminen ei estä asiakasta tai toista yritystä toimimista muilla alustoilla samanaikaisesti. Alustat luovat sosiaalista sitoutumista erilaisiin yhteisöihin niiden kehittäjistä loppukäyttäjiin. Esimerkiksi alustalle uskolliset ohjelmistonkehittäjät, alustayrityksen asiakkaat tai alustalla toimivien ulkoisten toimijoiden asiakkaat voivat kokea suhteensa alustayritykseen tunteellisesti vahvaksi. Alustat toimivat tyypillisesti mahdollisimman automatisoituina ja useiden alustojen kehitys voi olla riippuvaista ulkoisista itseohjautuvista ryhmistä, yksilöistä ja muista itsenäisistä ulkoisista toimijoista. (Shaughnessy, 2015, 95–99.)

Kuvion 5 mukaisesti alusta on ekosysteemin sisäinen keskittymä tietyn tarpeen täyttämisen ympärille muodostuvasta liiketoiminnasta, joka on jollakin tapaa sidottu johonkin tiettyyn alustayritykseen (ks. Shaughnessy, 2015; Parker ym., 2016; Gawer & Cusumano, 2014). Alustojen ja etenkin ekosysteemien rajat ovat tarkoituksenmukaisesti epäselkeät, sillä alustayritykset eivät ole rajoittuneita tietyn ekosysteemin sisälle tuotostensa tai asiakaskuntansa mukaisesti. Päinvastoin ekosysteemit voivat hahmottua uusilla tavoin lähestyttäviksi alustayritysten yhdistellessä toisistaan erillisinä pidettyjä liiketoimintoja. (Shaughnessy, 2015.) Alustayritykset eivät ole myöskään rajoittuneita yhteen alustaan, vaan ne voivat hallita useita limittäisiä, sisäkkäisiä tai erillisiäkin alustoja (Gawer & Cusumano, 2014; Shaughnessy, 2015).



Kuvio 5. Ekosysteemit ja alustat (mukaiillen Shaughnessy, 2015, 69)

Alustan ja ekosysteemin käsitteiden logiikan pohjalta kognitiivisesti helposti ymmärrettävien ekosysteemi- ja alustarakenteiden rajaaminen ei ole liiketoiminnan tai sen ymmärtämisen kannalta oleellista (Shaughnessy, 2015). Jotta erilaisia alustoja voidaan kuitenkin käsitellä rakentavasti ja kognitiivisesti ymmärrettävästi, alustoja voidaan kategorisoida niiden erilaisten toimintalogiikkojen kautta (ks. Gawer & Cusumano, 2014). Gawerin ja Cusumanon (2014) ja Gawerin (2009) pohjalta voidaan määritellä seuraavat neljä pääasiallista alustatyyppeä.

1. **Sisäinen alusta** on tyypillisesti yhden yrityksen tai toimijan hallinnoima alusta, joka pakottaa alustalle osallistuvan hyödyntämään vain alustan sisäisiä hyödykkeitä. Sisäisessä alustassa hyödykkeet luovat tyypillisesti vain keskenään muovattavia kokonaisuuksia, jotka sitovat asiakkaan juuri tähän alustaan ja yritykseen.
2. **Tuotantoketjualusta** muodostuu toimijan tuotantoketjun sisälle. Tässä tapauksessa yritys toimii samalla alustan tuotosten loppukäyttäjänä. Tuotantoketjualustan vastaa vertikaalisesti integroitunutta yritystä, jonka toiminta on perusteltua sillä, että alustamainen tuotanto toimijalle itselleen on kustannustehokasta ja mahdollistaa massakustomoinnin.
3. **Monisuuntaiset alusta** (*multisided platform*) mahdollistaa kahden tai useamman toimijan yhteistyön alustalla jonkin tai joidenkin tarpeiden täyttämiseksi. Alustayritys pyrkii tyypillisesti fasilitoimaan alustalla käytävää kauppaa toimien lähinnä kolmantena osapuolena.
4. **Toimiala-alustalla** toimialan sisäisen ekosysteemin yritysten hyödykkeistä muodostuu tavoittelemattomasti arvaamattomia yhdistelmiä ekosysteemin tietyllä osa-alueella. Toimiala-alustat stimuloivat eri toimijoita innovoimaan yhteiselle alustalle keskeisesti hallitun alustan sijaan.

Sisäiset alustat

Sisäisiä alustoja (1) on hyödynnetty esimerkiksi suunnittelemalla tulostin ja tulostinkasetti sellaisiksi, että ne ovat vain toistensa kanssa yhteensopivia. Tällaiset sisäiset alustat voivat toimia useampia alustoja hallinnoivien yritysten sisään muun muassa digitaaliseen alustaan liittyvien fyysisten tuotteiden markkinoilla. (Gawer & Cusumano, 2014.) Esimerkiksi Applen tuotteet, kuten tietokoneet, älypuhelimet ja niiden lisälaitteet, ovat synkronoitavia ja yhteensopivia vain Applen fyysisten tuotteiden kanssa, mutta Applen käyttöjärjestelmät toimivat monisuuntaisina alustoina, joilla asiakas voi hyödyntää eri kehittäjien ohjelmistoa vapaasti (Shaughnessy, 2015).

Tuotantoketjualusta (2) on sisäisten alustojen erikoismuoto, jota hyödynnetään erityisesti liukuhihnatuotteisiin pohjautuvilla aloilla, esimerkiksi komponenttipohjaisissa tietokone- ja autoyrityksissä. Tuotantoketjualustaksi pyrkivä toimija panostaa yksittäisen tuotantoketjun vaiheen toiminnan sijaan tuotantoketjun laaja-alaiseen hallintaan. Tuotantoketjualustan logiikalla voidaan muun muassa tavoitella kustannussäästöjä vertikaalisella integraation kautta sekä pyrkiä hyödyntämään toimialan koko tuotantoketjua innovatiivisen prosessin kehittämiseksi. (Gawer & Cusumano, 2014.)

Sisäinen alusta ja tuotantoketjualusta soveltuvat myös Porterin (1980; 1985) mukaiseen toimialalähtöiseen ajatteluun, jossa yritys sitoo asiakkaat tuotteisiinsa standardisoimalla ja suojaa oman toimintansa kilpailijoiltaan jonkinlaista kilpailuetua tavoitellen. Sisäisen alustoilla ja tuotantoketjualustoilla pyritään muun muassa suojelemaan kerrytettyä osaamista ja tietoa patenttiratkaisuilla sekä luomaan alalle tulon esteitä. (ks. Gawer & Cusumano, 2014.) Koska nämä alustatyypit eivät määritelmänsä mukaisesti muodosta ulkoisten toimijoiden toimintaa mahdollistavaa alustaa, ne eivät tyypillisesti omaa samanlaista kykyä tuottaa alustataloudellisia murrospaineita kuin ulkoiset alustat (ks. Shaughnessy, 2015).

Ulkoiset alustat

Ulkoisten alustojen toimintalogiikka pohjautuu ulkoisten toimijoiden hyödyntämiseen muun muassa sisällöntuottajina ja alustalla kauppaa käyvinä toimijoina (Gawer & Cusumano, 2014, 422). Kehitys ulkoisella alustalla ei tapahdu yksin alustayrityksen ohjaamana, vaan alustalla toimivat ulkoiset toimijat voivat ohjata esimerkiksi alustan hyödykkeiden tuotekehitystä. Ulkoisten toimijoiden avulla alustayritys voi pyrkiä sen ympärille rakentuvan vaihdannan, liiketoiminnan ja vapaehtoisen tuotekehityksen ylläpitäjäksi. (Shaughnessy, 2015, 95–99.)

Toimiala-alusta (4) muodostuu toimialan perusteknologiaa kehittäväksi pohjaksi, jossa toimijat ovat toisistaan riippuvaisia, mutta mikään yksittäinen toimija ei hallitse alustan kehitystä (ks. Gawer & Cusumano, 2014). Tältä osin toimiala-alusta muistuttaa osin ekosysteemin käsitettä hallitsemattomana liiketoiminnan sidosryhmien, suhteiden ja toimijoiden ympäristönä. Tee ja Gawer (2009) korostavat toimiala-alustan luonnetta strategisen innovoinnin alustana, sillä toimiala-alusta perustuu ideoiden ja innovaatioiden vapaaseen vaihtamiseen jonkin toimialan taustalla. Sisältöä samalle toimiala-alustalle tuottavat yritykset eivät tyypillisesti kilpaile toistensa kanssa, vaikka ne toimivat samalla alustalla (Gawer & Cusumano, 2014, 419–420). Gawerin ja Cusumanon (2014) määritelmän mukaisesti toimiala-alusta rajautuu kuitenkin toimialan sisäiseen ekosysteemiin.

Monisuuntaiset alustat (3) puolestaan toimivat usein tietyn käyttötarkoituksen ympärillä ollen tyypillisesti yhden toimijan ylläpitämä alusta, jolla ulkoiset toimijat ja asiakkaat toimivat autonomisesti (Gawer & Cusumano, 2014). Evansin (2003) mukaan monisuuntaisen alustan on kyettävä luomaan käyttäjälleen jonkinlaista erityistä asiakashyötyä alustalla toimimisesta. Monisuuntaiset alustat kykenevät luomaan toimijoilleen asiakashyötyä, mikäli (A) on olemassa erilaisia toisiinsa liittyviä käyttäjäryhmiä, (B) ainakin jokin ryhmä hyötyy yhteistoiminnan koordinoimisesta muiden ryhmien kanssa, sekä (C) alustan luova taho kykenee yhdistämään nämä toimijat alustan kautta paremmin kuin ryhmät itse keskinäisen sopimisen kautta. Monisuuntainen alusta voidaanakin määritellä katalysaattoriksi erilaisten toimijoiden yhdistämiseen sekä fasilitaattoriksi vaihdannan avaamiseen. (Evans, 2003.) Monisuuntainen alusta palvelee siis alustan erinäisiä toimijoita ja heidän erilaisia tarpeitaan parhaiten jostakin tietyistä näkökulmasta. (ks. Evans, 2003; Shaughnessy, 2015; Downes & Nunes, 2014.)

Verrattuna toimiala-alustaan monisuuntainen alusta rakentuu siis asiakkaan tarpeen ympärille toimialamaisen rajauksen sijaan. Kirjallisuudessa monisuuntaisten alustojen ja toimiala-alustojen varsinaiset erot ja määritelmät ovat osin ristiriitaisia ja vakiintumattomia (ks. Shaughnessy, 2015; Gawer & Cusumano, 2014; Gawer, 2009; Evans, 2003; Parker ym., 2016). Tässä tutkielmassa hyödynnetään yllä kuvattua monisuuntaisen alustan määritelmää asiakkaan tarpeiden mukaan määrittyvästä näkökulmasta ja käsitteellä alustayritys viitataan tutkielmassa monisuuntaisen alustan alustaa ylläpitävään yritykseen.

2.4.2 Pilvilaskenta liiketoiminnan peruseriaatteiden murroksen taustalla

Telekommunikaation murros, eli kaikkien toimijoiden jatkuva tavoitettavuus internetin avulla, on mahdollistanut tiedon jatkuvan saatavuuden yritysten, kuluttajien ja kaikkien muiden tietokoneita tai äylaitteita käyttävien toimijoiden näkökulmasta. Murroksen myötä yksittäiset ihmiset osallistuvat aktiivisesti tavoittelemaan toisiaan, yrityksiä tai muita toimijoita tarpeidensa täyttämiseksi. (Shaughnessy, 2015, 21; Anderson, 2009.) Telekommunikaation ja informaatioteknologian murrosten myötä kehittynyt pilvilaskenta on noussut liiketoiminnan vakiintuneita peruseriaatteita häiriyttäväksi (Shaughnessy, 2015.) Seuraavaksi käsitellään pilvilaskentaa, ulkoisten toimijoiden yhdistäjiä sekä ulkoisten toimijoiden toimintaa niin sanotussa tietoteknisessä pilvessä.

Pilvi, yhdistäjät ja ulkoisten toimijoiden hyödyntäminen murrosajureina

Pilvilaskenta (*cloud computing*) eli pilven hyödyntäminen tarkoittaa tiedon käsittely hajautetusti tietoteknisessä pilvessä. Pilvi on tietokoneiden verkosto, jossa data ja tietokoneiden laskentateho jakautuvat internetin kautta kaikille pilveen kuuluville tietokoneille ja laitteille reaaliajassa käsiteltäväksi. Pilvi mahdollistaa esimerkiksi saman tiedoston muokkaamisen useilla tietokoneilla samanaikaisesti. Laskentatehon jakaminen pilvessä puolestaan mahdollistaa datan käsittelyn tehokkaasti ja hajautetusti. Hajautetun laskentatehon vuokraaminen pilven kautta mahdollistaa supertietokonetta vastaavan laskentatehon hyödyntämisen. (Shaughnessy, 2015, 44–47.) Pilven murroksellinen potentiaali nousee muun muassa siitä, että pilvi mahdollistaa erilaisia toimijoiden osallistumisen esimerkiksi saman tiedoston tai lähdekoodin muokkaamiseen avoimen lähdekoodin periaatteella yhdenaikaisesti ja ilman erillisiä sopimuksia yhteistyömäisenä prosessina (Hashem & Yaqoob & Anuar & Mokhtar & Gani & Khan, 2015).

Yhdistäjät (*connectors*) puolestaan tarkoittavat niitä yhdistäviä alustamaisia tekijöitä, jotka mahdollistavat pilvilaskennan hyödyntämisen laajalla ulkoisten toimijoiden joukolla. Yhdistäjä yhdistää yrityksen, start-upeja, asiakkaita, sisällöntuottajia ja muita mahdollisia toimijoita yhteisenä hyödynnettävän sisällön pariin. (Shaughnessy, 2015.) Yhdistäjät ovat tärkeitä ulkoisten toimijoiden suhteiden ylläpitoon ja sitouttamiseen kyseiselle alustalle. Tyypillisiä yhdistäjiä ovat muun muassa (1) pilven kautta jaossa oleva sisältö, (2) älypuhelinsovellusten ohjelmointiohjelmisto, (3) sosiaaliset verkostot ja niihin identifioituminen, sekä (4) pilven sisäiset markkinat, joilla asiakkaat ja ulkoiset toimijat hyödykseen kohtaavat jonkin tarpeen osalta. (Shaughnessy, 2015, 189–204; Ostrom & Hess, 2013.)

Yhdistäjät voivat tehdä pilvilaskennasta ja sen myötä harjoitettavasta liiketoiminnasta välitöntä, hierarkiatonta, edullista sekä kaikille osapuolille helppoa. Ulkoiset toimijat muodostavat yhteisöjä esimerkiksi yhteisten erityisosaamisensa kautta, toimittaen erityisosaamistaan alustan asiakkaille alustaa hyödyntäen. Alusta voikin tarjota asiakkailleen lukuisia erilaisia asiantuntijoiden ja muiden ulkoisten toimijoiden tuottamaa sisältöä sekä hyödykkeitä ilman alustayrityksen panostusta näiden hyödykkeiden tuotetekjuihin. Pilvi ja yhdistäjät muodostavat näin tuotantoketjua monimutkaisemman ja monimuotoisemman horisontaalisen verkostorakenteen hyödykkeiden tuottamiseen. (Shaughnessy, 2015; Ostrom & Hess, 2013.)

2.4.3 Toimialan kilpailustrategian kirjallisuuden vakiintuneiden peruseriaatteiden murros

Vakiintuneina pidetyt liiketalouden käsitteet ja työkalut toimivat ennen liikkeenjohdollisissa tarkoituksissa, etenkin siirryttäessä valtion monopoleista yksityistettyyn ja kilpailulliseen kaupankäyntiin. Nykyisessä ja tulevaisuuden liiketoimintaympäristössä ne eivät kuitenkaan ole riittäviä. (Shaughnessy, 2015, 58.) Esimerkiksi Porterin (1980) rajaus toimialasta maantieteellisesti ei ole relevantti internetissä globaalisti toimivien yritysten digitaalisen kaupankäynnin osalta. Shaughnessyn (2015) ja Andersonin (2009) mukaan internetin kautta käyty digitaalinen virtuaalisiin hyödykkeisiin pohjautuva kauppa ei usein omaa skaalautuvia logistiikka- tai tuotantokustannuksia myydystä volyyymista taikka yrityksen, tuottajan, jälleenmyyjän tai asiakkaan sijainnista riippumatta. Yksisuuntaisen tuotantoketjun määritelmä ei sovellu kuvaamaan tällaista liiketoimintaa. Vaikka ilmiötä käsitellään kirjallisuudessa ensisijaisesti virtuaalisten hyödykkeiden kaupankäyntiin liittyvänä, myös fyysisten hyödykkeiden ja resurssien tuotantorakenne on vastaavan murroksen alla. (Shaughnessy, 2015.)

Porterin (1980) generiset kilpailustrategiat kuvasivat syntyneen kilpailukentän toimivia strategioita aikana, jolloin menestyvän yrityksen toiminta pohjautui (1) hierarkisuuteen, (2) tuotantoketjun suunnitteluun, ja (3) tuotannon osalta alenevan rajahyödyn periaatteen mukaiseen skaalautuvuuteen (Shaughnessy, 2015, 57–59). Juuri tällainen toimiala- ja kulurakenteeseen keskittyvä tapa hahmottaa liiketoimintaa on murroksen alla. Fokus on siirtynyt arvontuotantolähtöisyyteen ja asiakassuhteen ylläpidon roolin kasvuun asiakkaiden saadessa jatkuvasti parempaa ja kattavampaa tietoa sekä palvelua internetin kautta. (Anderson, 2009; Shaughnessy, 2015.)

Shaughnessy (2015) määrittelee kolme liiketoimintaa muovaavaa murroksellista kehityssuuntaa, jotka ovat ristiriidassa muun muassa Porterin (1980;1985) sekä Baumin ja McGahanin (2004) toimialan kilpailustrategian kirjallisuuden periaatteiden kanssa. Nämä ovat:

- 1. Suurten yritysten johtaminen matalilla hierarkioilla:** yrityksen kasvaessa johtamisen ja valvonnan kustannukset kasvavat yrityksen mukana. Samalla yrityksen kyky tehdä ketteriä ja joustavia strategisia liikkeitä kärsii byrokratian lisääntymisestä. Näistä syistä osa suurista yrityksistä on siirtynyt korkeita hierarkioita ketterämpiin ja kustannustehokkaampiin ratkaisuihin ja rakenteisiin. (Sutton, 2014; Shaughnessy, 2015, 16, 35–39.)
- 2. Siirtyminen materiaalipainotteisuudesta virtuaaliseen:** hyödykkeestä saatava asiakashyöty on yhä enemmän siihen liittyvissä abstrakteissa tekijöissä, kuten asiakassuhteessa, yhteisössä tai tunnettuudessa. Käytettävyyden eli miellyttävän ja helpon käyttökokemuksen takaaminen on yksi keskeisimmistä kilpailutekijöistä internetin ja älypuhelinkehityksen myötä. Kokemuksellisuuteen ja tunteisiin keskittyvät ansaintamallit ovat yhä kannattavampia. Samalla esimerkiksi kasvottomat kustannustehokkuuden logiikalla toimivat organisaatiot eivät välttämättä kykene muovaamaan ansaintamalliaan objektiivisesti vertailtavasta hinta-arvosta subjektiiviseen koettuun asiakashyötyyn keskittyväksi. (Shaughnessy, 2015, 16, 39–48.)
- 3. Vertais-transaktioiden lisääntyminen:** internetin bittipohjainen virtuaalihyödykekaupankäynti on muuttanut organisaatioiden tarvetta panostaa erikseen jokaiseen transaktioon. Digitaaliset transaktiot eivät tuota skaalautuvia tuotantokustannuksia per tiedosto, sillä tiedostojen lähettäminen ja kopioiminen internetissä on globaalisti välitöntä ja käytännössä maksutonta. Valmistuskustannukset kohdistuvat hyödykkeen ensimmäisen kappaleen luomiseen. Tämän jälkeen virtuaalihyödyke on kopioitavissa ja toimitettavissa kuluttajille tyypillisesti itsepalveluna ilman kappalemäärästä riippuvia logistiikka-, jälleenmyynti- tai tuotantokuluja. Näin globaali kaupankäynti digitaalisilla tuotteilla ei pohjautu samoihin skaalautuvuuden kustannussääntöihin kuin fyysinen liiketoiminta eli alenevan rajahyödyn periaate ei päde virtuaalihyödykkeisiin. (Anderson, 2009; Shaughnessy, 2015, 17.) Tämä vähentää yritysten valtaa transaktio-tilanteessa, sillä yksittäiset asiakkaat voivat suorittaa transaktioita internetissä toistensa kanssa yhteisöllisesti. Täten yhteisöjen transaktiopohjan kehittäminen ja tällaisiin transaktioihin osalliseksi pääseminen nousee digitaalisessa sekä muuten kuluttajien välisessä kaupankäynnissä yhä tärkeämmäksi. (Shaughnessy, 2015, 17, 47–49.)

2.4.4 Tuotantorakenteen murros: prosumerismi ja joukkoistaminen

Hierarkioiden kasvun haitat sekä muut vakiintuneen toimialan kilpailustrategian kirjallisuuden kanssa ristiriidassa olevat kehityssuunnat eivät kuitenkaan tarkoita pääoman keskittymisen muuttumista epäedulliseksi organisaatiolle. Alustataloudessa skaalautuminen on yhä edullista, tosin uudella logiikalla. Liiketoiminnan peruseräiteiden murroksen myötä menestyneet suuret toimijat ovat laajentaneet toimintaansa useille eri aloille horisontaalisesti luoden toimialarajoja ylittäviä alustoja. (Shaughnessy, 2015; Parker ym., 2016.) Shaughnessyn (2015, 30) mukaan alustayritykseksi tähtäävän yrityksen on oleellista keskittyä fyysisen tuotteen sijaan viimeistelemään saumaton ja aineeton kokemus, jonka pohjalta suhde loppuasiakkaaseen tai käyttäjään muodostuu. Verrattuna konglomeraatteihin, alustayritys ei näin toimi erillisesti useilla toimialoilla keskittyneen pääoman mahdollistaman vaikutusvallan turvin, vaan sen toiminta luo yhtenäisemmän kokonaisuuden yli toimialarajojen.

Tuotantorakenteen osalta alustayritykset voivat luoda ympärilleen verkostoja, joissa ulkoiset toimijat voivat korvata toisensa ilman haittaa alustayritykselle tai toimia prosumeristisesti itsenäisesti. Koska alustayrityksen ei tarvitse hallita varsinaista tuotantoketjua, vaan pikemmin kanavaa ja asiakassuhteita, niille avautuu mahdollisuus ulkoistaa innovoinnin riskit ulkoisille toimijoille. (Shaughnessy, 2015, 21.) Tämä voi johtaa vertikaaliseen disintegraatioon ja riskin hajautumiseen ulkoisille toimijoille, kuten start-upeille ja yksittäisille alustalla toimiville asiantuntijoille. Tuotantoketjun yksisuuntaisen tuottajalta loppuasiakkaalle etenevän tuotantorakenteen sijaan alustayritys voi hyödyntää laajaa ulkoisten toimijoiden horisontaalista verkostoa. (Shaughnessy, 2015.) Seuraavaksi perehdytään tarkemmin joukkoistamiseen ja prosumerismiin

Prosumerismi ja joukkoistaminen

Tapscott ja Williams (2008) määrittelevät vertaisten välistä kauppaa harjoittavan yhteisön *prosumeristiseksi* yhteisöksi, jossa yksittäinen ihminen voi toimia samalla sekä kuluttajana että tuottajana. Kuluttajaa ja tuottajaa ei tällöin rajata oletusarvoisesti erillisiksi toimijoiksi, vaan aiemmin toistensa vertaiset toimijat voivat tuottaa ja vaihtaa hyödykettä sekä viestiä toistensa kanssa erilaisista transaktiomahdollisuuksista (Bremdal, 2011). Prosumerit eivät ole toistensa kanssa kilpailevia toimijoita, vaan he voivat olla esimerkiksi automaation kautta yhteistyönomaisesti vaihdantaa suorittavia toimijoita (Tapscott & Williams, 2008; Anderson, 2009).

Joukkoistaminen (crowdsourcing) puolestaan tarkoittaa Howen (2006) mukaan toimintaa, jossa aiemmin tyypillisesti työntekijän suorittamat toiminnot avataan avoimella kutsulla suurelle ja rajoittamattomalle verkostolle ulkoisia toimijoita. Pilvi ja toimijoiden yhdistäjät ovat tehneet joukkoistamisesta mahdollisen strategisen ratkaisun yhä useammanlaisille yrityksille. Joukkoistamisessa ulkoiset toimijat myöntyvät työvoimaksi esimerkiksi luoden alustan käyttöön älypuhelinsovelluksia. Ulkoinen toimija voi hyödyntää alustan laajaa asiakasrajapintaa panostamatta itse esimerkiksi jakelukanavan luomiseen, tavoitellen esimerkiksi äkkirikastumista yksittäisellä kehittämällään alustalla jaellulla tai siihen liitettävällä hyödykkeellä. Ulkoinen toimija voi myös kokea alustan itsensä ja asiakkaansa näkökulmasta parhaana kanavana esimerkiksi oman asiantuntemuksensa tarjoamiseen. (Shaughnessy, 2015, 189–192.)

Joukkoistaminen tarjoaa organisaatiolle mahdollisuuden hyödyntää motivoituneiden ja asiantuntevien ulkoisten toimijoiden yksilöllisiä työpanoksia ja asiantuntemusta maksamatta siitä kiinteästi. Samalla joukkoistaminen tuottaa usein sekä laadukkaampia että määrällisesti useampia ratkaisuja kuin esimerkiksi työntekijöiden ja alihankkijoiden hyödyntäminen tai ulkoistaminen. (Brabhamin 2008, 76–79.) Verrattuna palkkatyöhön, ulkoistamiseen ja alihankintaan, joukkoistajan ja yksittäisen toimijan välillä ei ole virallisia sopimuksia, joten parhaimpienkaan ratkaisujen tarjoajien palkitseminen ei ole suoranaisesti joukkoistajan vastuulla (Schenk & Guittard, 2009, 94).

Joukkoistaminen tarkoittaa näin yrityksen sisällöntuotannon, tuotekehityksen ja innovaatioiden vapauttamista suurelle yleisölle (Howe, 2006; Brabham, 2008). Nämä toiminnot ovat Shaughnessyn (2015) mukaan toimialalähtöisessä kirjallisuudessa usein määritetty osaksi ydinliiketoimintaa, minkä vuoksi kaikki niihin liittyvä on tyypillisesti rajattu yrityksen hallintaan patentein, tekijänoikeuksin ja salassapitosopimuksin. Näiden ratkaisujen sijaan tiedon ja osaamisen avoin jakaminen tulee yhä kannattavammaksi ratkaisuksi etenkin sisällöntuotannon joukkoistamisen näkökulmasta. Pääoma ja osaaminen keskittyvät näin yhä enemmän suurille alustoille, joissa yksittäiset alustayritykset voivat pyrkiä pitämään enimmänsä pääomasta itsellään. (Shaughnessy, 2015.)

Verkostovaikutukset ja monisuuntainen alusta

Innovoimisen hajauttaminen yrityksen ulkopuolelle joukkoistamalla sekä kuluttaja-tuottajasuhteen määrittelemisen uudelleen edellyttävät organisaatioilta suuria eri toimijoista koostuvia verkostoja. Prosumerismi ja joukkoistaminen edellyttävät useiden yksittäisten ulkoisten toimijoiden tavoittamista ja houkuttelemista toimimaan yhteisessä verkostossa. (Shaughnessy, 2015.) Gawer ja Cusumano (2014) kuvaavat tällaisen yhteisön kasvamiseen liittyviä hyötyjä verkostovaikutusten kautta.

Verkostovaikutuksia syntyy, kun hyödykkeen tai toiminnan arvo yksittäiselle käyttäjälle kasvaa sitä mukaa, mitä useampia käyttäjiä samalla hyödykkeellä on. Tällaista suoraviivaista käyttäjämäärän mukana kasvavaa verkostovaikutusta kutsutaan suoraksi verkostovaikutukseksi. (Gawer & Cusumano, 2014; Investopedia, 2016b.) Esimerkiksi kun internetin käyttäjät lisääntyvät, verkossa on yhä enemmän ihmisiä joiden kanssa olla vuorovaikutuksessa. Epäsuorat verkostovaikutukset puolestaan muodostuvat, kun hyödykkeen arvo nousee jonkin itsenäisen ja organisaation ulkopuolisen toimijan tuottaessa verkostoon komplementaarisia hyödykkeitä tai sisältöä. Sekä alkuperäisen hyödykkeen tuottaja että komplementaarinen toimija hyötyvät toistensa toiminnasta, sillä ne mahdollistavat verkoston kasvun eli molempien potentiaalisten asiakkaiden lisääntymisen. (Gawer & Cusumano, 2014; Church & Gandal & Krause, 2008). Epäsuorana verkostovaikutuksena voidaan nähdä esimerkiksi verkkosivujen lisääntyminen: yksityiset ihmiset ja organisaatiot tekevät verkkosivuja, jotka ovat uutta sisältöä ja asiakashyötyä yksittäiselle internetin käyttäjälle.

Etenkin monisuuntaisten alustojen kohdalla epäsuorat verkostovaikutukset korostuvat: mitä useampi taho tuottaa sisältöä ja erilaisia innovaatioita, sitä enemmän alusta tarjoaa erilaisia ratkaisuja, erilaista asiakashyötyä ja kilpailevia laadukkaita vaihtoehtoja. Tästä voidaan käyttää käsitettä ydininteraktio (*core interaction*). Ydininteraktiossa eri toimijoiden välinen kanssakäyminen muodostaa alustan arvon sen toimijoille. Menestyvä monisuuntainen alusta on ydininteraktion näkökulmasta rakenteeltaan ja toiminnaltaan oikeita toimijoita yhdistävä, yhteistä toimintaa fasilitoiva ja verkostovaikutuksen tavoin kasvaessaan yhä houkuttelevampi potentiaalisille toimijoille. (Parker ym., 2016.) Monisuuntaisen alustan tarkoitus on nimenomaan tietyin säännöin luoda ympärilleen tiivis ja luottamus pohjainen yhteisö, jonka toimijat haluavat kokea itsensä osaksi yhteisöä. Alustayritys sitoo näin ulkoisia toimijoita yhdistäjien kautta alustaansa, jolla ulkoiset toimijat ja alustan asiakkaat kohtaavat. (Shaughnessy, 2015, 97.)

2.4.5 Prosumerismi ja joukkoistaminen fyysisen hyödykkeen markkinoilla

Alustataloudessa etenkin yksisuuntaisille tuotantoketjurakenteille on lukuisia eri vaihtoehtoja. Internet ja pilvilaskenta tekevät logistiikkakustannuksista olemattomia etenkin bittipohjaisessa liiketoiminnassa, mutta samalla ne mahdollistavat tiedonsiirron ja automaation myös fyysisiin hyödykkeisiin pohjautuvassa liiketoiminnassa. (ks. Shaughnessy, 2015; Hashem ym., 2015.) Vaikka fyysisten resurssien ja hyödykkeiden kauppaan liittyy usein esimerkiksi tuotannon ja logistiikan skaalautuvia kuluja, alustatalous mahdollistaa niidenkin suhteen uudenlaista kehitystä. Pilvi toimii Shaughnessyn (2015) ja Hashemin ym. (2015) mukaan sekä yhteys- ja kehitysväylänä että ajatustenvaihtokanavana myös fyysisten hyödykkeiden markkinoilla. Pilvi mahdollistaa näin ulkoisten toimijoiden yhteistyön globaalisti muun muassa tuotekehityksen osalta (Shaughnessy, 2015).

Alustan yhdistäjänä toimimisen lisäksi toiseksi pilvilaskennan keskeiseksi rooliksi nousee niin sanotun Big Datan käsittely (Hashem ym., 2015). Big Datan käsittelyllä tarkoitetaan yleisesti suurten ja jatkuvasti verkossa kasvavien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, etsimistä, jakamista, analysointia sekä tilastollista hyödyntämistä useimmiten automaatiota hyödyntäen. Tietoliikenneteknologian kehittymisen myötä jatkuva uuden datan tuotanto on johtanut tilanteeseen, jossa muun muassa yksityisten ihmisten tuottamaa dataa sekä koneiden automaattisesti keräämää informaatiota syntyy enemmän kuin yksittäiset supertietokoneet pystyvät käsittelemään. (Hashem ym., 2015.) Hajautetun pilvilaskennan kautta kasvavan Big Datan käsittely on mahdollista useilla eri tietokoneilla samanaikaisesti, jatkuvasti ja usein automaattisesti (Shaughnessy, 2015; Hashem ym., 2015).

Pilveä voidaan sellaisenaan pitää tietokoneiden laskentatehon joukkoistamisen kaltaisena hyödyntämisenä, sillä pilvessä dataa voidaan käsitellä useiden tietokoneiden hajautettua laskentatehoa hyödyntäen (Shaughnessy, 2015, 44–45). Pilvilaskenta mahdollistaa näin valtaviin tietomääriin automaattisen analysoinnin sekä joissakin tapauksissa automaattisen päätöksenteon datan pohjalta (Hashem ym., 2015; Usuelli, 2014). Vaikka vertais-transaktiot, etenkin globaalisti, painottuvat virtuaalihyödykkeiden vaihdantaan, asiakkaiden väliset transaktiot voivat yleistyä edellä kuvatun tietoteknisen kehityksen myötä myös fyysisten hyödykkeiden kuluttajien ja tuottajien muodostamissa ekosysteemeissä ja alustoissa. Jotta asiakkaat voivat toimia prosumeristisesti sekä kuluttajina että tuottajina, vaihdettavan tai vaihdettavien resurssien tulee tyypillisesti olla helposti saatavissa ja vaihdettavissa oleva kulutustuote. (Shaughnessy, 2015; Anderson, 2009.)

Esimerkiksi automatisoitujen prosumerististen yhteisöjen muodostaminen jonkin maksuttoman tai lähes maksuttoman resurssin ympärille on tietoteknisestä näkökulmasta mahdollista pilvilaskennan ja muiden Big Datan käsittelyyn kehitettyjen teknologioiden johdosta. Tämän pohjalta automatisoidusti prosumeristisesti toimivat ekosysteemit ja alustat voivat mahdollistaa fyysisen resurssinomaisen hyödykkeen vaihtamisen ilman varsinaista tuotantoketjua tai tuottajayritystä. (ks. Shaughnessy, 2015; Anderson, 2009.)

Myös joukkoistaminen voi toimia tuotantoketjun häiriyttäjänä fyysiseen kauppaan pohjautuvalla monisuuntaisella alustalla. Fyysisten hyödykkeiden monisuuntainen alusta voidaan määritellä alustaksi, joka yhdistää lukuisia erilaisia vaihtoehtoisia fyysisiä hyödykkeitä, ja jolle asiakas voi koota oman ratkaisunsa haluamiltaan joukkoistetuilta sisällöntuottajilta. (Shaughnessy, 2015; Gawer & Cusumano, 2014.) Tässä tapauksessa sisällöntuottajat voivat olla esimerkiksi erilaisia tukipalveluita, kuten ulkoisten toimijoiden hyödykkeitä yhdistäviä ohjelmistoja tai laitteita, tarjoavia toimijoita. Alusta voi myös itsessään olla keskeinen tukipalvelu tai fyysinen alustaratkaisu, jolle ulkoisten toimijoiden hyödykkeet voidaan liittää. (ks. Shaughnessy, 2015.)

2.4.6 Horisontaalinen murros alustataloudessa

Alustatalous ja ulkoiset alustat mahdollistavat muun muassa geneeristen kilpailustrategioiden ja arvontuotantolähtöisten strategioiden näkökulmasta mahdolltomilta kuulostavia strategioita. Vastaavasti alustatalouden horisontaalinen murros poikkeaa lainalaisuuksiltaan vakiintunutta toimialaa häiriyttävästä murroksesta. (Evans & Schmalensee, 2016; Downes & Nunes, 2014.)

Downes ja Nunes (2014) määrittelevät kolme alustatalouden piirrettä, jotka selittävät alustojen tavallisesta poikkeavaa disruptiivisuutta. Nämä ovat:

- A. Kuormaton kehittäminen:** uusia liikeideoita, toimintamalleja ja hyödykkeitä voidaan kehittää alustataloudessa vaivatta ja vähäisellä omalla pääomalla. Yhden murroksellisen liiketoimintamallin tai hyödykkeen kehittämisen sijaan ulkoiset toimijat kokeilevat alustalla useita erilaisia vaihtoehtoja. Suuresta joukosta kokeiluja jokin voi nousta disruptiiviseksi. Tällaiset kokeilut tehdään tyypillisesti mahdollisimman edullisesti esimerkiksi avointa lähdekoodia tai halpoja materiaaleja hyödyntäen. (Downes & Nunes, 2014; Shaughnessy, 2015.)

B. Ujostelematon kasvu: toimialan elinkaariajattelua vastoin alustayrityksellä on testikäyttävävaiheen jälkeen vain yksi asiakasryhmä, joka voi koostua samanaikaisesti kaikenlaisia arvolupauksia, kuten yksilöllisiä premium-palveluita ja markkinoiden edullisinta hintaa, etsivistä asiakkaista. Ujostelemattomasti kasvava alustayritys nousee tyypillisesti useiden start-up-kokeilujen pohjalta opittuaan epäonnistuneiden start-upien kokeiluista. (Downes & Nunes, 2014.)

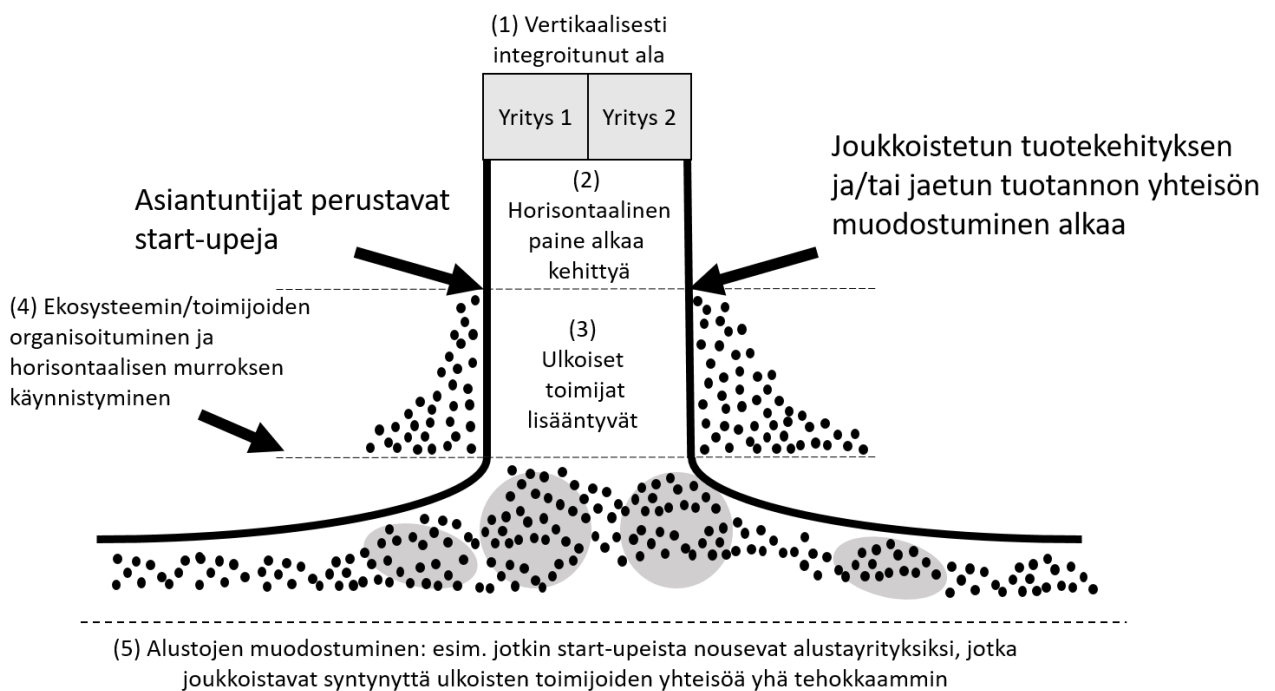
C. Kurittomat strategiat: monisuuntaisen alustan tai sitä ylläpitävän alustayrityksen ei tarvitse alustan näkökulmasta valita vain yhtä kolmesta arvontuotantostrategioiden päätyypeistä. Alusta voi ulkoisten toimijoiden kautta tuottaa eri asiakassegmenttien näkökulmasta näiden kolmen päätyypin strategioiden tarjoamia asiakashyötyjä markkinoille kunkin päätyypin vaatimalla toimintalogiikalla mahdollisesti markkinoiden parhain asiakaslupauksin. Alustayrityksen ei siis tarvitse palvella erilaisia tarpeita erikseen, vaan tässä tehtävässä suoriutuvat joukkoistetut yksittäiset toimijat. (Downes & Nunes, 2014; Shaughnessy, 2015.) Alustayrityksen voidaankin sanoa joukkoistavan arvontuotantostrategian valinnat ulkoisille toimijoilleen, nousten itse alustaksi, jota kaikki alustan toimijat voivat hyödyntää.

Alustalla toimivat yritykset ja ulkoiset toimijat toimivat siis lukuisilla eri tuotantorakenteilla ja eri arvontuotantolähtöisillä strategioilla, tuottaen alustalle erilaisia kokeiluja ilman alustayrityksen riskinottoa tai rahoitusta. Tällöin alustan joukkoistetut ulkoiset toimijat tuottavat laajan kirjon alustan kautta saatavia hyödykkeitä, joista asiakas voi valita tarpeisiinsa sopivan valitsemaltaan ulkoiselta toimijalta. (Downes & Nunes, 2014.) Alustan asiakaslupausten näkökulmasta tuotantoa voidaan kuvailla *massadifferaatioksi* massatuotannon sijaan: alustan käyttäjät voivat saada joukkoistetulta tuotannolta yksilöllisesti haluamiaan asiakashyötyjä (Shaughnessyn, 2015, 80–81). Alustayritys on siis kaikkia osapuolia hyödyttävä markkinoiden ylläpitäjänä ja kolmantena osapuolena hyötyvä taho (ks. Shaughnessy, 2015; Downes & Nunes, 2014; Parker ym., 2016).

Horisontaalisen murroksen eteneminen

Kehitys horisontaaliseen murrokseen ei tyypillisesti ala yksittäisen alustayrityksen toiminnasta. Uusien markkinoiden, low-end- ja high-end- murrokset eivät riitä selittämään alustatalouden murroksia, sillä paine disruptioniin ei tule yksittäisen yrityksen uudelta toiminnasta taikka teknologisesta tai liiketoiminnallisesta innovaatiosta. (ks. Shaughnessy, 2015; Sampere, 2015.)

Siirtymä uudenaikaiseen alustataloudelliseen toimintalogiikkaan voi aiheutua millä tahansa liiketoiminnan alalla eli myös vakiintuneella, vertikaalisesti integroituneella ja oligopolisoituneella alalla. Murros alkaa kehittymään alalle kertyvästä horisontaalisesta paineesta, jota voi kehittyä muun muassa ulkoisten toimijoiden lisääntymisen ja organisoitumisen kautta. Etenevä murros on usein yksittäisten ihmisten, kuten vakiintuneen alan asiantuntijoiden ja asiakkaiden, toiminnasta käynnistyvä prosessi. (Shaughnessy, 2015). Shaughnessyn (2015, 108–122) mukaan tällainen horisontaalisesta paineesta alkava alustatalouden horisontaalinen murros voidaan jakaa kuvion 6 mukaisesti viiteen etenemisvaiheeseen.



Kuvio 6. Horisontaalisen murroksen eteneminen (mukaillen Shaughnessyä, 2015, 110)

Shaughnessy (2015, 108–110) mukaillen kuvion 6 vaiheet ovat:

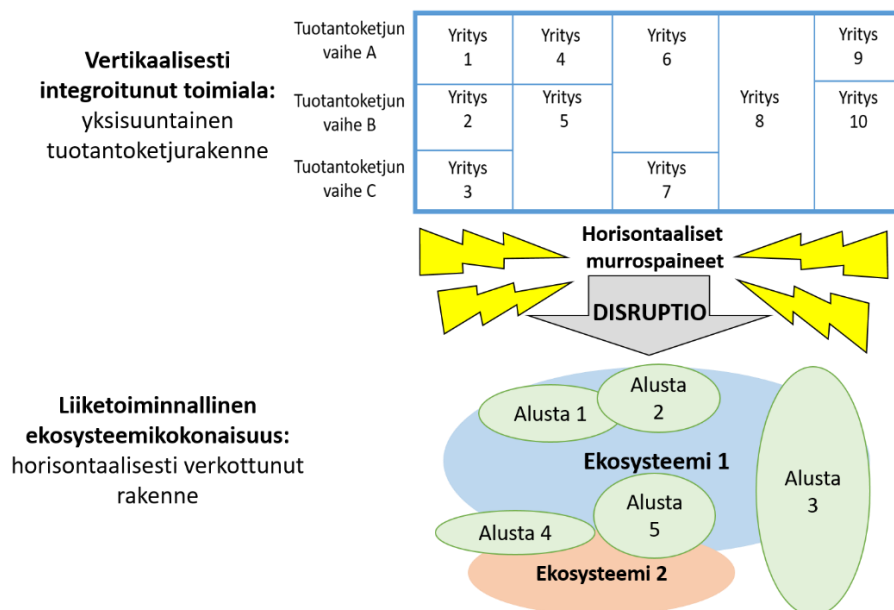
1. **Keskittyminen ja hybrisi:** markkinat kehittyvät oligopolimaiseen ja vertikaalisesti integroituneeseen rakenteeseen, jossa liiketoiminnan kate on kannattava, mutta toisaalta hybrisi ja ylimielisyys johtavat toiminnan yksipuolistumiseen ja useiden mahdollisuuksien käyttämättä jättämiseen (Shaughnessy, 2015, 108).

2. **Kokeilullinen aikakausi:** horisontaalinen paine alkaa vaikuttaa keskittyneeseen liiketoimintarakenteeseen tyytymättömiin toimijoihin. Esimerkiksi oligopolien työntekijät saattavat siirtyä perustamaan omia yrityksiään. Näin vakiintuneesta toimialasta irtautuneet asiantuntijat siirtyvät mahdollisiksi ulkoisiksi toimijoiksi etsimään yhteistyö-kumppaneita tai omaa yhteisöään. (Shaughnessy, 2015, 109.)
3. **Uuden sisällön vaihe:** tietoisuus vaihtoehdoista oligopolien hyödykkeille leviää ja houkuttelee asiakkaita uudennaisilla asiakaslupauksilla. Asiakkaille voi kehittyä halu vältellä vakiintuneiden yritysten liiketoimintaa. (Shaughnessy, 2015, 109, 120–122.)
4. **Ekosysteemin organisoituminen:** vahva ulkoisten toimijoiden ja start-upien joukko vakiintuu tavoitteiden ja sitoutuneen henkilöstön osalta, omaksuen merkittävän osan innovaatorisikeistä. Tässä vaiheessa ekosysteemi voi liikkua valtavia kassavirtoja, mutta samalla alustan tyypillisen hyödykkeen kuluttajahinta voi lähestyä nollaa. Tämä voi johtaa vakiintuneen liiketoimintalogiikan rikkoutumiseen ja uuden toimintalogiikan kehittämiseen alalle yhä merkittävämmäksi. (Shaughnessy, 2015, 109, 121–122.)
5. **Alustan/alustojen muodostuminen:** jokin tai jotkin yritykset muodostavat keskeisiä alustoja, joiden kautta ekosysteemin ulkoiset toimijat alkavat harjoittaa toimintaansa, nostaen alustayritykset toimintaa fasilitaattoreiksi. Tämä voi johtaa uudennaisen liiketoiminta- ja alan toimintalogiikan vakiintumiseen sekä uusien ekosysteemien, alustojen, ulkoisten toimijoiden keskittymien ja siten täysin uudennaisen asiakaslupausten kehittämiseen. (Shaughnessy, 2015, 109.)

Hyödykkeeseen ja toimialan sisäiseen liiketoimintamalli-innovaatioon pohjautuvat murrokset muokkaavat toimialaa sisäisesti, mutta edellä kuvattu alustataloudellinen horisontaalinen murros vaikuttaa liiketoimintaan ja yhteiskuntaan myös laajemmin (Shaughnessy, 2015; Sampere, 2015). Horisontaalinen murros voi muuttaa liiketoiminnan luonnetta niin, että ennen murrosta tunnistettava toimiala ei muistuta lainkaan murroksen synnyttämää liiketoimintaa. Samalla oligopolististen toimijoiden valta jakautuu useille start-ujeille ja joukkoistetuille ulkoisille toimijoille. (Sampere, 2015.) Shaughnessy (2015) käyttääkin horisontaalisesta alan vakiintuneen liiketoimintalogiikan häiriytymisestä termiä toimialan räjäyttämisen, mikä kuvaa sitä, kuinka toimialan raamit ja konteksti voidaan usein todeta siirtymän tapahduttua historiaan jääviksi asioiksi.

2.5 Yhteenveto: tutkielman teoreettisen viitekehyksen määrittäminen

Alustataloudessa liiketoimintaa häiriyttäviä ja muovaavia voimia voi kasvaa sellaisille liiketoiminnan alueille ja toimialojen yhdistelmille, joissa ei aiemmin uskottu olevan toimialaa (ks. Downes & Nunes, 2014; Shaughnessy, 2015). Toimialan käsite on näin sokea esimerkiksi vakiintuneiden toimialarajojen yli ekosysteemisessä kehityksessä muodostuville monisuuntaisille alustoille. Radikaalin innovaation tavoin liiketoimintaa häiriyttäviä horisontaalisia murroksia voi kehittyä täysin uusien liiketoiminnallisten teknologioiden ja tietotekniikan kokonaisuuksien ympärille (ks. Shaughnessy, 2015). Tästä johtuen toimialan käsite ei enää täytä muun muassa liikkeenjohdon tarvetta kuvata ja kategorisoida liiketoimintaa strategian näkökulmasta rakentavimmalla tavalla. Toimialan käsitteen käyttö voidaan todeta kognitiivista harhaa tuottavaksi liiketoiminnan rajaamiseksi, mikä vaikeuttaa liiketoiminnallisten mahdollisuuksien havainnointia ja alustatalouden mukaista yhdistelemistä yli toimialarajojen.



Kuvio 7. Siirtymä vertikaalisesti integroituneesta toimialarakenteesta alustatalouteen

Kuvio 7 kuvaa vertikaalisesti integroituneen toimialan toimintalogiikan siirtymää alustataloudelliseen liiketoimintalogiikkaan. Salamet kuvaavat horisontaalisten murrospaineiden kertymistä vertikaalisesti integroituneelle toimialalle. Luvun 2 mukaisesti toimialan tuotantorakenne eli yksisuuntainen tuotantoketju vaihtuu siirtymän myötä vaikeammin kategorisoitavaan horisontaaliseen verkostorakenteeseen, jossa eri ekosysteemit ja alustat toimivat limittäin kuvion 7 mukaisesti. Limittäisyydellä tarkoitetaan sitä, että ekosysteemien ja alustojen määrittely ja kuvailu eivät ole kategorisointia tai rajaamista kognitiivisesti selkeisiin kokonaisuuksiin; oleellisempaa on tunnistaa suoraviivaisen toimialan elinkaariajattelun mukaisen kehityksen sijaan useiden liiketoiminnallisten kehitysympäristöjen olemassaolo.

Tämän luvun pohjalta generiset kilpailustrategiat, tuotantoketjut, alalle tulon esteet tai muut vakiintuneet toimialan kilpailustrategian kirjallisuuden ilmiöt tai keinot eivät suojaa vertikaalisesti integroituneita toimijoita alustatalouden horisontaalisilta murroksilta. Toimialojen tai yritysten kehityksen näkeminen elinkaarimallin mukaisena ei sovellu alustatalouteen, sillä murroksen voivat aikaansaada esimerkiksi kuormattoman kehityksen kautta suhteellisen vähäisellä pääomalla nousseet ja ujostelemattomasti kasvavat yllättävät toimijat (Downes & Nunes, 2014). Monisuuntaisen alustan joukkoistamisen kautta tarjoamat kilpailukykyiset asiakaslupaukset eivät kurittomien strategioiden logiikan vuoksi rajoitu alustayrityksen näkökulmasta yhteen kolmesta arvontuotantolähtöisen strategian päätyypistä. Alustataloudellinen siirtymä voidaan todeta tältä osin myös arvontuotantolähtöisen liiketoimintalogiikan peruseräitä häiriyttäväksi ilmiöksi. (ks. Downes & Nunes, 2014; Shaughnessy, 2015.)

Shaughnessyn (2015) mukaan alustataloudelliset siirtymät vaikuttavat lopulta jollakin tapaa liiketoimintaan kaikilla liiketoiminnan aloilla. Alustataloudelliset tuotantorakenteen murrokset ovat siis mahdollisia fyysisten hyödykkeiden markkinoihin perustuvilla aloilla. Esimerkiksi automatisoitu prosumerismi maksuttomasti jaettavan resurssin ympärillä on nykyteknologialla mahdollista. (Anderson, 2009; Shaughnessy, 2015.) Joukkoistamisen näkökulmasta muun muassa ulkoisten toimijoiden fyysisten hyödykkeiden yhdistelyn mahdollistava hyödyke voi muodostua monisuuntaiseksi alustaksi (ks. Shaughnessy, 2015).

Kehittämävaiheessa olevia ekosysteemejä, alustoja tai siirtymiä ei välttämättä voida tunnistaa toimialalähtöisellä tai arvontuotantolähtöisellä logiikalla; alustatalouden kirjallisuuden avulla horisontaalisia murroksia ja niihin johtavia murrospaineita voidaan kuitenkin pyrkiä kuvaamaan ja analysoimaan (ks. Shaughnessy, 2015; Parker ym., 2016; Downes & Nunes, 2014; Gawer & Cusumano, 2014). Tässä tutkielmassa tutkitaan horisontaalisen murroksen mahdollista kehittymistä ennen kuin kuvion 7 mukainen disruptio ja siirtymä uuteen toimintalogiikkaan ovat tapahtuneet. Horisontaalisten murrospaineiden ja potentiaalisten alustojen syntymistä sähköalalle pyritään havaitsemaan luvussa muodostetun teoreettisen viitekehyksen pohjalta. Suomen vakiintuneen sähköliiketoiminnan kuvauksessa sovelletaan pääasiassa toimialalähtöistä kirjallisuutta. Alustatalouden kirjallisuutta hyödynnetään etenkin älyverkkoteknologian ja sen horisontaalisen murrospotentialin kuvaamisessa ja analysoinnissa suhteessa Suomen nykyiseen sähköliiketoimintaan. Suomen sähköalan muutosaineita ja nykytilaa suhteutetaan horisontaalisen murroksen vaiheisiin alalle mahdollisesti syntyneiden horisontaalisen murrospaineen analysoimiseksi.

3 METODOLOGIA

Tässä luvussa kuvataan tutkielman metodologiset valinnat sekä perustellaan tiedon hankinnan, tulkinnan ja analysoinnin periaatteet. Lisäksi luvussa käsitellään tutkielman luotettavuutta, validiteettia, kontribuutiota ja metodologisia rajoitteita sekä tutkimustulosten yleistettävyyttä.

3.1 Tutkimusmetodina kvalitatiivinen tapaustutkimus

Tutkielma on luonteeltaan laadullinen eli kvalitatiivinen. Hypoteesien ja teorian testaamisen sijaan kvalitatiivisen tutkimuksen tavoitteena on kerätyn aineiston rikas ja monipuolinen tarkastelu sekä tutkijan ymmärryksen kasvattaminen kohdeilmioistä (Hirsjärvi & Remes & Sajavaara, 2004, 151–155). Tutkielman tutkimusympäristönä toimii Suomen nykyinen sähköliiketoiminta ja tarkasteltavana ilmiönä analysoidaan älyverkkoteknologian alustataloudellista murrospotentiaalia verrattuna Suomen sähköliiketoiminnan nykytilaan ja sen energiapoliittisiin kehityspaineisiin. Kvalitatiivinen tutkimusote on valittu empiriaan sopivana, sillä tutkielma keskittyy Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 5) mukaisesti holistisesti arvioimaan ilmiötä kerätyn datan ja sen analysoinnin pohjalta: tarkoituksena on kehittää ymmärrystä sähköliiketoiminnan nykytilasta sekä mahdollisesta tulevaisuuden kehityksestä sen nykytilanteen pohjalta.

Tapaus- eli case-tutkimuksessa tutkitaan jotakin ilmiötä sen luonnollisessa ympäristössä empiirisen aineiston kautta (Yin, 2009; Eriksson & Kovalainen, 2008). Tapaustutkimus mahdollistaa monimutkaisen tilanteen tarkastelemisen yksinkertaisemmin ja systemaattisemmin keskittyen yhteen tai useampaan toimijaan tai kokonaisuuteen (Eriksson & Kovalainen, 2008). Haysin (2004) mukaan tapaustutkimus soveltuu erityisesti uuden ilmiön ominaisuuksien hahmottamiseen. Koska tutkielmassa keskitytään refleктоimaan uudenlaiseen liiketoimintaan ja teknologiaan pohjautuvaa murrospotentiaalia, tutkimusmetodiksi on valittu tapaustutkimus.

Metodologisesti tapaustutkimukset pohjautuvat muun muassa tulkitsevaan tutkimusotteeseen ja kenttätutkimuksen perinteisiin (Dyer & Wilkins, 1991). Ghaurin ja Grønhaugin (2010) mukaan tapaustutkimukset poikkeavat tilastollista kvantitatiivista tutkimuksista, jotka ovat tyypillisesti sellaisenaan yleistettävää tietoa tuottavia ja numeerisesti mitattaviin koeasetelmiin perustuvia. Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 121) mukaan tapaustutkimuksen pääasiallinen tarkoitus ei olekaan sellaisenaan yleistettävän tiedon tuottaminen, vaan ainutlaatuisen tapauksen analysoinnin kautta tiedon ja ymmärryksen tuottaminen tutkijalle ja tutkimukseen perehtyvälle.

Koskisen, Alasuutarin ja Peltosen (2005, 154) mukaan tapaustutkimuksen kohde vaihtelee tarpeen mukaan: kohteita voivat olla esimerkiksi yksittäisen organisaation tai toimialan tietty prosessi, sen toiminta, jokin tapahtumasarja tai historia. Tässä tutkielmassa tarkasteltava ilmiö on kokonainen liiketoiminnan ala sekä teknologisen ja poliittisen kehityksen myötä tälle alalle kehittyvä liiketoiminnallinen murrospotentiaali. Masonin (2002) mukaan kvalitatiivinen tapaustutkimus soveltuu yksittäisen tutkimuskohteen syvälliseen tutkimiseen, sillä se hahmottaa parhaimmillaan tutkittavaa ilmiötä sen reaaliossa ympäristössä ja oleellisessa kontekstissa.

Tapaustutkimuksessa voidaan hyödyntää myös kvantitatiivista aineistoa kvalitatiivisen aineiston ohella, mikäli se tekee aineistosta tutkimuskysymyksiin paremmin vastaavaa (Dooley, 2002, 339–340). Tällä logiikalla tutkielman kvalitatiivisesta luonteesta huolimatta tutkielmassa hyödynnetään myös saatavilla olevaa numeerista dataa muun muassa olemassa olevan sähköliiketoiminnan kuvaamisessa, argumentoinnin tukena sekä mahdollisuuksien mukaan empiirisen datan holistisen ja luotettavan kuvauksen ja analysoinnin takaamiseksi.

3.2 Aineisto ja aineiston analysointi

3.2.1 Aineisto ja sen hankinta

Metodologian kirjallisuudessa empiirinen data jaetaan usein primaariseen ja sekundaariseen dataan. Primaarinen data on tutkijan itse keräämää dataa, jota voidaan hankkia esimerkiksi haastatteluiden tai koeyksilöiden havainnoinnin pohjalta. Sekundaarinen data puolestaan tarkoittaa tutkijan löytämää olemassa olevaa valmista dataa esimerkiksi kirjallisista lähteistä, kuten kirjoista, dokumenteista tai muistioista. (Eriksson & Kovalainen, 2008, 78–79.)

Tässä tutkielmassa tutkittava ilmiö poikkeaa muun muassa Dyerin ja Wilkinsin (1991), Erikssonin ja Kovalaisen (2008) sekä Koskisen ym. (2005) kuvaamista tyypillisistä tapaustutkimuksista, jotka voivat keskittyä esimerkiksi organisaatiossa tapahtuneisiin muutoksiin, yrityksen päätöksentekoon tai organisaation jäsenten keskinäisiin suhteisiin. Sähköalan potentiaalisen tulevaisuudessa tapahtuvan murroksen osalta ei välttämättä ole saatavissa primaarista ja syventävää tietoa yksittäisistä lähteistä, kuten sitä olisi saatavilla esimerkiksi Yinin (2009) sekä Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 78–91) mukaan erilaisten haastattelujen avulla, mikäli tutkimuskohde olisi rajattu vaikkapa organisaation sisäiseksi tai historiaan kohdistuvaksi tapahtumaksi.

Tapaustutkimuksen empiria voi koostua millaisesta datasta tahansa, kunhan aineiston kerääminen, tulkinta ja analysointi itsessään on suoritettu tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukaisesti, luotettavia lähteitä käyttäen sekä tutkimuskysymyksiin vastaten (Eriksson & Kovalainen, 2008, 116; Dooley, 2002). Kirjallisuusosion lähteinä on käytetty Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 44–45) mukaisesti pääasiallisesti tieteellisesti julkaistua kirjallisuutta ja alan perusteoksia. Empiirinen aineisto koostuu tutkielman tarkoitukseen soveltuvasta aineistosta, mutta kuitenkin Staken (2000) tutkimuslogiikan mukaisesti mahdollisimman luotettavista ja objektiivisista lähteistä. Tutkielman empiirinen aineisto on kerätty pääasiassa internetistä sekä asiantuntijoiden ja tutkijoiden tuottamasta aihepiiriin liittyvästä kirjallisuudesta. Aineisto koostuu siis sekundaarisesta datasta.

Suomen sähköliiketoiminnan osalta merkittävimmät lähteet sähköliiketoiminnan sääntelystä ja luonteesta on kerätty muun muassa Finlexin kautta Suomen laista, Hallituksen esityksistä, Valtioneuvoston päätöksistä sekä Verohallinnon verkkosivuilta. Lisäksi Suomen sähköliiketoiminnan ja sen sääntelyn kuvauksen lähteenä on käytetty myös Energiaviraston (Suomen energia-alaa valvova ja sääntelevä virasto), Energiateollisuuden (Suomen energia-alan elinkeino- ja työmarkkinapoliittinen etujärjestö) ja Suomen kantaverkkoyhtiö Fingrid Oyj:n verkkosivuja. Suomen sähköliiketoimintaa kuvaavat luvut ja tilastotiedot on kerätty pääosin näistä lähteistä sekä Tilastokeskuksen virallisista tiedoista. Energiapoliittista kehitystä ja tukemista koskeva aineisto on kerätty pääosin Euroopan komissiolta, EU:n rahoittamien työryhmien ja hankkeiden raporteista ja selvityksistä, sekä Suomen Työ- ja Elinkeinoministeriöltä (TEM) saatavasta materiaalista. Pohjoismaisen sähköpörssin Nord Pool AS:n toimintaa käsittelevä tieto on kerätty pääosin Nord Poolin omilta sivuilta sekä kantaverkkoyhtiö Fingridin sivuilta. Lisäksi aineistoa on havainnollistettu erilaisilla esimerkeillä muun muassa Caruna Oyj:n ja Tuulivatti Oy:n toiminnan osalta. Esimerkkien osalta tietoa on kerätty kyseisten yritysten verkkosivuilta, blogeista sekä ei-tieteellisistäkin lehdistä.

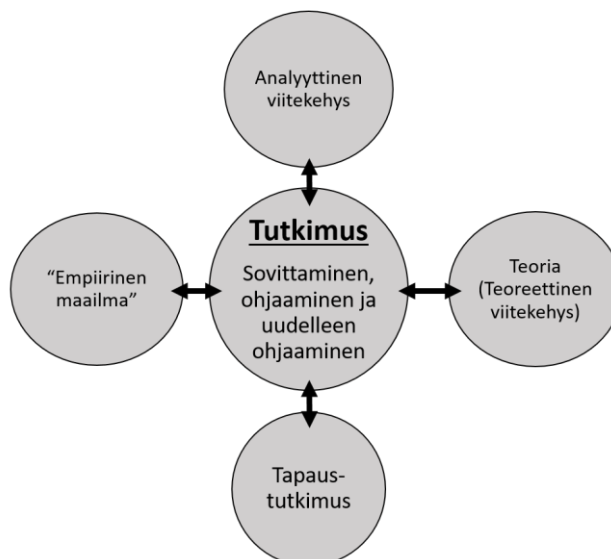
Aineisto älyverkon osalta on koottu pääasiassa saataville olevasta kirjallisuudesta alalla toimineiden asiantuntijoiden, kuten Carvallón ja Cooperin (2015) ja Bushin (2014) tuottamista kirjallisuudesta, selvityksistä sekä raporteista. Älyverkkojen kotiakkuteknologiaa kuvataan Tesla Energy Inc:in akkuteknologian kautta havainnollistaen älyverkkoteknologian nykytilaa.

3.2.2 Havaintojen muodostaminen ja tutkimusprosessin eteneminen

Hirsjärven ja Hurmeen (2008, 23, 58) mukaan holistinen ja monipuolinen ymmärrys tutkittavaan ilmiöön muodostuu tutkijan interaktiivisesta suhteesta tutkimuskohteeseen, sillä tutkija oppii tutkiessaan ja hänen näkökulmansa ilmiöön monipuolistuvat. Tutkielman edetessä hyödynnettiin tämän vuoksi tutkimusprosessin kiertokulkumaista rakennetta (*circularity of research process*). Kiertokulkumaisessa tutkimusprosessissa tapaustutkimuksen tutkimuskysymyksiä, kirjallisuusosiota tai empiriaa ei ole määritelty lineaarisesti yksi tutkielman luku kerrallaan, vaan tutkielman koko sisältöä ja rakennetta on muovattu työn edetessä useaan kertaan. (Eriksson & Kovalainen, 2008, 31.) Kirjallisuusosiota on siis tarkennettu ja laajennettu tutkimusprosessissa empiiristen havaintojen tarkentuessa, empiriaa on rajattu uudelleen teoreettisen viitekehyksen tarkentuessa sekä tutkimuskysymyksiä on muokattu tutkittavan ilmiön kohdentuessa.

Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 31–33) mukaan kiertokulkumainen tutkimusprosessi parantaa erityisesti tutkimuksen reflektiivisyyttä. Flickin (2002, 43) mukaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa empiria ja teoreettinen viitekehys voivat pohjautua aiempaan kvalitatiiviseen tutkimukseen, jota käytetään tutkielmassa alustavana tapauksen ymmärtämisen keinona ja näkökulmana. Kiertokulkumaisessa tutkimusprosessissa tutkijan oppimisen, analysoinnin ja perehtyneisyyden lisääntyessä alkuperäiset tutkimuskysymykset ja valinnat saattavat vaihtua alkuperäisen tiedon ja ennakko-oletusten korjautumisen myötä (Eriksson & Kovalainen, 2008, 33). Tutkimuskysymysten muovaaminen empiiristä aineistoa sekä teoreettista viitekehystä vastaavaksi on yksi oleellisimmista tapaustutkimusta tekevän tutkijan taidoista, minkä kautta tutkijan oppiminen ja syventyminen tutkimusaiheeseen johtavat kiertokulkumaiseen tutkimusprosessiin (Stake, 2000; Dubois & Gadde, 2002). Tutkimuksen tavoitteiden ja tutkimuskysymysten sovittaminen empiriaan ja teoreettiseen viitekehykseen onkin näin tarkoituksenmukaista ja suositeltavaa (Eriksson & Kovalainen, 2008).

Tutkimusprosessin kiertokulun logiikkaa on kehitetty edelleen systemaattisen yhdistelemisen logiikaksi. Sillä tarkennetaan prosessin emergenttiä luonnetta tutkimuksen eri osa-alueiden yhteensovittamisessa sekä analyysin muodostamisessa. (Dubois & Gadde, 2002.) Kuvio 8 havainnollistaa Duboisia ja Gaddea (2002, 555) mukaillen tutkielman systemaattista yhdistelemisen periaatetta empiirisesti havainnoitavan tapaustutkimuksen kohteen, sen realistisen kontekstin, valitun analyttisen viitekehyksen sekä teoreettisen viitekehyksen välillä.



Kuvio 8. Systemaattinen yhdistely (Dubois & Gadde, 2002, 555)

Systemaattisen yhdistelyn kautta teoria saadaan kohtamaan ”empiirisen maailman” kanssa sovittaen, ohjaten ja uudelleen ohjaten (Dubois & Gadde, 2002). *Sovittamisella* viitataan teoreettisen viitekehyksen, lähteiden ja lopullisen analyysin sovittamista yhteen tutkimuksen edessä. Tämä tehdään, jotta tutkimuksen sisältö kaikilla osa-alueilla on lopulta tarkoituksenmukainen ja mahdollisimman hyvin sekä empiiristä että teoreettista maailmaa kuvaava. *Ohjaamisella* ja *uudelleen ohjaamisella* viitataan teoreettisen viitekehyksen ja analyttisen viitekehyksen, eli valittujen aineiston analysointitapojen ja analysoinnin näkökulmien, toistuvaan muovaamisprosessiin. Etenkin analyttisen viitekehyksen osalta tutkijalla voi olla tutkimusprosessin alussa vahvoja ennako-oletuksia. Aineiston keräämisen ja analysoimisen myötä oletukset voivat kohdentua uudella tavalla, johtaen tutkielman uudelleen ohjaamiseen viitekehysten muuttamisen kautta. Uudelleen ohjaaminen voi näin johtaa tutkimuksen näkökulman tai todellisen kohteen vaihtumiseen. (Dubois & Gadde, 2002, 555–558.)

Tutkielman aihe muovautui tutkimusprosessin aikana merkittävästi sovittamisen, ohjaamisen ja uudelleen ohjaamisen kautta. Tutkielman alkuperäinen tutkimusidea oli tutkia kotiakkuteknologioiden kaupallista potentiaalia Suomessa. Aineiston keräämisen sekä alustatalouden kirjallisuuteen perehtymisen myötä aihe ohjautui uudelleen laajemmin älyverkkoteknologiaa käsitteleväksi, mikä johti tutkittavan ilmiön vaihtumiseen. Vastaavasti teoreettinen viitekehys sovitettiin kehittyneen tutkimustavoitteen kanssa yhteensopivaksi. Tutkielman analyttinen viitekehys ja teoreettinen viitekehys vaihtuivat näin älyverkon murros potentiaalın analysointiin soveltuvaksi tutkimusprosessin edessä.

3.2.3 Tutkielman sisältöanalyysi

Seuraavaksi kuvataan tarkemmin tutkielman analyttistä viitekehystä, analysointia sekä aineiston tulkintatapoja. Kyngäksen ja Vanhasen (1999) mukaan kerättyä aineistoa ja tapaustutkimuksen kohdeilmiötä voidaan kvantifioida, kuvata sekä järjestellä hyödyntämällä sisältöanalyysiä. Heidän mukaansa sisältöanalyysi mahdollistaa mallien muodostamisen tutkittavan ilmiön pohjalta aineiston tiivistämiseksi, selkeyttämiseksi ja käsitteellistämiseksi.

Tuomea ja Sarajärveä (2003, 111) mukailten, tutkielman sisältöanalyysi toteutettiin seuraavassa järjestyksessä:

1. Perehtyminen aineistoon
2. Aineiston tarkistelu analyysiyksikön pohjalta
3. Aineiston koodaaminen analyysiyksikön pohjalta
4. Luotettavan ja monipuolisen aineiston muodostaminen triangulaation kautta: aineiston yhteneväisyyksien ja eroavaisuuksien kartoittaminen
5. Havaintojen luokittelu alakategorioihin
6. Yläkategorioiden muodostaminen alakategorioita analysoimalla

Tutkimusprosessi alkoi kattavalla perehtymisellä aineistoon ensin Suomen vakiintuneen sähköliiketoiminnan ja sitten älyverkkoteknologian osalta. Tämä tarkoitti perehtymistä ja aineiston keräämistä mahdollisimman usean luotettavan lähteen pohjalta. Samalla määriteltiin Kyngäksen ja Vanhasen (1999) sekä Tuomen ja Sarajärven (2003) mukaisesti tutkielman analyysiyksiköt. Analyysiyksiköllä viitataan esimerkiksi sanaan, lauseeseen tai laajempaan tutkittavaan teemaan (Tuomi & Sarajärvi, 2003; Kyngäs & Vanhanen, 1999).

Aineiston pohjalta analyysiyksiköiksi nousivat Suomen vakiintunut sähköliiketoiminta sekä älyverkkoteknologia, joiden mukaan aineisto koodattiin. Luvut 4 ja 5 ovat muodostettu valittujen analyysiyksiköiden pohjalta. Aineisto on koottu näiden analyysiyksikköjen osalta mahdollisimman kattavaksi triangulaation periaatteella useita eri lähteitä hyödyntäen. Triangulaatiolla tarkoitetaan useiden erilaisten lähteiden hyödyntämistä tiedon ja lähteistä tehtävien havaintojen luotettavuuden varmistamiseksi. Tutkittavaa ilmiötä voidaan lähestyä triangulaation kautta useista näkökulmista sekä eri tutkimusmetodeihin pohjautuvaa tietoa hyödyntäen. (Eriksson & Kovalainen, 2008, 292–293; Denzin, 1970, 310; Stake, 2000.) Tässä tutkielmassa on tällä tavoin hyödynnetty eri näkökulmista tutkittavaa ilmiötä, eli sähköliiketoimintaa lähestyviä lähteitä.

Tutkielman aineiston kategorisointi suoritettiin sisältöanalyysille tyypillisesti pelkistämisen, ryhmittelyn ja abstrahoinnin kautta. Pelkistämisvaiheessa aineistosta koodataan tutkimuksen kannalta oleelliset asiakokonaisuudet. (Kyngäs & Vanhanen, 1999.) Käytännössä tämä tarkoittaa kerätyn aineiston arvottamista ja supistamista tutkimuskysymysten pohjalta oleellisiin kokonaisuuksiin. Suomen vakiintuneen sähköliiketoiminnan osalta alakategoriat jaettiin vakiintuneen sähköliiketoiminnan vertikaalisesti integroituneen rakenteen kolmijaon mukaisesti sähkönsiirtoon ja -jakeluun, sähköntuotantoon ja sähkönmyyntiin. Älyverkon alakategorioiksi muodostuivat älyverkon kolme sukupolvea teknologioineen. Näin pyrittiin luomaan ryhmittely, joka jakaa kokonaisuudet aineistoa systemaattisesti ja selkeästi kuvaaviin alakategorioihin Kyngäksen ja Vanhasen (1999) sekä Tuomen ja Sarajärven (2003) mukaisesti.

Lopulta abstrahointivaiheessa pelkistetyn ja kategorisoidun aineiston pohjalta muodostettiin yläkategorioita Tuomen ja Sarajärven (2003) mukaisesti luvussa 6, tiivistäen aineiston keskeisimmät löydökset ja sovittamalla ne analyttiseen viitekehykseen. Tämä tarkoitti Suomen sähköliiketoiminnan ja älyverkon alakategorioista saadun tiedon ja havaintojen yhteensovittamista.

Sisältöanalyysin jälkeen tutkimuksessa edetään tulkintavaiheeseen. Tulkintavaiheessa empirian pohjalta saatuja yläkategorioita vertaillaan teoreettiseen viitekehykseen. (Kyngäs & Vanhanen, 1999; Tuomi & Sarajärvi, 2003.) Luvussa 6 muodostettiin tällaisen vertailun pohjalta havaintoja siitä, millaista murrospotentiaalia älyverkkoteknologia omaa suhteessa nykyiseen sähköliiketoimintaan ja sen muutospaineesiin, sekä miten tutkimustulokset tuottavat uutta tietoa suhteutettuna teoreettiseen viitekehykseen. Myös aineiston ja teoreettisen viitekehyksen poikkeamat on esitetty muun pohdinnan yhteydessä luvussa 6.

3.3 Tutkielman luotettavuuden arviointi ja rajoitteet

3.3.1 Luotettavuuden ja validiteetin arviointi

Tieteellinen tutkiminen on osin subjektiivinen prosessi, sillä tutkija toimii osittain vuorovaikutuksessa teorian, kerätyn aineiston, tutkittavan ilmiön sekä analyysin kanssa (Gummesson, 2003, 491). Kvalitatiivista tutkimusta voidaan arvioida luotettavuuden, validiteetin ja yleistettävyyden osalta (Eriksson & Kovalainen, 2008, 291–292; Kyngäs & Vanhanen, 1999).

Kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida pääasiassa tutkimuksen yhteneväisyyden ja läpinäkyvyyden osalta. Luotettavan tutkimuksen tulisi olla toistettavissa toisen tutkijan toimesta vastaavalla aineistolla ja näkökulmalla, sekä näin toteutettujen tutkimusten tulisi vastata toisiaan löydöksiltään ja tutkimustuloksiltaan. Läpinäkyvyys, johdonmukainen aineiston tarkastelu, toimintatapojen dokumentointi ja yksityiskohtainen perustelu ovat keinoja luotettavuuden edesauttamiseen. (Eriksson & Kovalainen, 2008, 291; Gummesson, 2003, 491; Eskola & Suoranta, 1998.) Tutkielman tutkimusprosessin toimintatavat näkökulmien ja argumentoinnin sekä lähteiden käytön osalta on kuvattu luvussa 3 tutkimusprosessin luotettavuuden parantamiseksi.

Tutkielmassa on pyritty mahdollisimman holistiseen, laajaan ja rikkaaseen aineiston tulkintaan Tellisin (1997) sekä Erikssonin ja Kovalaisen (2008) mukaisesti perehtymällä kattavaan määrään merkittävää tieteellistä kirjallisuutta ja empiiristä aineistoa. Suomen sähköliiketoimintaa ja sen toimintalogiikkaa käsitellään tutkielmassa kattavan kuvauksen aikaansaamiseksi Suomen sähköalan toimintaympäristön hallinnollisessa, poliittisessa ja lainsäädännöllisessä kontekstissaan. Flickin (2002) mukaisesti kerättyä aineistoa on jatkuvasti vertailtava metodin ja teoreettisen viitekehyksen kanssa, jotta kerätty aineisto on myös mahdollisimman relevanttia tutkielman kannalta. Kiertokulkumainen tutkimusprosessi parantaa näin Flickin (2002) ja Schwandtin (2001) mukaan tutkimuksen validiteettia jatkuvan aineiston ja teorian kriittisen tarkastelun ja vertailun avulla. Kiertokulkumaiseen tutkimusprosessiin pohjautuvan systemaattisen yhdistely on näin Duboisin ja Gadden (2002) mukaisesti vahventanut tämän tutkielman aineiston yhteneväisyyttä ja yhteensopivuutta läpi tutkimusprosessin.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa validiteetin arviointi on usein haastavaa (Eriksson & Kovalainen, 2008). Schwandtin (2001) mukaan validi tutkimus tuottaa oikeaa ja varmennettua tietoa. Kvalitatiivisen tapaustutkimuksen osalta tutkimus ei kuitenkaan ole yhtä yksiselitteistä ja pelkistettävää kuin kvantitatiivisessa tutkimuksessa, jonka validiteettia voidaan arvioida esimerkiksi toimintatapojen ja mittausten osalta numeerisesti. Kvalitatiivisessa tutkimuskirjallisuudessa validiteetin määritelmästä ei ole konsensusta, mutta yksi mahdollinen määritelmä kuvaa validiteettia tutkimuksen toimintalogiikan kautta. Tästä näkökulmasta tutkimuksen on hyödynnettävä johdonmukaista analyttistä otetta ja reflektiivisyyttä triangulaation sekä mahdollisen primaarisen aineiston ja tutkimuksen tarkistuttamiseen aineiston lähteeltä. (Eriksson & Kovalainen, 2008, 292.)

Tässä tutkielmassa arvioidaan tulevaisuudessa mahdollista liiketoiminnallista kehitystä ja monimutkaisia liiketoiminnallisia murroksia, joten tutkimustuloksia ei voi sellaisenaan pitää varmennettuna tietona tutkielman luonteen ja tutkimustavoitteen vuoksi (ks. Schwant, 2001). Tutkielman tavoitteena on enneminkin tuottaa mahdollisimman kattavaa ja totuudenmukaista ymmärrystä monimutkaisesta ilmiöstä, jota ei toistaiseksi ole tapahtunut. Koska tässä tutkielmassa ei ole primaarista aineistoa, jota tarkistuttaa sen lähteillä, pääasiallinen tutkielman validiteetin peruste ja tae on Staken (2000) sekä Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 292) mukaisesti vahva triangulaatio mahdollisimman luotettavien, sekä tutkittavaa ilmiötä monipuolisista näkökulmista lähestyvien, lähteiden välillä.

Yritysten ja erilaisten poliittisten tahojen internet-sivujen käyttämisen osalta tutkielmassa on vahvan triangulaation ohessa harjoitettu harkitsevaa ja tulkitsevaa käyttöperiaatetta Harrisin (2000) logiikan mukaisesti. Käytettyjen lähteiden osalta on siis tulkittu muun muassa sitä, kenelle sivustojen sisältö on suunnattu, kuka sen on kirjoittanut, onko taustalla poliittisia tai kaupallisia intressejä sekä kuinka kattavaa ja luotettavaa tieto on (Harris, 2000; Eriksson & Kovalainen, 2008, 99–100).

Tutkielman argumentointi pohjautuu trianguloituun dataan, jota on kerätty useammalta mahdollisimman luotettavalta sivustolta, ja jonka tueksi on usein hyödynnetty numeerista dataa luotettavuuden ja validiteetin parantamiseksi. Tutkielmassa käytettävä numeerinen data on mahdollisuuksien mukaan useamman lähteen pohjalta vertailtua: lähteiden poiketessa poikkeamat on tuotu ilmi läpinäkyvästi esimerkiksi Suomen vuosittaista sähköntuotantoa käsittelevien lukujen ristiriidan osalta. Tutkielmassa käytetyt Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 44–45) mukaiset epäluotettavammat sekundaariset lähteet, kuten yritysten kaupalliset kotisivut, toimivat tutkielmassa ymmärrettävyyttä lisäävänä ja havainnollistavana lisänä, eivätkä suoranaisena argumentoinnin tai havaintojen pohjana. Blogi- ja verkkosivuaineistoa käyttäessä esimerkkejä on pyritty vahventamaan virallisemmista lähteistä sekä niiden luotettavuutta on arvioitu tapauskohtaisesti Staken (2000), Harrisin (2000) sekä Erikssonin ja Kovalaisen (2008, 99–100) mukaisesti. Vastaavasti myös virastoilta, asiantuntijoilta, tutkijoilta ja hallinnollisilta tahoilta kerätyn tiedon luotettavuutta, tarkkuutta ja vahvuutta on analysoitu lähteen tarkoituksen pohjalta (ks. Harris, 2000).

3.3.2 Tutkimustulosten yleistäminen ja kontribuutio

Kvalitatiivisen tutkimuksen tulokset eivät ole kvantitatiivisen tutkimuksen tulosten tavoin yleistettävää varmennettua tietoa, jonka pohjalta voidaan esimerkiksi ennustaa tilastollisia tulevaisuuden muutoksia muidenkin populaatioiden kuin tutkimuspopulaation osalta (Eriksson & Kovalainen, 2008; Stake, 2000; Kyngäs & Vanhanen, 1999; Alasuutari, 1999). Kvalitatiivisen tutkimuksen luonteen vuoksi tapaussidonnainen tieto, joka pätee vain tutkimuksen otokseen tai tutkimustapauksen kontekstissa, rajoittaa tutkimustulosten yleistämistä sellaisenaan populaatiosta toiseen (Alasuutari, 1999, 243–251; Eriksson & Kovalainen, 2008). Esimerkiksi Suomen sähköalan kontekstista saatua tietoa ei voida yleistää suoraan Ruotsin sähköalaan, mikäli Suomen ja Ruotsin sähköalat poikkeavat toisistaan jollakin tutkimustuloksiin mahdollisesti vaikuttavalla osa-alueella, kuten poliittisen sääntelyn osalta.

Alasuutari (1999, 250–251) kritisoi ajatusta siitä, että kvalitatiivisen tutkimustiedon pitäisi olla numeerisen tutkimustiedon tapaan sellaisenaan yleistettävissä toiseen populaatioon. Hänen mukaansa *suhteuttaminen* on parempi käsite kvalitatiivisen tutkimustiedon soveltamiseen toisessa populaatiossa. Suhteuttamisella Alasuutari (1999, 237–243, 250–251) viittaa havaintojen pelkistämiseen ja kategorisointiin suhteessa esimerkiksi vastaaviin tutkimuksiin, sekä tutkijan kykyyn ja pyrkimykseen osoittaa aineistonsa pohjalta tutkimuksen tulosten ja sen analyysin sopivan muuhunkin kuin täsmälleen vastaavaan aineistoon tai populaatioon. Dooleyn (2002) ja Alasuutarin (1999) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen yhdestä populaatiosta saatuja tuloksia voidaan suhteuttaa näin esimerkiksi valtiollisten sähköalojen osalta toiseen populaatioon. Tällöin tutkimustuloksia suhteutetaan vertailtavan populaation kontekstiin eli toisen valtion sähköalan maakohtaisiin poliittisiin paineisiin ja sähköalan rakenteeseen. Älyverkon murrospotentiaalia voidaan tutkielman tulosten pohjalta arvioida näin muissakin valtioissa kuin Suomessa, ottaen huomioon maakohtaisen sähköalan kontekstin.

Tämän tutkielman kontribuutiota voidaan arvioida muun muassa tutkimustuloksista saatavan uuden tieteellisen tiedon osalta. Tutkimus voi tuottaa uutta tieteellistä tietoa kolmella pääpiirteittäisellä tavalla, joita esiintyy eri suhteessa eri tutkimuksissa. Nämä tavat ovat (1) selittämällä merkittävää ilmiötä teoreettisesti uudella tavalla, (2) kehittämällä empiirisen tutkimuksen ohella uuden toimivan metodologisen lähestymistavan, tai (3) tuottamalla merkittävää uutta tietoa tutkittavasta ilmiöstä tutkimuksen kontekstin kautta. (Ladik & Stewart, 2008, 161–163; Brinberg & McGrath, 1985.) Tämä tutkielma pyrkii tämän luvun mukaisesti näistä tavoista ensisijaisesti kolmanteen.

4 VERTIKAALISESTI INTEGROITUNUT SÄHKÖLIIKETOIMINTA SUOMESSA

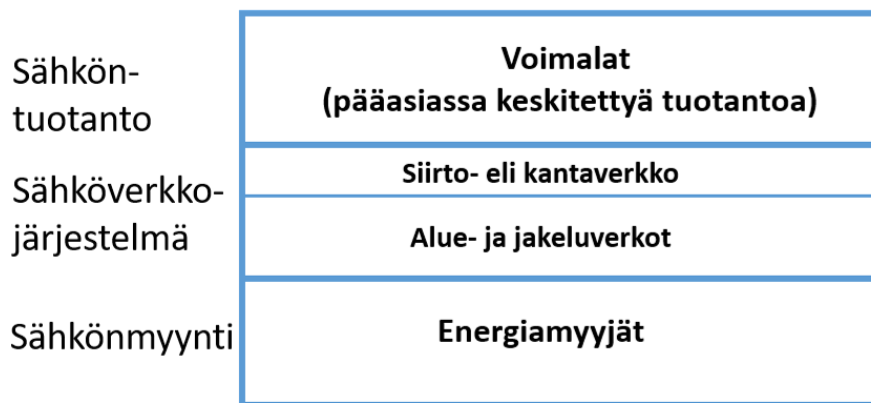
4.1 Sähköliiketoiminnan vertikaalinen integroituminen Suomessa

Sähköliiketoiminta on Suomen valtiolle strategisesti keskeistä toimintaa muun muassa kansallisen turvallisuuden ja talouden toiminnan kannalta (Kopsakangas-Savolainen, 2002, 13; Puolustusministeriö, 2009). Muun muassa turvallisuusnäkökulman sekä sähköverkoston ja sähköntuotantolaitosten rakentamisen vaatimien suurten investointien vuoksi Suomen sähkövoimajärjestelmä rakennettiin alun perin valtion toimesta valtion omistukseen. Sähkötoimialan kilpailullisuuden, tehokkuuden ja teknologisen kehityksen edistämiseksi sähköliiketoiminnan vapauttamista kilpailullisille markkinoille alettiin suunnitella 1980-luvun loppupuolella. Suomen sähköliiketoimintaa dereguloitiin vuonna 1995 ensimmäisen sähkömarkkinalain astuessa voimaan. Tällöin sähköntuotanto ja sähkömyynti vapautettiin kilpailulliseksi liiketoiminnaksi. Sähkönsiirto- ja jakelutoiminta säilyivät luonteeltaan alueellisesti monopolistisena, mutta säänneltynä liiketoimintana. (Kopsakangas-Savolainen, 2002, 13.)

Hallituksen esityksen (HE, 1997/243) mukaan sähköalan yritysten keskuudessa oli sähkömyynnin ja -tuotannon kilpailun vapauduttua huomattavissa vertikaalista integroitumista: useat toimijat hankkivat omistusta joko kahdesta tai useammasta tuotantoketjun vertikaalisesta toiminnosta, vaikka regulaatiolla pyrittiin ja pyritään yhä estämään integroitumista ja integroitumisen hyväksikäyttöä. Hallituksen esityksessä (HE, 1997/243) mainittiin jo tuolloin vertikaalisen integraation rajoittamisesta sähköntuotannon tuotantoketjussa. Nykyään vertikaalisen integraation hyödyntäminen sekä vertikaalinen kartellisopiminen sähköenergian myyjien ja siirtoyhtiöiden välillä on kielletty Suomen sähkömarkkinalaissa. Lain tavoitteena on estää kilpailullisten sähkömyyntimarkkinoiden paikalliset aluevaltaukset. (Sähkömarkkinalaki, 2013/588, § 55, § 77; HE, 1997/243.)

Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka sama toimija omistaisi jakeluverkon, paikalliset tuotantolaitokset ja sähkömyyntiyrityksen, se ei voi hyödyntää eri tuotantoketjun vaiheiden toiminnan omistamista muussa liiketoiminnassaan vertikaalisen integraation periaatteen mukaisesti. Yksikään toimija ei myöskään lainmukaisesti voi yhdistää kanta- ja jakeluverkkoliiketoimintaa tai laskennallisesti maantieteellisesti eri sijainneissa toimivien erillisten jakeluverkkojen liiketoimintaa. (Sähkömarkkinalaki, 2013/588, § 55, § 77.)

Vaikka vertikaalisen integraation hyödyntämistä on pyritty estämään sähkömarkkinalaissa, sekä toimintalogiikan sääntely että varallisuuden keskittyminen vakiintuneille tietyille toimijoille ovat johtaneet vertikaaliseen integroitumiseen vahventumiseen. Tämän johdosta on syntynyt alalle tulon esteitä, jotka ovat johtaneet vakiintuneiden toimijoiden tuotantoketjurakenteen homogenisoitumiseen. (Kopsakangas-Savolainen, 2002.) Näin yksittäisten toimijoiden vertikaalisen integraation hyödyntämiseen ehkäisemiseen pyrkinyt lainsäädäntö on toisaalta vahvistanut Suomen sähköalan vertikaalista integroitumista.



Kuvio 9. Vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan osa-alueet

Kuviossa 9 on kuvattu Carvalloa ja Cooperia (2015, 114), Kopsakangas-Savolaista (2002) sekä Bushia (2014) mukailleen vakiintuneen sähköalan tyypillinen vertikaalisesti integroitunut tuotantoketju. Tämä tuotantoketjurakenne on nähtävissä myös Suomen sähköliiketoiminnassa. Sähköliiketoiminnan jako muodostaa näin laillisesta sääntelystä huolimatta nykyiselle vakiintuneelle sähkötoimialalle yhden vertikaalisesti integroituneen tuotantoketjun, joka on jaoteltu sääntelyllä hallinnollisesti sähköntuotannon (voimalat), logistisen kanavan eli analogisen sähköverkkojärjestelmän (sähkönsiirto ja -jakelu) sekä sähkönmyynnin (resurssikauppa) osalta. (Kopsakangas-Savolainen, 2002, 13; Energiavirasto, 2015a.)

Luvussa 4 kuvataan Suomen sähköliiketoiminnan kolme vertikaalista toimintoa järjestyksessä ensimmäisenä sähköverkkojärjestelmä eli pääasiassa sähkönsiirto- ja jakeluverkot (luku 4.2), sitten sähköntuotanto (luku 4.3) ja viimeisenä sähkönmyynti sähkön kuluttaja-asiakasmarkkinoilla (luku 4.4).

4.2 Sähkön siirto ja sähkön jakelu

Seuraavaksi kuvataan Suomen kantaverkkoa ja sen kytkeytymistä Nord Pool AS:n sähköpörssiin. Kantaverkon lisäksi perehdytään häviösähkön muodostumiseen sekä etenkin jakeluverkkoihin sekä jakeluverkkoja ympäröivään hallinnollisten monopolien kenttään.

4.2.1 Suomen sähköverkkojärjestelmä

Sähkön siirto- ja jakeluverkosto jakautuu 110–400 kilovoltin (kV) *kantaverkkoon*, tämän yhteydessä toimiviin 110 kV:n *alueverkkoihin*, sekä paikallisten sähköyhtiöiden hallitsemiin 0,4–70 kV *jakeluverkkoihin* (Energiavirasto, 2017a; Fingrid, 2017a). Kantaverkko muodostaa sähkönsiirron rungon, joka liittää yhteen suuret voimalaitokset ja jakeluverkot. Muun muassa tehtaat, teollisuuslaitokset, maatilat ja pienemmät voimalat on liitetty tapauskohtaisista tarpeista riippuen kanta-, alue- tai jakeluverkkoihin. Suomalaiset kotitaloudet on tyypillisesti liitetty matalajännitteisiin jakeluverkkoihin. (Fingrid, 2017a.) Suomessa toimii myös suljettuja sähköverkkoja, joilla ei ole lainmukaista lupaa siirtää sähköä yksityisasiakkaille. Toimija voi anoa tällaisen toimintaluvan, mikäli verkkoa pitkin siirretään sähköä vain yhden konsernin laitoksille tai muuten yhteneväiselle kokonaisuudelle, joka tarvitsee suljettua verkkoa teknillisistä perusteista tai turvallisuussyistä. (Sähkömarkkinalaki, 2013/588, § 11.)

Kantaverkon ylläpitäjä Fingrid Oyj

Suomen sähkönsiirron runkona toimivasta kantaverkosta vastaa Fingrid Oyj (Energiavirasto, 2017a; Fingrid, 2017a). Kantaverkon tehtäviä ovat muun muassa yhdistää sähkön keskitetty tuotanto sähkövoimajärjestelmään ja mahdollistaa valtioiden rajojen yli tapahtuvan sähköenergian kauppa. Kantaverkko omaa yhteydet Ruotsiin, Norjaan ja Tanskaan, Viroon ja Venäjälle. (Fingrid, 2017a.)

Fingrid Oyj:n liikevaihto vuonna 2015 oli 600,2 miljoonaa euroa ja tilikauden voitto 103,6 miljoonaa euroa. Vuonna 2014 liikevaihto oli vastaavasti 567,2 miljoonaa euroa ja tilikauden voitto 106,5 miljoonaa euroa. (Fingrid, 2016a.) Yhtiön ylläpitämä kantaverkon kautta kulkee noin 75 % Suomen sisällä käytettävästä sähköstä. Kantaverkko sisältää 116 sähköasemaa ja noin 14400 kilometriä voimajohtoa. Fingrid Oyj on investoimassa vuosien 2015–2025 aikana 1,2 miljardia euroa noin 3000 kilometriin voimajohtoihin ja 30 sähköasemaan. (Fingrid, 2017a.) Kantaverkon investointiohjelma pohjautuu Työ- ja Elinkeinoministeriön laatimaan vuoteen 2030 ulottuvaan Suomen ilmasto- ja energiastrategiaan. Strategian keskeisiä tavoitteita ovat muun muassa kasvihuonepäästöjen vähentäminen sekä tuotannon suhteen korkeampi omavaraisuusaste. (TEM, 2016; Fingrid, 2017a.)

Jakeluverkkoyhtiöt sähkön toimittajina kuluttaja-asiakkaille

Kaikkiaan Suomessa toimii 77 jakeluverkon, 11 alueverkon sekä kaksi suljetun jakeluverkon haltijaa. Jakeluverkon haltijoista eli jakeluverkkoyhtiöistä löytyy suuria valtakunnallisesti eri alueilla toimivia yrityksiä kuten Caruna Oyj ja Elenia Oy sekä paikallisesti toimivia yrityksiä, kuten Helsingissä toimiva Helen sähköverkko, Tampereen sähköverkko Oy, Mäntsälän Sähkö Oy ja Vetelin Energia Oy. (Liite 1; Energiavirasto, 2017a.) Alue- ja jakeluverkot muodostavat pääasiassa kantaverkkoa matalajännitteisemmistä paikallisista verkoista, joita eri yritykset ja osuuskunnat hallinnoivat luvanvaraisesti. Jakeluverkkojen kautta tapahtuu suurin osa sähkönsiirrosta varsinaisille loppukäyttäjille, etenkin yksityisille kuluttajille. (Fingrid, 2017a.)

Sähköverkkoliiketoiminnan harjoittamiseen Suomessa vaaditaan Energiaviraston myöntämä verkkolupa, jonka yhteydessä yritys tai muu toimija ottaa vastuulleen muun muassa verkon ylläpito- ja kehittämisvastuun (Sähkömarkkinalaki, 2013/588; Energiavirasto, 2017a.) Yksittäisen jakeluverkkoyhtiön omistusosuus 0,4 kV matalajänniteverkoissa ei saa ylittää 25 %:a valtakunnallisesta verkosta (Kilpailulaki, 2011/948, § 25). Hallituksen esityksen (HE, 2016/256) mukaan tätä 25 % omistusosuutta ei ole ylitetty Suomessa toistaiseksi koskaan.

Jakeluverkkoyhtiö vastaanottaa verkkoluvan yhteydessä yksinoikeuden paikallisen jakeluverkon rakentamiseen ja ylläpitoon. Asiakaskohtainen hintadiskriminointi on kiellettyä jakeluverkon alueella eikä eri sähkönmyyjien asiakkailta saa veloittaa eri hintoja sähkönsiirrosta. Sähkönsiirron hinta on siis alueellisesti kiinteä jokaista myytyä kilowattituntia (*kWh*) kohtaan saman jakeluverkon sisällä, mikäli verkon asiakkaille siirretyn sähkön jännitetaso ja teho ovat samat. Siirtosähkön jännitetaso ja teho eivät tyypillisesti poikkea kuluttaja-asiakkaiden välillä. Hinnat eri siirtopalveluiden välillä poikkeavat toistaan, mutta koska sähköverkkoja on maantieteellisesti vain yksi kullakin alueella, asiakkaat eivät voi kilpailuttaa sähkönsiirron tarjoajaa. (Sähkömarkkinalaki, 2013/588; Energiavirasto, 2017a.) Verkonhaltijan on liitettävä verkkoonsa tekniset vaatimukset täyttävät sähkön käyttöpaikat ja sähköntuotantolaitokset alueellaan kohtuullista korvausta vastaan (Sähkömarkkinalaki 2013/588, § 20). Sähkömarkkinalaki (2013/588) edellyttää eri jakeluverkkoyhtiöiden hinnoittelutapojen olevan keskenään yhteensopivia. Koska jakeluverkon haltijoita on samalla maantieteellisellä alueella aina vain yksi, jokainen näistä jakeluverkkoyhtiöistä omaa maantieteellisen hallinnollisen monopolin. Sähkön loppukäyttäjä on siis sähkön käyttöpaikkansa sijainnin perusteella pakosta jonkin tietyn jakeluverkkoyhtiön asiakas.

Sähkönkulutuksen mittaaminen

Sähkönkulutusta mitataan Suomessa nykyään etäluettavilla mittareilla eli loppuasiakkaan kotona sijaitsevilla älymittareilla. Suomi on yksi ensimmäisistä valtioista, jossa lähes jokaisessa kotitaloudessa on etäluettava älymittari. (Lehto, 2016.) Paine etäluettavien mittarien asentamiseen tuli alun perin EU:lta. EU on asettanut tavoitteeksi, että 80 % kuluttajatalouksista hyödynnetään älykkäitä etäluettavia sähkömittareita vuonna 2020 (Euroopan komissio, 2017). Etäluettavia mittareita hyödynnetään sähkönkulutuksen mittaamisessa, hinnoittelussa sekä kulutustiedon keräämisessä ja käsittelyssä. Sähkökäyttötiedot kerätään kerran päivässä siten, että kuluvan päivän käyttö on seuraavana päivänä asiakkaan, verkkoyhtiön ja sähkönmyyjän tiedossa. (Lehto, 2016.) Etäluettavat mittarit lähettävät tietoa 2G- ja 3G-matkapuhelinverkon kautta (Landis+Gyr, 2013).

Ennen älymittareiden yleistymistä jakeluverkkoyhtiöt sekä sähkönmyyjät keräsivät ja käsittelivät tietoja Suomen noin 3,5 miljoonasta sähkön käyttöpaikasta pääsääntöisesti omien tarpeidensa mukaan. Älymittareiden yleistymisen myötä Fingrid on aloittanut sähkön kulutusdatan keskitetyn keräämisen Datahub-tiedonkeräysjärjestelmällään. Datahub kerää ja soveltaa älymittareiden avulla saatavia kulutustietoja muodostaen yhtenäistä dataa Suomen tasolla. Tällä hetkellä lähes kaikki jakeluverkkoyhtiöt ja sähkönmyyjät hyödyntävät Datahubia, vaikka se on yhä kehitysvaiheessa datankäsittelyn ja jakamisen osalta. Datahubin mahdollisina palveluina pidetään esimerkiksi älypuhelinsovelluksia, joilla asiakas voi seurata kesämökkinsä ja asuntonsa reaaliaikaista kulutusta myös muilla älylaitteilla internetistä. (Fingrid, 2017g.)

4.2.2 Nord Pool AS:n sähköpörssi valtioiden sähkövoimajärjestelmien tasapainottajana

Pohjoismaihin kuuluvien valtioiden energiamarkkinoiden sääntelyä purettiin 1990-luvulla ja samalla luotiin yhteinen pohjoismainen energiamarkkina, joka tunnettiin Nord Pool Marketina. Energiamarkkinat siirtyivät tuolloin valtiolta kilpailullisiksi markkinoiksi, joilla maidenvälinen sähkökauppa auttaa vakauttamaan kunkin valtion omia sähköntarpeita. Näin maiden yhteinen energiakapasiteetti on Nord Poolin kautta käytettävissä tehokkaammin ja vakaammin. (Nord Pool, 2017a; Shandurkova & Bremdal & Bacher & Ottesen & Nilsen, 2012, 27–29.) Sitten Pohjois-Euroopan sähköpörssiä on hoitanut Nord Pool Spot, joka uudisti brändiään 2016 lyhentäen nimensä Nord Pooliksi (Nord Pool, 2017e). Siirtokapasiteetin ja -soveltuvuuden sekä sääntelyn purkamisen myötä Nord Poolista on kehittynyt eri tuotantomuodoilla tuotettua sähköä valtiorajojen ylitse likvidoiva markkina. Esimerkiksi tuulivoimalla, tuotettua sähköä on Nord Poolin kautta vakaammin tarjolla jokaiselle asiakkaalle jokaisessa Nord Poolissa toimivassa valtiossa. (Nord Pool, 2017a.)

Nord Poolin omistavat pohjoismaiset sähkönsiirtojärjestelmien operaattorit Statnet SF, Svenska Kraftnät, Fingrid Oyj ja Energinet.dk sekä baltialaiset sähkönsiirtojärjestelmien operaattorit Elering, Litgrid ja Augstsprieguma tikls eli AST. Nord Pool AS on Euroopan markkinajohtaja sähkön myyntivolyymien osalta. Nord Poolin kautta sähköä ostavat ja myyvät noin 380 yritystä 20:stä eri valtiosta. Se tarjoaa muun muassa sähkön vaihtokauppaa sekä ylläpitää päivänsisäisiä ja seuraavaa päivää koskevia sähkömarkkinoita. (Nord Pool, 2017b.) Vuonna 2015 Nord Pool AS:n (2017b) mukaan sen kautta vaihdettiin 489 terawattituntia (TWh) eli 489 000 000 000 kWh sähköä. Suomen sähkönkulutus oli Energiategollisuuden (2016a) mukaan samalla aikavälillä noin 82,4 TWh.

Elspot-markkinat, Elbas-markkinat sekä pullonkaulatulot

Sähkömarkkinoilla hinnan määräytymistä kysynnän ja tarjonnan kautta pyritään jatkuvasti pitämään tasapainossa säätösähkömarkkinoiden avulla, sillä sähköenergian huono varastoitavuus ja tuotannon hetkelliset häiriöt voisivat johtaa hinnan merkittäviin heilahteluihin (Nord Pool, 2017d). Lyhyen aikavälin hinnoittelun vakauttamiseksi Nord Pool ylläpitää spot-markkinoita tunnettuja sähköresurssien markkinoita, jotka jakautuvat säätösähkön Elspot- ja Elbas-markkinoiksi. Elspot on kerran päivässä käytävä suljettu huutokauppa, jossa kantaverkkoyhtiöt lähettävät tarjouksensa sähköpörssiin seuraavana päivänä myytävästä sähköstä. Näiden tarjousten perusteella muodostetaan sähkön seuraavan päivän systeemihinta ja aluehinnat tunneittain seuraavalle vuorokaudelle. Elbas on Elspotin jälkimarkkina, jossa käydään kauppaa jatkuvasti kuluvan vuorokauden jokaisella tunnilla. Elbasissa sähkön ostoa on suoritettava viimeistään tunti ennen sähkön varsinaista siirtoa ostajalle. (Shandurkova ym., 2012, 28–29; Energiategollisuus, 2016b.) Sähkömyyjät hankkivat Suomessa siirrettävän sähkön pääasiassa päivittäisellä Elspot-kaupankäynnillä. Ennen sähkön varsinaista kulutusta eli muodostuvaa käyttötuntia, niin sanottua häviösätkötasetta oikaistaan tarkennettujen ennusteiden ja toteuman pohjalta ostamalla ja myymällä sähköä Elbas-markkinoilla. (Fingrid, 2017c; Nord Pool, 2017c; 2017d.)

Pohjoismaat on jaettu voimajärjestelmän fysikaalisen sähkön siirtokapasiteetin ja maantieteellisten sijaintien mukaan tarjousalueiksi. Kunkin tarjousalueen hinta pidetään yhtenäisenä, paitsi siirtokapasiteetin rajoittaessa tarjousalueiden välillä siirrettävän sähkön määrää. Tällaisissa pullonkaulatilanteissa kantaverkkoyhtiöt, kuten Fingrid Oyj, saavat eriytyvien hintojen tasoittamiseksi pullonkaulatuloa suoraan sähköpörssiltä siirtokapasiteetista johtuvien paikallisten hintaerojen eli aluehintojen tasaamiseksi. (Shandurkova ym., 2012; Nord Pool, 2017a; Fingrid, 2017b.)

Aluehinnoilla tarkoitetaan siis siirtokapasiteetin vuoksi koko Nord Poolin verkoston yleisestä systeemihinnasta poikkeavia paikallisia hintoja eli pullonkaulatilanteista johtuvia hintoja (Shandurkova ym., 2012, 28–29; Nord Pool, 2017b). Pullonkaulatulojen järjestelmä on näin seurausta siitä, että sähkömarkkinoiden tulee taata kaikkien alueiden jatkuva sähkönsaanti. Ilman pullonkaulatuloja sähkön hinta voisi vaihdella äkillisesti. Pörssihinnan vaihtelut olisivat nykyisiä suurempia esimerkiksi kysynnän ylittäessä tarjonta talven kylmimpinä pakkasina, jolloin sähkön kysyntä on tyypillisesti suurinta. (Shandurkova ym., 2012, 28–29; Rouhiainen & Mäkelä & Mattila, 2013.) Nord Pool toimii näin valtiollisten sähkövoimajärjestelmien tasapainottajana säätösähkömarkkinoiden ja pullonkaulatulojen kautta

4.2.3 Häviösähkö analogisessa sähköverkossa

Sähkönsiirto toteutetaan Suomessa pääasiassa hyödyntäen vaihtovirtaa (*Alternating current, AC*) (Alanen & Hätönen, 2006; Kopsakangas-Savolainen, 2002). Vaihtovirralla tarkoitetaan sähkövirtaa, jossa sekä sähkövirta että jännite vaihtavat suuntaansa fysikaalisena ilmiönä muodostaen sähköaallon. Tämä sähkövirran suunnan vaihtelu luo siirrettävän sähkön ympärille automaattisesti magneettikentän, joka mahdollistaa jännitteen helpon muokattavuuden. Tasavirta (*Direct current, DC*) puolestaan ei muodosta magneettikenttää virran ja jännitteen ollessa jatkuvasti samansuuntainen. Vaihtovirtaa hyödyntämällä on mahdollista muokata jännite muuntajilla ihmiselle turvallisemmaksi kuluttajien sähkökäyttöpaikkojen läheisyydessä. Tasavirta puolestaan toimii fysikaalisilta ominaisuuksiltaan korkeajännitteisessä valtioiden välisessä sähkönsiirrossa. (Bush, 2014, 57–58.) Esimerkiksi kantaverkon (110–400 kV) jännitteisiin verrattuna tasavirralla siirretään sähköä moninkertaisilla jännitteillä. Muun muassa Fenno-Skan 1 ja 2 tasavirtayhteyksillä sähköä siirretään 550 MW ja 800 MW jännitteillä. (Fingrid, 2017f.)

Sähkönsiirrossa muodostuu aina häviösähköä (Bush, 2014; Conero & Arroyo & Alguacil & Guijarro, 2002; Jyrinsalo 2010). Sähkön fysikaalisista ominaisuuksista johtuen häviösähköä syntyy sitä vähemmän mitä suurempi jännite siirtojohtossa on (Bush, 2014; Jyrinsalo, 2010; Fingrid, 2017a) ja mitä lyhyempi siirtoetäisyys on (Conero ym., 2002; Elmitwally & Eladl & Abdelkader, 2015; Bush, 2014). Lisäksi käytettävä johto- ja siirtotekniikka, kuten valinta maanalaisen maakaapelin ja maanpinnan yläpuolella sijoitettavan avokaapelin välillä, vaikuttaa häviöihin (Bush, 2014; Jyrinsalo, 2010). Pitkiin siirtomatkoihin käytetään pääasiassa korkeita jännitteitä häviösähkön syntymisen ehkäisemiseksi (Fingrid, 2017a).

Pelkästään kantaverkon sähkönsiirroissa häviötä aiheutuu Fingridin (2017c) mukaan noin 1 TWh vuodessa, mikä on hieman yli 1,5 % Suomen tyypillisestä vuosikulutuksesta. Suurin osa häviösähköstä muodostuu voimajohdoissa syntyvästä virtalämpöhäviöstä ja joissakin olosuhteissa johtimen pinnalla muodostuvista niin sanotuista koronahäviöistä. Häviöteho vaihtelee tunnin sisällä 60–350 MW välillä. Esimerkiksi Fingrid Oyj:n kustannuksiksi häviösähköstä muodostuu vuosittain noin 60–70 miljoonaa euroa. (Fingrid, 2017c.) Osuus on merkittävä verrattuna Fingridin liikevaihtoon, joka on esimerkiksi vuosina 2013–2015 vaihdellut investointien laajuudesta ja pullonkaulatuloista riippuen vuosittain noin 550–600 miljoonan euron välillä (Fingrid, 2016a).

Merkittävä osa siirrossa syntyvästä häviösähköstä ei näy Fingridin tilastoissa, sillä ne eivät sisällä matalajännitteisen jakeluverkon siirtohäviötä (Alanen & Hätönen, 2006). Jakeluverkkojen osalta Alasen ja Hännisen (2006) mukaan erityisesti tarkan kuluttajatiedon keruu ja tilastointi on ollut ongelmallista rajallisen sähkönkäyttöpisteeltä saatavan tiedon vuoksi, mutta etäluettavat älymittarit kykenevät Lehdon (2016) mukaan ratkaisemaan tämän ongelman. Toistaiseksi jakeluverkkoyhtiöiden verkossa tapahtuvan häviösähkön osalta data on pääasiassa hajautunut jakeluverkkoyhtiöille, mutta Fingridin Datahubin kehittyessä myös jakeluverkossa tapahtuvaa häviösähköä ja sen valtakunnallista seurantaan voidaan harjoittaa helposti älymittareiden avulla (Fingrid, 2017g; Lehto, 2016).

Kantaverkko koostuu pääasiassa häviöalttiista ilmaeristetyistä avokaapelista. (Jyrinsalo, 2010; Fingrid, 2017a). Maakaapelointi on vähäistä, sillä se on huomattavasti kalliimpaa, etenkin kantaverkon pitkillä siirtoetäisyyksillä. Lisäksi maakaapelointi rajoittaa maankäyttöä. (Fingrid, 2017a.) Esimerkiksi vuonna 2010 Euroopan suurjänniteverkoista (220–400 kV) oli Jyrisalonen (2010) mukaan maakaapeloitu vain 1 % ja pisin 400 kV yksittäinen maakaapeliyhteys oli vain 22 km. Suurjännitteinen sähkönsiirto maakaapelilla ei onnistu Suomessa tai Euroopassa vaihtovirran käytön sekä maakaapeleiden teknisten ominaisuuksien vuoksi. Maakaapelointi on kuitenkin kannattava vaihtoehto 110 kV tai korkeammilla jännitteillä kaupunkien keskustoissa ja suurempia vesistöjä alitettaessa. (Jyrinsalo, 2010.) Kantaverkon jännitteen ollessa suuri häviösähkön määrä jää usein pieneksi verrattuna matalampia jännitteitä käyttäviin jakelu- ja alueverkkoihin, joissa maakaapelointi on yleisempää (ks. Fingrid, 2017a; Jyrinsalo, 2010; Bush, 2014).

Häviösähkön laskennallinen paikantaminen sähköverkkojärjestelmässä

IEA:n tilastojen mukaan Suomen siirto- ja jakeluhäviöt ovat olleet vuosina 1995–2013 noin 3,5–4,5 % verrattuna sähkön kotimaiseen tuotantoon. Vuosina 1960–1975 vastaava osuus vaihteli välillä 6,5–8,5 %¹. Maailman keskimääräinen häviösähkön määrä on aikavälillä 1990–2013 vaihdellut 8–9 %:n välillä suhteutettuna maailman kokonaistuotantoon. Samojen tilastojen perusteella Suomen 2013 häviösähkön osuus on yksi maailman matalimpia. Verrattuna kehittyneisiin valtioihin, kuten esimerkiksi Ruotsiin (n. 6,5 %), Norjaan (n. 8,0 %), Yhdysvaltoihin (n. 6,0 %) ja Saksaan (n. 3,9 %), häviösähkön osuus ei Suomessa ole kovin suuri. OECD-maiden osalta keskiarvo häviösähkön osuudesta olikin vuonna 2013 noin 6,4 %. Afrikan kehittymättömimmillä alueilla siirto- ja jakeluhäviöt voivat olla OECD-maihin verrattuna moninkertaisia, esimerkiksi vuonna 2013 Kongon sähköntuotannosta 44,3 % oli häviösähköä.² Suomen sähkönsiirto voidaan tältä pohjalta todeta suhteellisen vähähäviöiseksi.

Tällaista häviösähkön yleisen osuuden laskemista on kuitenkin kritisoitu harhaanjohtavana. Todellisuudessa häviösähkön laskennallinen osuus keskitetyssä sähkönjakelussa koko tuotetun ja siirretyn sähkön osuuteen on vaikea laskea, sillä laskutapa vaikuttaa oleellisesti saatuihin tuloksiin. Ongelmaksi muodostuu erityisesti häviöiden allokointi tuotantoketjussa tuotetun ja käytetyn sähkön välillä. (Elmitwally ym., 2015; Conero ym., 2002.) Tyypillisiä laskumenetelmiä käyttäen esimerkiksi sähkön tarjonnan ylittäessä kysynnän, häviöstä 146 % voi allokoida generaattorille ja –46 % loppukäyttäjälle (Conero ym., 2002, 575). Koska tyypillisissä laskumenetelmissä sekoitetaan asiakkaan kuluttaman sähkön ja tuotetun sähkön lukemia, laskennalliset häviösähkön lukemat poikkeavat usein todellisuudesta. Tyypillinen virhe häviösähkön laskennassa on siirtomatkan merkityksen aliarvioiminen. Koska häviöt allokoidaan laskennallisesti tapahtumaan samanaikaisesti koko sähköverkossa, vähemmän häviötä tuottavat verkon osuudet subventoivat häviösähköä laskennallisesti häviösähköä enemmän tuottavilta verkon alueilta. (Elmitwally ym., 2015; Conero ym., 2002.) Tämän pohjalta voidaan todeta, että mitä lähempänä tuotantopaikkaa sähkö kulutetaan, sitä pienemmäksi häviösähkön määrä sekä sen allokaatiovirhe muodostuvat.

¹ The World Bank: Electric power transmission and distribution losses (% of output). Finland. Line-sarake. Johdettu IEA:n tilastoista vuodelta 2014. (Viitattu: 15.6.2017). <https://tinyurl.com/yba3zcyg>

² The World Bank: Electric power transmission and distribution losses (% of output). World. Line and Map -sarakeet. Johdettu IEA:n tilastoista vuodelta 2014. (Viitattu: 15.6.2017). <https://tinyurl.com/y9sbcd2s>

Toisaalta Fingridin (2017f) mukaan megawateissa tasavirtana valtioiden välillä siirrettävässä sähkössä pitkän matkan häviöt muodostuvat prosentuaalisesti pieniksi korkean siirtojännitteen vuoksi. Lopulta tasavirta on kuitenkin muunnettava vaihtovirraksi matalalle jännitteelle sen vähittäiskulutuksen mahdollistamiseksi. Tällöin muodostuu myös merkittävästi vaikeasti tilastoitavaa häviösähköä. (ks. Elmitwally ym., 2015; Conero ym., 2002.) Vaikka sähkönsiirron hetkellistä hinnanvaihtelua kansainvälisesti ja valtioiden välillä kyetään ainakin osittain hallitsemaan muun muassa Nord Poolin energiakaupalla sekä siihen liittyvällä johdannaiskaupalla (Fingrid, 2017c; Nord Pool, 2017b), kokonaishävikistä koituvien sähkön menetysten määrittäminen ei ole häviösähkön allokointuongelman vuoksi realistista Nord Poolin kokoisessa yhtenäistetyssä usean valtion yli ulottuvassa sähköverkostossa.

Sähkön reaaliaikainen käyttötarve analogisessa sähköverkossa

Sähkö kulkee siirto- ja jakelukaapeleissa kaapelin resistanssista ja mahdollisesti muodostuvasta magneettikentästä riippuen nopeimmillaan suhteellisen lähellä valonnopeutta (Bush, 2014, 23). Sähköverkkoon tuotettu sähkö on kulutettava mahdollisimman nopeasti, sillä kuluttamatta jäänyt sähkö kulkee edestakaisin verkossa muuttuen lämpöenergiaksi kaapelissa ja jääden siten häviösähköksi (Conero ym., 2002; Bush, 2014). Sähköntuotannon ja -kulutuksen on täsmättävä sähkövoimajärjestelmässä hetkellisesti, sillä mahdollista ylijäämäsähköä ei voida varastoida tehokkaasti ja riittävän nopeasti nykyisessä analogisessa sähkövoimajärjestelmässä (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014; Valocchi & Juliano & Schurr, 2010).

Sähkön määrä sähkövoimajärjestelmässä vaihtelee siis kysynnän ja tarjonnan hetkellisten vaihteluiden mukaisesti jatkuvasti. Staattiset laskelmat eivät tästä johtuen anna realistista kuvaa siitä, kuinka suuri osa sähköstä jää todellisuudessa hyödyntämättä esimerkiksi kuluttamatta jääneen tuulivoiman osalta. (ks. Bush, 2014; Elmitwally ym., 2015; Conero ym., 2002.) Tältä pohjalta voidaan todeta, että analogisessa sähköverkossa sähkөөn pätee *reaaliaikainen käyttötarve*: tuotannon ja kysynnän on oltava tasapainossa tai muodostuu joko häviösähköä ylituotannosta johtuen tai sähkökatkoksia alituotannon seurauksena.

4.2.4 Analogisen sähköverkon toimitusvarmuus ja sen kehittäminen

Sähköverkkojen toimitusvarmuutta eli siirtovarmuutta ylläpidetään sekä valvotaan jatkuvasti muun muassa häiriökeskeytysten lukumäärän ja niiden keston osalta (Fingrid, 2017d). Kansainvälinen sähkö- ja tekniikanalan järjestö IEEE (2012) on kehittänyt toimitusvarmuuden osalta kolme siirtovarmuuden laskennallista indikaattoria, jotka ovat taulukon 1 mukaisesti:

SAIDI (System Average Interruption Duration Index)	SAIFI (System Average Frequency Index)	CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)
Kuinka monta minuuttia asiakas joutuu olemaan ilman sähköä sähkökatkosten johdosta.	Laskettu tapahtuneiden sähkökatkosten summa järjestelmässä vuodessa	Sähkökatkosten ajallinen häiriövaikutus keskivertoasiakkaan näkökulmasta
Lasketaan: Sähkökatkosminuuttien summa jaettuna palveltujen asiakkaiden summalla	Lasketaan: Sähkökatkosten lukumäärä jaettuna palveltujen asiakkaiden summalla	Lasketaan: SAIDI jaettuna SAIFilla eli katkosaika per asiakas jaettuna katkosmäärällä per asiakas

Taulukko 1. Siirtovarmuuden indikaattorit (IEEE, 2012; Carvallo & Cooper, 2015, 53; Alanen & Hätönen, 2006, 24–26)

Näiden indikaattorien ohella kantaverkon pääasiallisena toimitusvarmuuslukuna voidaan todeta Fingridin käyttämä siirtovarmuusprosentti, joka kuvaa sitä kuinka suuri osa siirrettävästä sähköstä saadaan siirrettyä kantaverkkoa pitkin alue- ja jakeluverkkoihin. Esimerkiksi vuonna 2016 siirtovarmuusprosentti oli 99,99985 %, jolloin sähköä jäi toimittamatta arviolta 103 megawattituntia (*MWh*) eli 1000 kWh ja SAIDI oli 1,4 minuuttia. Vuosien 2006–2015 vastaava keskimääräinen toimittamatta jäänyt *MWh*-lukema oli 145 *MWh*. SAIDI oli tuolloin keskimäärin 3,3 minuuttia. (Fingrid, 2017d.)

Määrällisesti siirtovarmuusraportin mukaan häiriöitä tapahtui vuonna 2016 noin 253 kertaa ja näistä häiriökeskeytymisistä aiheutunut kansantaloudellinen tappio oli arviolta noin 3,0 miljoonaa euroa. Vuosina 2007–2016 on tapahtunut raportin mukaan noin 200–350 häiriötä per vuosi ja vuosittaiset taloudelliset tappiot näistä häiriöistä ovat vaihdelleet 2,5–6,0 miljoonan euron välillä.³ Sekä Fingridin (ks. 2017d) että Energiavirasto laskelmien osalta on huomioitava, että suomenkielisessä tekstissä näitä SAIDIa, SAIFIa ja CAIDIa ei suoranaisesti käytetä lyhennyksinä, mutta sähköjakelun häiriötilanteita seurataan ja tilastoidaan nimenomaan kyseisiä indikaattoreita täysin vastaavilla kaavoilla⁴. Energiateollisuuden alainen Sähköenergialiitto ylläpitää sähköjakelun keskeytystilastointia ja Energiavirasto valvoo kaikkien verkkoyhtiöiden toimitusvarmuutta neljän vuoden valvontajaksoissa, joista nykyinen alkoi 1.1.2016 ja päättyy 31.12.2019 (Energiavirasto, 2015c).

³ Fingrid, 2016: Siirtovarmuus 2016. (Viitattu 20.8.2017). <https://tinyurl.com/yalxhxyym>

⁴ Energiavirasto, 2010, Yrityskohtainen tehostamistavoitteiden määrittely: Vetelin Sähkölaitos Oy. Esimerkkinä toimitushäiriöiden raportoinnista. (Viitattu: 20.8.2017). <https://tinyurl.com/yb6yzu32>

Energiavirasto (2015c, 93–96) kannustaa jakeluverkkoyhtiöitä toimitusvarmuuden parantamiseen toimitusvarmuuskannustimella, joka antaa kannustimen ansaitsevalla jakeluverkkoyhtiölle mahdollisuuden korkeampaan tuotto prosenttiin seuraavalla valvontajaksolla. Sähkötoimituksen keskeytysten kattava seuranta jakeluverkkoyhtiöiden osalta on ennen älymittariteknologian yleistymistä ollut vaikeaa, sillä yksittäisten kulutuspaikkojen tietoja saatiin vain reaaliajassa kulutuspaikalla sijaitsevista analogisista kulutusmittareista; tällaiset mittarit eivät esimerkiksi keränneet tietoa katkosajasta eli sähkön toimituskatkon kestosta (Alanen & Hätönen, 2006, 27). Etäluettavien älymittareiden yleistymisen ansiosta paikallisen datan kerääminen on helpottunut sekä toimitusvarmuuden seuranta ja tilastointi on tarkentunut (Shandurkova ym., 2012; Fingrid, 2017g).

Sähkön toimitusvarmuuden kehityssuunnitelma vuoteen 2028 mennessä

Suurin osa kuluttaja-asiakkaisiin kohdistuvista sähkönjakelun keskeytyksistä johtuu jakeluverkossa ilmenevistä vioista. Vuosien 2011 ja 2013 aikana häiriöitä oli poikkeuksellisen paljon haja-asutusalueilla, jossa suurin osa verkosta on avokaapeloitua. Etenkin haja-asutusseudulla avokaapelit kulkevat asuttamattomien alueiden ja metsien läpi, joten niihin tulevat viat ovat usein syrjäisen sijainnin vuoksi vaikeasti paikannettavissa ja korjattavissa. (Energiavirasto, 2015a, 40.) Avokaapelit ovat alttiita sään aiheuttamille katkoksille ja vioille, kun taas maakaapeleissa sää- ja ympäristölähtöiset häiriöt ovat Suomessa erittäin harvinaisia (HE, 2013/20; Jyrinsalo, 2010).

Pääasiassa edellä mainituin perusteluin sähkömarkkinalaissa (2013/588, §51–52, § 119–120) säädettiin maakaapeloinnin merkittävästä lisäämisestä toimitusvarmuuden parantamiseksi muun muassa myrskyjen ja luonnonilmiöiden aikana (HE, 2013/20). Alue- ja jakeluverkkojen osalta sähkömarkkinalaki (2013/588, § 51) asettaa toimitusvarmuuden osalta nykyistä tiukempia vaatimuksia. Sähkömarkkinalain (2013/588, § 51) mukaan sähkönjakelu ei saa tulevaisuudessa katketa asemakaava-alueella yli 6 tunniksi eikä sen ulkopuolella yli 36 tunniksi. Tämä ei suoranaisesti pakota maakaapelointiin, mutta Energiaviraston (2017g) mukaan se on suositeltava keino vaadittuun toimitusvarmuuden parantamiseen. Pois lukien vapaa-ajanasunnot, jakeluverkkoyhtiöiden pitää täyttää nämä vaatimukset 50 %:lla sähkönkäyttäjistä 31.12.2019 mennessä ja vastaavasti 75 %:lla 31.12.2023. Vaatimusten on täytyttävä jokaisen verkonhaltijan osalta viimeistään 31.12.2028. Vaadittujen toimenpiteiden toteutumista valvoo ja ohjaa Energiavirasto. (Sähkömarkkinalaki, 2013/588, § 119; Energiavirasto, 2015a, 42.)

Jakeluverkon haltijoiden on toimitettava pykälien § 51 ja § 119 vaatimukset täyttävä kehityssuunnitelma kahden vuoden välein Energiavirastolle (Sähkömarkkinalaki, 2013/588, § 52). Käytännössä lain vaatimusten täyttäminen edellyttää jakeluverkkoyhtiöiden muuttavan merkittävän osuuden pien- ja keskijännitejohdoista maakaapeleiksi, ellei jokin radikaali innovaatio kykene muilla keinoin parantamaan toimitusvarmuutta.

Vuosi	Keskijänniteverkon kaapelointiaste (%)	Pienjänniteverkon kaapelointiaste (%)
2012	13,2	38,6
2013	14,5	39,0
2014	16,4	40,8
2019	28,0	49,0
2023	37,0	57,0
2028	47,0	65,0

Taulukko 2. Pien- ja keskijänniteverkon maakaapelointiasteen kehityssennuste (Energiavirasto, 2015a, 43)

Taulukko 2 kuvaa Energiaviraston (2015a, 43) arvioimaa Suomen maakaapelointiasteen kehitystä tavoitevuosina 2019, 2023 ja 2028 verrattuna vuosiin ennen sähkömarkkinalain muutosta. Ensimmäisten kehittämissuunnitelmien mukaan verkonhaltijoiden yhteenlasketut maakaapeloinnin investoinnit aikavälillä 2014–2019 tulevat olemaan keskimäärin 467 miljoonan euroa per vuosi. Näistä investoinneista suunnitelmien mukaan yhteensä 41 % kohdistuu keskijänniteverkkoihin, 32 % pienjänniteverkkoihin ja 17 % muuntamoihin. (Energiavirasto, 2015a, 43.)

Koska tämän arvion tekijä, eli Energiavirasto, on jakeluverkkojen kehitystoiminnan valvoja, toimintaluvan myöntäjä ja käytännössä maakaapeloinnin toteuttamisen ohjaamisesta vastaava viranomais, näitä arvioita voidaan pitää ohjeellisina vaatimuksina jakeluverkkoyhtiöille. Tämän vuoksi Suomen sähköverkon alue- ja jakeluverkkoihin investoidaan pitkällä aikavälillä yhteensä vähintäänkin miljardeja euroja, esimerkiksi Energiaviraston (2017g) arvion mukaan ainakin 3,5 miljardia euroa. Koska investoijina toimivat pääosin yksityiset jakeluverkkoyhtiöt, nämä investoinnit voivat vaikuttaa kuluttajille muodostuviin sähkön siirtohintoihin (Energiavirasto, 2017g). Seuraavaksi perehdytään tarkemmin jakeluverkkoyhtiöiden hinnoittelun regulaatioon.

4.2.5 Jakeluverkkoyhtiöiden paikallisten monopolien hintasääntely

Sähkönsiirron ympärille muodostuvan monopolin vuoksi sähkömarkkina- laissa (2013/588) on epäluottamukseen pohjautuvana lainsäädäntönä erikseen määritelty sähköverkkoliiketoiminnan regulaatiosta, kuten sähkönsiirron kohtuullisesta hinnoittelusta. Peruseriaatteiden mukaisesti kohtuullinen hinnoittelu vastaa toiminnan kustannuksia ja samalla mahdollistaa tulorahoituksen sekä yrityksen vakavaraisuuden turvaamisen. Sähkönsiirrosta saatavat tulot saavat kattaa verkon ylläpidosta, rakentamisesta ja käytöstä koituvat kohtuulliset kustannukset sekä antaa verkkoon sitoutuneelle pääomalle valvovan viranomaisen kohtuulliseksi katsoman tuoton. (Sähkömarkkinalaki, 2013/588, § 19, § 24; HE, 2013/20; Energiavirasto, 2015c.) Sähkömarkkinoita valvova viranomainen on Energiavirasto (Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta, 2013/590, § 2).

Sähköverkkoliiketoiminnasta saatava tuotto on pidettävä lain mukaan kohtuullisena heijastaen liiketoiminnan taloudellisen riskin tasoa (Sähkömarkkinalaki, 2013/588; Laki, 2013/590, § 1). Energiavirasto antaa jokaiselle verkonhaltijalle vahvistuspäätöksen, jossa määritellään kunkin osalta vastuualueiden ja ehtojen lisäksi tekijöitä, kuten (1) hinnoittelun osalta verkkotoimintaan tai palveluun sidotun pääoman arvostuseriaatteet, (2) hyväksyttävät tuoton määrittämistavat, sekä (3) vaadittavat verkon kehitys- ja edistämistoimenpiteet (Laki, 2013/590, § 10). Sääntelyllä pyritään estämään kustannustehottomuuden kompensoimista hinnannostoilla (Sähkömarkkinalaki, 2013/588).

Taloudellisesti tehokkaaseen toimintaan kannustava elementti

Hallituksen esityksessä eduskunnalle sähkö- ja maakaasumarkkinoista koskevaksi lainsäädännöksi (HE 2013/20, § 24) mainitaan ”taloudellisesti tehokkaaseen toimintaan kannustava elementti, jonka avulla voidaan varmistaa, että verkonhaltijan toiminnan kustannustehokkuus toteutuu”. Kunkin sähköverkonhaltijan käyttämät hinnoitteluperiaatteet varmistetaan sähkömarkkinaviranomaisen toimesta kerrallaan neljän vuoden mittaisiksi *valvontajaksoiksi* (Energiavirasto, 2017g; Laki, 2013/590, § 10; HE, 2013/20). Muun muassa Energiaviraston jakelutoiminnan vahvistuspäätöksestä 2016–2019 ilmenee, että tuo ”taloudellisesti tehokkaaseen toimintaan kannustava elementti” tarkoittaa käytännössä jokaisen yrityksen kannalta ennakkoon sovittujen tuotto- ja kustannusparametrien määrittämistä ja erilaisia kannustimia (Energiavirasto, 2015c; 2017g; 2017h).

Energiavirasto (2017h; 2016a) ylläpitää ja kehittää elementin pohjalta lain edellyttämiä jakeluverkkoyhtiöihin liittyviä kohtuullisen tuoton sääntöjä sekä muita kannustimia. Kohtuullinen tuotto lasketaan sähkönjakeluun sovellettavalla WACC-periaatteeseen (*Weighted-Average Cost of Capital*), pohjautuvilla laskelmilla, joiden laskentaperusteet ovat nähtävillä Energiaviraston internet-sivulla. Esimerkiksi vuonna 2017 kohtuullinen WACC-prosentti jakelu-yhtiöille on määritelty 7,05 % ja kantaverkkoyhtiölle 6,19 %. Jakeluverkkoyhtiöiden osalta tämä prosentti on kaikille sama ja määritetty laskennassa käytettävien parametrien, kuten investointien ja verkkoon sidotun pääoman kautta.⁵

Vaikka jakeluverkkoyhtiöt ovat lain mukaan velvollisia kehittämään verkkojaan ja hinnoittelu sekä kustannusrakenteet ovat tiukasti säänneltyjä, siirtohinnat ovat alttiita muutoksille loppuasiakkaan näkökulmasta. Kohtuullisen tuoton arvioituun määrään vaikuttavat olennaisesti sähköverkon rakennustoimenpiteet, kuten maakaapelien asentaminen. Kaivuolosuhteet määritetään sen pohjalta, miten kaapeloitava alue jakautuu prosentuaalisesti kaupunki-, taajama- ja haja-asutusalueilla oleviin maakaapeliverkkoihin. Näiden kaivuolosuhteiden jakauma vaikuttaa suoraan verkonhaltijan jakeluverkon laskennalliseen arvoon ja siten mahdolliseen kuluttaja-asiakkaalta veloittettavaan kohtuulliseen siirtohintaan. (Energiavirasto, 2017h; 2015c.)

Muita regulaatioon pohjautuvia sekä Energiaviraston valvomia ja seuraamia kannustimia ovat jakeluverkkoyhtiökohtaiset laatu-, innovaatio- ja tehostamiskannustimet. Nämä kannustimet on otettu käyttöön valvontajaksoille 2016–2023. WACC-prosentin tavoin nämäkin kannustimet pohjautuvat pääasiassa vakiintuneeseen sähkönjakeluliiketoimintaan ja siitä tehtäviin laskelmiin. (Energiavirasto, 2017h; Energiavirasto, 2016a.) Tästä johtuen kannustimet sekä kohtuullinen hinnoittelu eivät yhtenäistävän regulaation ja täsmällisten laskentaperiaatteidensa vuoksi kannusta jakeluverkkoyhtiötä uudenlaiseen murrokselliseen liiketoimintaan, vaan pikemminkin kustannusjohtajuuden geneerisen kilpailustrategian mukaiseen määrätietoiseen kustannussäästöjen tavoitteluun vakiintuneella asiakaslupauksella. Kilpailullisen elementin pohjalta luodut laskennalliset kannustimet ja kohtuullinen hinta luovat näin sähkönjakelun liiketoimintaympäristöön hallinnollisen alalle tulon esteen, pakottaen kaikki jakeluverkkoyhtiöt toimimaan samalla toimintalogiikalla.

⁵ Energiavirasto: Sähkö- ja maakaasuverkkotoimintaan sitoutuneen pääoman kohtuullinen kustannus vuonna 2017. (Viitattu: 12.9.2017). <http://www.energiavirasto.fi/verkkotoimintaan-sitoutuneen-paaoman-kohtuullinen-kustannus-vuonna-2017>

Jakeluverkkoyhtiöiden hinnoittelun ylijäämät 2012–2015, Case Caruna Oyj

Vuonna 2015 kohtuullisen hinnoittelua ja kannustimia uudistettiin. Tavoitteena on siirtohintojen pitäminen loppuasiakkaalle vakaampina ja matalampina. (Energiavirasto, 2015c.) Elinkeinoministeri Olli Rehnin Energiavirastolta vaatima selvitys on osin uudistusten taustalla. Selvityksessä käsiteltiin erityisesti Caruna Oyj:n Energiaviraston mukaan prosentuaalisesti ennätysmäisiä loppuasiakkaille kohdistettuja siirtohintojen nostoja. (Energiavirasto, 2016a.) Caruna Oyj muodostuu Caruna Oy:stä ja Caruna Espoo Oy:stä, siirtäen noin 21 % suomalaistalouksille jaellusta sähköstä (Liite 1).

Paineetta kohtuullisen hinnoittelun uudelleenarviointiin tuli myös sähkön siirtohintojen yleisestä noususta. Energiavirasto arvioi useimpien jakeluverkkoyhtiöiden olleen ylijäämäisiä valvontajaksolla 2012–2015. (Energiavirasto, 2017i.) Esimerkiksi Caruna Oy:n ylijäämä oli tuolla aikavälillä noin 37,4 miljoonaa. Valvontajaksolla valvotuista 90:stä sähköverkkoyhtiöstä yhdeksällä oli yli 10 miljoonaa ylijäämää ja vain 20:llä oli alijäämää. Caruna Oy:n lukemiin verrattuna esimerkiksi Elenia Oy:n ylijäämä oli noin 83,7 miljoonaa euroa ja kantaverkkoyhtiö Fingrid Oy:n noin 64,9 miljoonaa. (Energiavirasto, 2017j.) Nämä ylijäämät tulee kanta-, alue- ja jakeluverkkoyhtiöiden osalta palauttaa asiakkaille normaalisti seuraavalla neljän vuoden valvontajaksolla joko alennettujen siirtomaksujen kautta tai investoimalla sähköverkkoihin nostamatta loppuasiakkaalta veloittavaa siirtohintaa (Energiavirasto, 2017i).

Caruna Oyj antoi 18.1.2016 asiakastiedotteessaan ilmoituksen vuosittaisista noin 200 miljoonan euron investoinneista sähköverkkojensa parantamiseen ja kehittämiseen. Tiedotteessa Caruna Oyj ilmoitti kehitystoimenpiteiden seurauksena tulevasta sähkönsiirtohinnankorotuksesta, jonka vaikutus sähkönsiirron verolliseen loppusummaan tulisi olemaan Caruna Oy:n alueella keskimäärin 27 % ja Caruna Espoo Oy:n alueella keskimäärin 22 %. (Caruna, 2016.) Mittavien investointiensa vuoksi Carunan Oyj liikevaihto kasvoi, ja kohtuullisen hinnoittelun periaatteen mukaisesti sen oli siis tällöin mahdollista nostaa kuluttajahintojaan. Vaikka Caruna Oyj:n tulos oli vuonna 2016 ylijäämäinen, ylijäämä oli Caruna Oy:n osalta liikevaihtoon suhteutettuna vain 4 % ja Caruna Espoo Oy:n osalta tulos jäi 2 % alijäämäiseksi liikevaihtoon suhteutettuna (ks. Energiavirasto, 2017i). Caruna Oyj toimikin Energiaviraston (2017i) tilastojen pohjalta moniin muihin jakeluverkkoyhtiöihin verrattuna suhteellisen hyvin kohtuullisen hinnoittelun piirissä.

Tällaisten tilanteiden varalta Energiavirasto (2016a, 11) harkitsee kehitystoimenpiteinä ylihinnan riittävää kohdentamista investointeihin ja verkkotoiminnan kehittämiseen sekä hintakattoa kertakorotusten osalta. On huomattava, että näistä kehitystoimenpiteistä kumpikaan ei estä siirtohintojen nostamista tasaisesti suhteessa investointeihin. Energiaviraston analyytikko Mikko Friipyöli ennustaa muidenkin jakeluverkkoyhtiöiden nostavan hintojaan, joten kyse ei ole yksittäistapauksesta vain Caruna Oyj:n kohdalla (SSS, 2016).

Ennustettujen hinnannousujen taustalla vaikuttavat Sähkömarkkinalain kiristyneet vaatimukset, erityisesti edellytys muuttaa merkittävä osa sähköverkon avokaapeleista maakaapeliksi (SSS, 2016; Energiavirasto, 2017g). Loppuasiakkaiden maksamat siirtohinnat tulevat siis SSS:n mukaan todennäköisesti nousemaan, kunnes kaikki jakeluverkkoyhtiöt ovat saavuttaneet sähkömarkkinalain (2013/588, § 51–52, 119–120 §) mukaiset vuoteen 2029 mennessä vaaditut toimitusvarmuuden kehitystavoitteet. Tämän pohjalta kohtuullisen hinnoittelun uudistuksista huolimatta WACC-pohjainen kohtuullisen tuoton määrittäminen johtaa edelleen maakaapelointi-investointien kustannusten siirtymiseen kuluttajien siirtohintoihin, etenkin kun ylijäämän takaisinmaksun sijaan yhtiöt voivat investoida kerryttämänsä ylijäämän maakaapeli-investointeihin. Vastaavat investoinnit olisivat niille todennäköisesti joka tapauksessa käytännössä pakollisia pidemmällä aikavälillä (ks. Energiavirasto, 2017i).

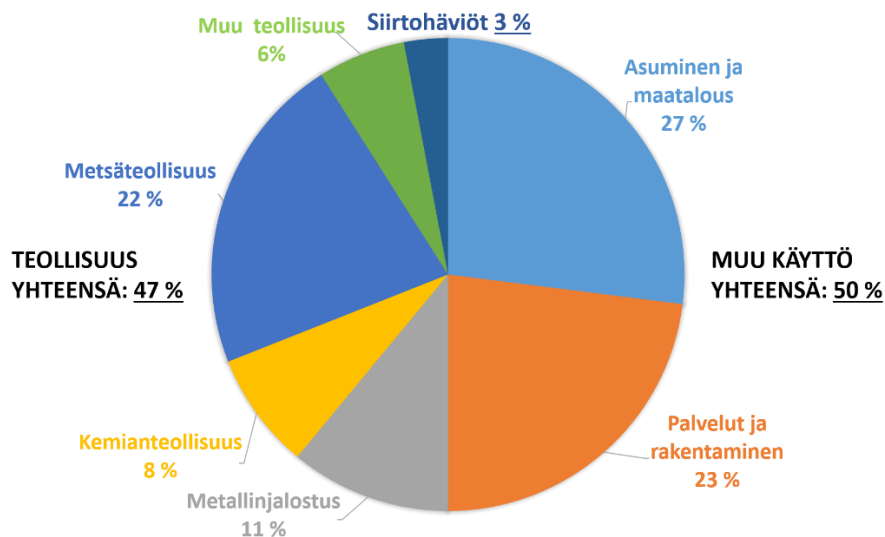
Näillä perustein kuluttajien maksamien siirtohintojen yleinen nousu voidaan katsoa seuraamukseksi monopoliaseman hinnanmäärityksen liittämistä kohtuullisiin tuottoihin niin, että loppukäyttäjän hintaa on luvallista nostaa suhteessa tehtäviin investointeihin, sekä aiemmin kerätyn ylijäämän voi ohjata seuraavalla kaudella lain pakottamiin investointeihin. Sähkömarkkinalaissa (2013/588, § 51–52) tiukentuneet jakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset välillisesti pakottavat suurimman osan jakeluverkkoyhtiöistä Caruna Oyj:n tavoin investoimaan verkkorakenteeseensa. Tämän luvun pohjalta pakolliset maakaapeli-investoinnit voidaan siis allokoida sähkön loppukäyttäjien siirtohintoihin regulaation mukaisella jakeluverkkoliiketoiminnalla.

4.3 Sähkön tuotanto, sähkönkulutus ja sähkön tuonti Suomessa

Seuraavaksi kuvataan Suomen sähköntuotannon, -kulutuksen, -tuonnin ja -viennin nykyistä tilaa sekä lainsäädännön vaikutusta muun muassa sähköntuotannon omavaraisuuteen ja voimalarakentamiseen.

4.3.1 Sähkön kulutuksen ja tuotannon mittaaminen Suomen tasolla

Energiateollisuuden (2017j) mukaan Suomen sähkönkulutus jakautui vuonna 2016 sektoreittain kuvion 10 tavoin: asumisen ja maatalouden osuus oli 27 %, teollisuuden, palveluiden, rakentamisen ja jakelu- ja siirtohäviöiden muodostaessa loput kulutuksesta. Suurin osa Suomessa tuotettavasta ja Suomeen tuodusta sähköstä käytetään siis liiketoimintaan ja teollisuuteen liittyvissä toiminnoissa.



Kuvio 10. Sähkön kulutuksen jakautuminen vuonna 2016 (Energiateollisuus, 2017j)

Fingridin tilastointiin pohjautuvan kulutus- ja tuotantolaskurin mukaan Suomen sähköntuotanto oli vuonna 2016 noin 64,25 TWh ja kulutus noin 82,53 TWh. Fingridin lukema perustuu reaaliajassa mitattuun dataan sekä osittain arvioihin. Kulutuksen ja tuotannon jakaumisesta vuositasolla voidaan havaita, että kulutus ja sen myötä tuotanto ovat suurempia talviaikana. Fingridin kulutus- ja tuotantolaskurin mukaan vuoden 2016 tammikuun keskimääräinen sähkönkulutus oli noin 12,3 MWh tunnissa, kun saman vuoden heinäkuussa vastaava keskiarvokulutus oli noin 7,9 MWh. Kulutus vaihtelee huomattavasti hetkittäin myös kuukauden sisällä: tammikuussa tuntikulutus vaihteli välillä 9,2–15,1 MWh tunnissa ja heinäkuussa välillä vastaavasti noin 6,5–9,2 MWh/h.⁶

⁶ Fingrid: Sähkön kulutus ja tuotanto 2016. (Viitattu: 2.4.2017). <http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/kulutus-ja-tuotanto/Sivut/default.aspx?beginDate=20160101&endDate=20161231&showChart=1&showTable=0>

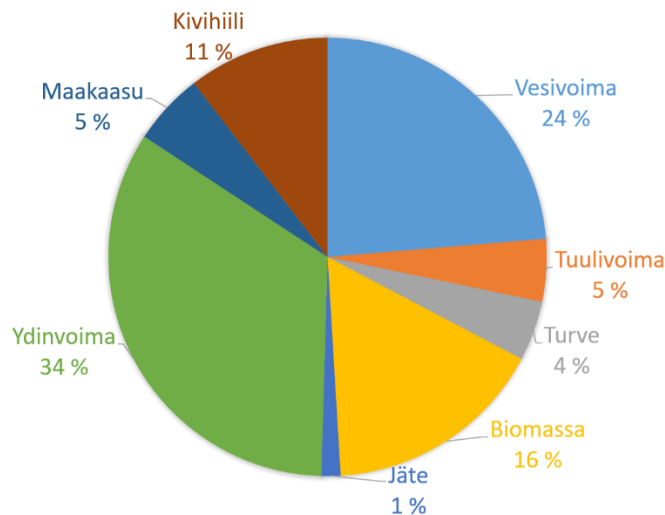
Talven suurempi kulutus johtuu etenkin lämmitykseen käytettävän energiantarpeen kasvusta ulkolämpötilojen laskiessa (TEM, 2016; Vattenfall, 2015). Fingridin ja muiden sähkönkulutus- ja tuotantotilastojen lukuja tulkitessa on huomioitava, että kyseisissä laskelmissa on mukana muun muassa teollisuus ja muu liiketoiminta, joten lukuja ei voida soveltaa suoraan keskimääräisten kotitalouksien vuodenaajoista riippuvan kulutuksen vaihtelun selvittämiseksi.

Fingridin, Energiateollisuuden ja Tilastokeskuksen lukemat poikkeavat toisistaan muun muassa mittaustapojen ja osittaisten arvioiden vuoksi. Esimerkiksi Energiateollisuuden tilastoista puuttuu aurinkovoiman tuotanto. (Energiateollisuus, 2016a.) Energiateollisuuden (2016a) tilastoissa Suomen vuoden 2015 sähköntuotanto oli osalta noin 66,1 terawattituntia (TWh) ja sähkönkulutus noin 82,5 TWh. Tilastokeskuksen (2016a) vastaavat lukemat ovat noin 66,2 TWh tuotantoa ja noin 82,5 TWh kulutusta. Koko sähköjärjestelmän tuotantomuodoista puhuttaessa mittausten erot ovat prosentuaalisesti häviävän pieniä, mutta toisaalta mittausten epätarkkuus kertoo mittaustapojen ja tilastoinnin puutteista etenkin paikallisen hajautetun tuotannon, kuten aurinkovoiman osalta.

Älymittareiden hyödyntäminen tulevaisuudessa voi mahdollistaa todellisiin lukuihin pohjautuvan tilastoinnin ja analysoinnin muun muassa Datahubin tietokannan pohjalta (Fingrid, 2017g). Toistaiseksi voidaan kuitenkin todeta, että makrotason lukemat sähköstä ovat harvoin reaalisesti tarkkoja, mutta terawattitunneissa (TWh) esimerkiksi eri mittaustavoista liittyvät erot laskelmissa jäävät häviävän pieniksi. Näin eri lähteiden lukemia voidaan vertailla ja niiden pohjalta voidaan havainnoida kehityssuuntia ja tehdä yleisiä havaintoja tuottavaa dataa. Tulevaisuuden kehityksen osalta on lisäksi huomattava, että TEM:n (2016) arvion mukaan sekä sähkönkulutus että energiankulutus muun muassa lämmitysenergiana ja polttoaineina tulee nousemaan vähintäänkin kymmenillä prosenteilla seuraavina vuosikymmeninä.

4.3.2 Sähköntuotannon rakenne ja energiapoliittinen kehitys

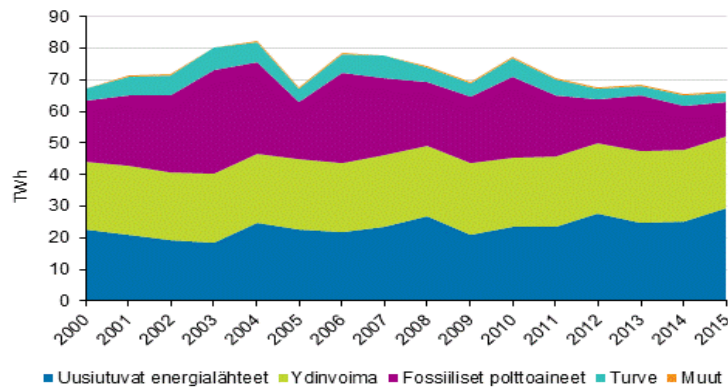
Sähköntuotanto jaetaan tyypillisesti tuotantomuodon pohjalta uusiutuviin ja uusiutumattomiin energialähteisiin. Uusiutumattomia energianlähteitä ovat fossiiliset polttoaineet eli öljy, kivihiihi ja maakaasu, ydinvoima ja turve. Uusiutuvia energianlähteitä ovat tuulivoima, aurinkovoima, ilmalämpöenergia, geo- ja hydroterminen energia, valtamerienergia, vesivoima, biomassa ja kaatopaikka-, jätevedenpuhdistamo- ja biokaasut (Energiavirasto, 2017f). Vuonna 2016 Suomessa tuotetusta sähköstä 45 % koostui uusiutuvista energianlähteistä ja 16 % fossiilisista polttoaineista. Öljyn osuus kokonaistuotannosta oli 0,3 %. (Energiateollisuus, 2017a.)



Kuvio 11. Sähköntuotanto Suomessa energialähteittäin 2016 (Energiateollisuus, 2017a)

Kuvio 11 kuvaa sähkön kokonaistuotannon jakautumista Suomessa eri tuotantomuotojen osalta vuonna 2016. Sähköenergian ohella Suomessa tuotetaan energiaa lämpövoimalaitoksissa sähkö- ja lämpöenergian yhteistuotantona etenkin polttoainepohjaisessa energiantuotannossa, jossa tuotettu lämpöenergia hyödynnetään esimerkiksi kaukolämpönä tai teollisuuden prosesseissa (Tilastokeskus, 2017d). Suomi pyrkii ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi hiilidioksidipäästöttömäksi valtioksi, mikä tarkoittaa fossiilisten polttoaineiden käytön lakkauttamista sekä sähkö- että lämpöenergiantuotannossa. Energiapoliittisena tavoitteena onkin korvata fossiilinen yhteistuotanto uusiutuvilla energiamuodoilla tuotetutulla energialla. Tavoitteet pohjautuvat kansalliseen energiapolitiikkaan, kansainvälisiin sopimuksiin sekä EU-lainsäädäntöön. (TEM, 2016.)

Energiateollisuuden (2017a) ja kuvion 11 mukaisesti ydinvoima ja vesivoima ovat toistaiseksi tuotannollisesti merkittävimmät hiilidioksidipäästöttömät tuotantomuodot. Ydinvoima muodosti vuonna 2016 noin 34 %. Suomen sähköntuotannosta neljällä ydinvoimalayksiköllä, joista kaksi sijaitsee Loviisassa ja kaksi Olkiluodossa. Pyhäjoelle on rakenteilla ensimmäinen ydinvoimala ja tämän lisäksi Loviisaan on rakenteilla kolmas ydinvoimalayksikkö. Vuonna 2017 ydinvoiman tuotantokapasiteetti on ollut noin 2,75 TWh. Rakenteilla olevien ydinvoimaloiden kapasiteetti tulee olemaan yhteensä noin 2,80 TWh. Ydinvoiman osuuden sähköntuotannosta onkin määrä nousta noin 45 %:in vuoteen 2030 mennessä. (Energiateollisuus, 2017b.) Näiden lukemien pohjalta ydinvoima on nyt ja todennäköisesti seuraavina vuosikymmeninä Suomen merkittävin keskitetty sähköntuotantomuoto. Ydinvoima ei kuitenkaan suoranaisesti sisälly Suomen omavaraisuustavoitteen energiamuotoihin, vaikka hiilidioksidipäästöttömänä tuotantomuotona se tulee todennäköisesti pysymään Suomelle tärkeänä sähköntuotantomuotona (ks. TEM, 2016).



Kuvio 12. Suomen sähköntuotannon kehitys energianlähteittäin (Tilastokeskus, 2016a)

Kuvion 12 mukaisesti voidaan todeta, että nykyisenä kehityssuuntana TEM:n (2016) Energia- ja ilmastostrategiassa keskeisinä pidetyt uusiutuvat tuotantomuodot ovat yleistymässä ydinvoiman ja fossiilisen tuotannon osuuden laskiessa. Ydinvoiman osuus tulee kasvamaan vielä ainakin kerran uusien voimaloiden käynnistyttyä, mutta TEM:n (2016) tavoitteiden pohjalta uutta ydinvoiman rakentamista ei ole tiedossa.

Muuhun Eurooppaan verrattuna Suomen sähköntuotanto on voimalatasolla suhteellisesti hajautettua. Suomessa on 120 erillistä sähköenergiaa tuottavaa yritystä ja 400 erillistä voimalaitosta, joista yli puolet ovat vesivoimalaita. (Energieollisuus, 2017a.) Tuulivoima on kasvanut viime vuosina nopeimmin suhteessa aiempaan tuotantoon: tilastokeskuksen (2016b) mukaan tuulivoima tuotti sähköä vuonna 2015 noin 8,4 TWh, mikä oli 111 % enemmän kuin vuonna 2014. Vuonna 2016 tuulivoima tuotti noin 11 TWh, mikä tarkoitti vielä 32 %:n lisäkasvua vuoteen 2015 verrattuna. Tilastokeskuksen (2017b) mukaan tuulivoima muodosti vuonna 2016 kokonaistuotannosta noin 5 %:a, kuitenkin kattaen kokonaiskulutuksesta vain 1 %:n. Näiden Tilastokeskuksen (2017b; 2016b) kehityslukemien pohjalta voidaan todeta, että tuulivoiman osuuden kasvaminen kokonaistuotannosta ei välttämättä kerro tuulivoiman kyvystä korvata muita tuotantotapoja, sillä osuus tuotannosta voi kasvaa myös muiden tuotantomuotojen tuotannon vähentymisen johdosta. Kokonaiskulutuksen ja kokonaistuotannon ero on näin keskeinen asia sähköntuotantorakenteesta puhuttaessa.

Energia- ja ilmastostrategia huomioi myös uusia ja mahdollisesti kasvavia tuotantomuotoja. Aurinkovoiman osalta varsinaisesti kuluttajatasolle hajautettua ja paikallista tuotantoa pidetään potentiaalisena tulevaisuuden kannalta pitkän aikavälin suunnitelmassa. (TEM, 2016, 24.) Suomeen on tulossa myös uudenlaista sähköntuotantoa ensimmäisen geotermisen voimalan muodossa. Voimalan toiminta perustuu maan sisältä tulevaan lämpöön, jonka hyödyntämistä varten Espooseen porataan kaksi kilometriä syvä kuilu. (St1, 2017.)

4.3.3 Perusvoima, säätövoima ja tehoreservi

Sähkön varastoinnille ei toistaiseksi ole ollut toimivia ratkaisuja, pois lukien polttoaineet. Toisaalta jo sähköksi muunnettua polttoainetta ei voida enää muuntaa takaisin polttoaineeksi. (Carvallo & Cooper, 2015, 68.) Koska tuotettu sähkö kulkee reaaliaikaisen käyttötarpeen mukaisesti analogisessa sähköverkossa välittömästi kulutettavaksi, kulutuksen ja tuotannon tasapainon saavuttaminen on tarkoittanut hetkellisen tuotantomäärän mukauttamista suhteessa kulutukseen (Bush, 2014; Carvallo & Cooper, 2015).

Sähköntuotannon on siis pysyttävä joustavana suhteessa hetkelliseen kulutukseen (ks. TEM, 2016), sillä reaaliaikaisesti kulutettavana hyödykkeenä sähköenergian tuotannon ja kysynnän on kohdattava. Voimajärjestelmän tasapaino edellyttää *perusvoimaa*, joka kykenee kattamaan päivittäisen ympärivuorokautisen kysynnän suurimmaksi osaksi. Perusvoimana on Suomessa käytetty pääasiassa vesi-, ydin- ja hiilivoimaa. (Fortum, 2015.) Hiilivoiman käytöstä pyritään kuitenkin täysin eroon ilmastopoliittisista ja ympäristöllisistä syistä (TEM, 2016).

Säätö- eli reservivoimaa käytetään, kun perusvoiman kapasiteetti ei kata kysynnän hetkellisiä tarpeita. Säätövoimana Suomessa käytetään tuotantomuotoja, joita voidaan tarvittaessa hyödyntää ulkoisista tekijöistä riippumatta. Suomessa säätövoimaa tuotetaan pääasiassa vesivoimalla tai lauhdevoimalla. (TEM, 2016; Fortum, 2015; Laki sähköntuotannon ja sähkönkulutuksen välistä tasapainoa varmistavasta tehoreservistä, 2011/117.) Lauhdevoimalla tarkoitetaan vain sähköä tuottavaa lämpövoimalaitosta. Lauhdevoiman polttoaineena voi toimia muun muassa puu, biopolttoaineet, turve, kierrätyspolttoaineet sekä fossiiliset polttoaineet kivihiili, öljy ja maakaasu. (Energiateollisuus, 2017c.) Valtioneuvoston päätöksen (2013/857) ja lain (2011/117) mukaan Suomen on omattava riittävä määrä säätövoimakapasiteettia huippukulutus- ja häiriötilanteita varten. Tulevaisuuden mahdollisena kannattavana säätövoimana voidaan mainita muun muassa veden pumppaamiseen ja vapauttamiseen perustuvat patovoimalaitokset (Energiateollisuus, 2017i).

Energiaviraston (2016a) mukaan Suomi tarvitsee enemmän kysyntäjoustoa, mikä liiketoiminnallisen näkökulman vastaisesti vastaa kasvavaan kysyntään alituotannon jakamisella kilpailullisten markkinoiden sijaan esimerkiksi poliittisten prioriteettien ja sääntelyn pohjalta. Energiaviraston (2016a) mukaan kysyntäjoustopuun avulla energiankulutuksen vähentäminen, esimerkiksi Fingridin (2017e) hallinnoimien teollisuuden sähkökuormien osalta, on mahdollista. Tätä toimintaa voidaan pitää myös tehoreserviin kuuluvana toimintana; toisaalta kysyntäjousto esimerkiksi lämmityksen osalta pakkasten aikana ei ole välttämättä mahdollista (ks. Energiavirasto, 2016a).

Säätövoiman tarve on kasvussa, etenkin tuuli- ja aurinkovoiman tuotanto-osuuden kasvaessa. Tunnin sisäisen säätötarpeen arvioidaan nousevan analogisessa sähköverkossa noin 0,4 TW vuoteen 2020 mennessä ja päivän sisäisen reservin tarpeen ennustetaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2030 mennessä. (Energiavirasto, 2016a; Energiateollisuus, 2017i.) Sähkövoimajärjestelmän tulee lisäksi omata myös riittävät valmiudet vastata aiempaan tai kasvavaan sähkön kysyntään tavanomaisen tarjonnan vaihdellessa, esimerkiksi ydinvoimalan ollessa huollossa (TEM, 2016; Energiateollisuus, 2017a; 2016c).

4.3.4 Sähköntuonti ja sähkönvienti sekä Suomen omavaraisuusaste

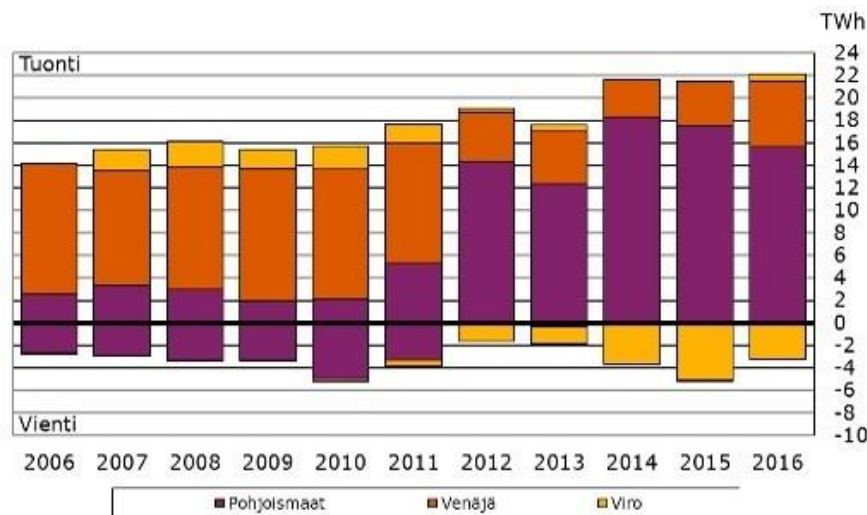
Suomessa sähkönkulutus on ollut pitkään suurempaa kuin sähköntuotanto (Energiateollisuus, 2017j; Tilastokeskus, 2017a; 2017b; 2016a). Kulutuksen tarpeiden täyttämiseksi ja ylitarjonnan hetkelliseksi tasaamiseksi Suomi käy energiakauppaa naapurimaidensa kanssa. Sähköntuontia ja -vientiä harjoitetaan erityisesti Venäjän, Ruotsin, Norjan ja Viron kanssa. (Fingrid, 2017a; Tilastokeskus, 2017a; 2017b.)

Säätövoiman tarpeen kasvaessa etenkin kysyntäpiikkien aikana Suomi tuo nykyään enenevän määrän sähköä ulkomailta (ENTSO-E, 2016). Nord Poolin Elspot- ja Elbas-säätösähkömarkkinat toimivat osana Suomen tehoreservijärjestelmää täyttäen osuuden Suomen sähköntarpeesta yhteismarkkinoiden vakaan hinnan takaamiseksi (Fingrid, 2017f). Tämä tarkoittaa sitä, että Nord Poolin kautta tuotu säätösähkö myötäilee vakaammin Nord Poolin systeemihintoja ja hillitsee sähkön hinnan paikallisia heilahteluja.

Tuontisähkön käyttö säätövoimana ei ole TEM:n (2016) pitkän aikavälin sähkön toimitusvarmuus- ja omavaraisuustavoitteiden mukainen ratkaisu tarjonnan säätelyyn. IEA arvioi jo vuonna 2007 Suomen sähköalan suurimmaksi haasteeksi sähkön omavaraisuuden ja toimitusvarmuuden, viitaten erityisesti Suomen riippuvuuteen venäläisestä tuontisähköstä. IEA:n mukaan ongelmat sähkösaannin varmuudessa voivat johtaa kysyntäpiikkien aikaiseen energiapulaan ja jatkuviin sähkökatkoksiin paikallisesti tai koko Suomessa.⁷ Tästä huolimatta tuontisähkön osuus Suomessa kulutetusta sähköstä on Energiateollisuuden (2017j) mukaan kasvanut vuosittain kuvion 13 mukaisesti.

⁷ Energy policies of IEA Countries – Finland, 2007. Executive summary. (Viitattu: 30.9.2017).
<http://www.iea.org/textbase/npsum/Finland2007SUM.pdf>

Euroopan kantaverkkoyhdistyksen ENTSO-En (2016) mukaan yli tunnin sähkökatkosten riski on Suomessa huomattava ja vakava. Yhdistyksen ennusteessa uusiutuvien energianlähteiden tuotannon vaihtelevuuden huomioonottavissa simulaatioissa Suomen sähkövoimajärjestelmä petti kolmessa neljästä simulaatiosta, joissa simuloitiin erityisesti sähkövoimajärjestelmän toimintaa kysynnän ja tarjonnan vaihdellessa. Vain Ranska ja Saksa menestyivät simulaatioissa Suomea huonommin. (ENTSO-E, 2016, 9–12.)



Kuvio 13. Sähkön tuonnin ja viennin kehitys (Energiateollisuus, 2017j)

Energiateollisuuden (2017j) tilastoihin pohjautuva kuvio 13 kuvaa Suomen sähköntuonnin ja -viennin kehitystä vuosina 2006–2016. Kuvion 13 mukaisesti tuonti- ja vientimaiden osuudet ovat vaihdelleet ja vaihtelevat jatkossakin valtioittain muun muassa tuotanto- ja kulutusmuutosten, sähkön hinnoittelun sekä poliittisen tilanteen mukaisesti (ks. Tilastokeskus, 2017a; 2017b; 2016a; ENTSO-E, 2016; Paunio, 2016). Venäjältä tuodun sähkön osuus väheni alun perin Venäjän otettua käyttöön kapasiteettimaksut, jotka johtivat Venäläisen tuontisähkön hinnan nousemiseen. Ruplan valuuttakurssin merkittävästä laskusta huolimatta uudet kapasiteettimaksut tekivät venäläisen sähkön ostamisesta huomattavasti aiempaa kannattamattomampaa. (Energia uutiset, 2015.)

Kysyntäpiikkien aikana Suomi turvautuu hinnoista huolimatta saatavilla olevaan tuontisähköön. Esimerkiksi vuoden 2016 alkupuolella Ruotsin siirtojohtojen koko tuontikapasiteetti oli täysin käytössä, joten sähköä oli tuotava myös Venäjältä hetkellisten kulutustarpeen täyttämiseksi talvipakkasilla. Kysyntäpiikkien ohella tuontia ja vientiä selittää maakohtainen sähkönhinnan vaihtelu. (Brännare, 2016.) Suomesta viedään sähköä esimerkiksi tuotannon ylittäessä kulutustarpeen tai kun sähkön vientihinnat ovat erityisen hyvät (Energiateollisuus, 2017j). Viennin rahallinen arvo oli vuonna 2016 noin 3,9 miljardia euroa (Tilastokeskus, 2017b).

Vuonna 2016 nettotuonti Suomeen (eli sähköntuonti vähennettynä sähköviennillä) oli ennätysellinen 19,0 TWh (Tilastokeskus, 2017b). Edelliseen vuoteen verrattuna nettotuonnin kasvu oli 16 %. Vuonna 2016 Suomessa kulutetusta sähköstä oli 22 % tuontisähköä. Merkittävimmät tuontimaat olivat tuolloin Ruotsi 15,4 TWh tuonnilla ja Venäjä 5,9 TWh tuonnilla. Rahallisesti vuoden 2016 sähköntuonti tarkoitti sähkön ostoa noin 7,2 miljardilla eurolla, josta 63 %:a meni Venäjältä tuotuun sähköön. Vuonna 2016 sähköä tuotiin Venäjältä 49 %:a enemmän kuin vuonna 2015. (Tilastokeskus, 2017b.)

Tilastokeskuksen (2017a) mukaan vuoden 2016 alkupuolella Venäjältä tuotu sähkö maksoi 3,71 miljardia euroa per tuotu TWh, kun taas Ruotsilta vastaava hinta oli 0,69 miljardia per TWh (Tilastokeskus, 2017a). Nord Poolin ja Venäjän tukkumyynti poikkeavat toisistaan säännöiltään, joten keskimääräiset hinnat eivät ole täysin yhteismitalliset (Tilastokeskus, 2017a; Brännare, 2016). Tämä johtuu muun muassa siitä, että sähkön hintaa säädellään Nord Poolin tarjousalueilla yhtenäisinä aluehintoina (ks. Shandurkova ym., 2012; Nord Pool, 2017a; 2017b), mutta sähköntuonnissa Venäjältä ei ole tätä pullonkaulatulojärjestelmää vastaavaa sääntelyä.

EU-tasolla Suomen naapurimailla on Suomea vastaavia energiapoliittisia muutospaineita uusiutuvan energiantuotannon lisäämisen suhteen, mikä muodostaa ongelman tuontisähkön jakautumisen näkökulmasta. Esimerkiksi Saksa ja Iso-Britannia tulevat todennäköisesti ostamaan yhä suuremman osuuden Pohjoismaiden uusiutuvasta energiantuotannosta tuulivoiman säätösähköksi. (ENTSO-E, 2016; TEM, 2016; Paunio, 2016.) Mikäli Euroopan sähköverkköjärjestelmät säilyvät analogisina, säätövoiman tarve tulee kasvamaan vastaavasti koko Länsi- ja Pohjois-Euroopassa (TEM, 2016; Energiateollisuus, 2017a; 2016c; ENTSO-E, 2016). Tämän myötä pitkäaikaisten sähkökatkosten riski etenkin pakkasilla kasvaa vuosittain (Hokkanen & Ollikka, 2015; ENTSO-E, 2016; Paunio, 2016).

Nord Poolin tukeutuminen ei siis ole siihen kuuluvien maiden yhteneväisen energiapoliittisen ja tuotannon rakenteellisen kehityksen vuoksi kaikkien valtioiden kannalta mahdollinen ratkaisu (Hokkanen & Ollikka, 2015; Eurostat, 2017). Tämä voi johtaa Suomen yhä vahvempaan tukeutumiseen Venäjän tuontisähköön. Venäjältä tuotu sähkö on pääasiassa ydinvoimaa ja fossiilisilla polttoaineilla, kuten maakaasulla, tuotettua sähköä, mikä ei vastaa TEM:n (2016) oman tuotannon tavoitteita (Eurostat, 2017).

4.3.5 Syöttötariffi ja tuulivoima suhteessa muun sähköntuotantoon kehitykseen

Syöttötariffijärjestelmä otettiin käyttöön 2011 uusiutuvan energiantuotannon lisäämiseksi (Energiavirasto, 2016b). Syöttötariffijärjestelmän piiriin kuuluvat voimalat saavat sähköntuotannosta saamansa tulon lisäksi valtiolta tuotantotukea syöttötariffin muodossa. Syöttötariffi on lakisääteinen järjestelmä, jonka kautta valtio budjetoi vuosittain varoja uusiutuvan energiantuotannon tukemiseksi. (Laki uusiutuvilla energianlähteillä tuotetun sähkön tuotantotuessa, 2010/1396; TEM, 2016; Energiavirasto, 2016b.) Syöttötariffin kautta maksettavan tuotantotuen tavoitteena on lisätä uusiutuvan sähköenergian tuotantoa suhteessa muihin energiatuotantotapoihin sekä parantaa uusiutuvan energian kilpailukykyä. Syöttötariffijärjestelmään voidaan hyväksyä säädösten mukaiset edellytykset täyttävät tuulivoimalat, biokaasuvoimalat, metsähakevoimalat ja puupolttoainevoimalat. Laki, 2010/1396; Energiavirasto, 2016b.) Sähkön tuottajakohtainen tukiaika on kerrallaan enintään 12 vuotta (Laki 2010/1396, § 16).

Tuotantotukea maksetaan syöttötariffissa kulutukseen tuotettujen megawattituntien pohjalta. Sähköntuottajan saaman tuen määrä on tavoitehinnan ja sähkön kolmen kuukauden markkinahinnan keskiarvon erotus tuotetun sähkön määrän mukaisesti. (Energiavirasto, 2016b; Laki, 2010/1396.) Tavoitehintaa on ollut vuodesta 2011 alkaen 83,50 euroa/MWh. Tuulivoimarakentamisen kiihdyttämiseksi tavoitehintaa korotettiin tuulivoimalle kolmeksi ensimmäiseksi vuodeksi 105,30 euroon/MWh. Tariffin ainoa rajoite on se, että megawattitunnin hinnan alittaessa 30 e/MWh sähkömarkkinoilla, vähennys tehdään tasan 30 e/MWh rajan mukaisesti. (Laki, 2010/1396, § 25, § 62; Energiavirasto, 2016b; TEM, 2016.) Voimalaitokset syöttötariffijärjestelmään hyväksyy Energiavirasto, joka myös maksaa hakemuksesta syöttötariffituen ja hoitaa muut siihen liittyvät viranomaistehtävät (Laki, 2010/1396).

Esimerkiksi vuoden 2015 ensimmäiseltä tariffijaksolta kolmen kuukauden sähkön keskimääräinen markkinahinta oli 32,10 e/MWh, jolloin normaalin syöttötariffin määräksi muodostui $83,50 \text{ e/MWh} - 32,10 \text{ e/MWh} = 51,40 \text{ e/MWh}$. Maksimitueksi ensimmäisen kolmen vuoden jälkeiseltä korottamattomalta ajalta määrittyy $83,50 \text{ e/MWh} - 30,00 \text{ e/MWh} = 53,50 \text{ e/MWh}$. (Energiavirasto, 2016b.) Sähkön markkinahinnan laskiessa tariffin alainen tuotantotuki lisääntyy, mikä vähentää ennestään muiden kuin tuettujen tuotantomuotojen kilpailukykyä.

Valtio budjetoit talousarvioesityksessään vuodelle 2016 tuotantotukea seuraavasti: tuulivoimalle syöttötariffin kautta 157,6 miljoonaa euroa, metsähakevoimaloille 86,4 miljoonaa euroa, biokaasuvoimaloille 2,8 miljoonaa euroa sekä puupolttoainevoimaloille 0,8 miljoonaa euroa⁸. Yhteensä talousarvioesityksessä budjetoitiin siis syöttötariffin kautta lähes 250 miljoonaa energiamuodoille, joita on tuettu jo vuodesta 2011. Tästä huolimatta syöttötariffituetut voimalat tuottavat Suomen energian kokonaistarpeesta vain noin 1 %:n (Tilastokeskus, 2017b).

Eryteisesti kritiikkiä on saanut St1 ja S-ryhmän pääasiassa omistama yritys Tuuliwatti Oy (Soininvaara, 2016; Pape-Mustonen, 2016). Vuonna 2015 Tuuliwatti Oy:n liikevaihto oli noin 70,2 miljoonaa euroa ja vuonna 2016 se oli vastaavasti noin 47,6 miljoonaa euroa (Asiakastieto.fi, 2017). Vuosina 2013–2016 Tuuliwatti Oy:n omavaraisuusaste on vaihdellut 33–37 % välillä (Asiakastieto.fi, 2017; Soininvaara, 2016). Tuuliwatti Oy:n liikevaihdosta suurin osa koostuukin toistaiseksi syöttötariffista. Esimerkiksi vuonna 2015 Tuuliwatti Oy:n yritystukiin kiinnitettiin mediassa huomiota niiden ollessa 57 miljoonaa euroa eli yli 80 % yrityksen liikevaihdosta. (Pape-Mustonen, 2016; Asiakastieto.fi, 2017.)

Syöttötariffin vaikutus Suomen sähköntuotantoon

Tuulivoima ei säästä riippuvaisen luonteensa vuoksi kykene tuotantomuotona paikkaamaan keskitettyjä ja hallittavia energiantuotantomuotoja analogisessa sähköverkossa (Bush, 2014, 160; Carvallo & Cooper, 2015). Sähkön hinnan lasku ja syöttötariffijärjestelyt tekevät kannattavan liiketoiminnan lähes mahdottomaksi muille kuin tuetuille energiantuotantomuodoille (Energiateollisuus, 2017i; Kopsakangas-Savolainen & Svento, 2013; Liski & Vehviläinen, 2016). Tuulivoimatuotannon lisääntyminen syöttötariffin kautta aiheuttaa tämän pohjalta merkittävän kilpailuasetelman vääristymisen, mikä toimii uutena alalle tulon esteenä. Koska syöttötariffin kautta saatu tukiraha energiamyynnin tulojen lisäksi on luonteeltaan sähkön markkinahinnan muutokset paikkaava, muilla nykyisillä energiantuotantomuodoilla ei ole kannattavaa kilpailla tuulivoiman kanssa. Energiaviraston (2016b) lukujen pohjalta yhden tuotetun megawattitunnin tuotantotuki voi olla tukikauden korotuksen voimassaolosta riippuen vuotena olla yli tai lähes kaksinkertainen megawattitunnin markkinahintaan verrattuna.

⁸ Valtionvarainministeriön talousarvioesitys vuodelle 2016, 44. Uusiutuvan energian tuotantotuki. (Viitattu: 30.7.2017). <https://tinyurl.com/yb6gs6em>

Useita voimaloita käytetään nykyään tuulivoiman säätösähkön tuottajina. Tuulisella säällä tuulivoimaa käytetään ensisijaisena sähkön tuotantolähteenä ja esimerkiksi vesisähköä jätetään hyödyntämättä. Tyynellä säällä tehoreserviin määritetyt vesivoimalat otetaan käyttöön. Tämä vähentää huomattavasti vesivoimaloiden tuotantomahdollisuuksia ja siten taloudellista kannattavuutta ilman erillistä säätövoiman tukemista. (Fingrid, 2016b; Energiategollisuus, 2017i.)

Uusiutuvien tuotantomuotojen tukemisen sekä ensisijaisen hyödyntämisen ohella uusiutumattomien energianlähteiden ja polttoaineiden käytön veroja on nostettu. Kaikkien uusiutumattomien voimalaitospolttoaineiden hinnat ovat nousussa. Maakaasun ostohinta sähköntuottajalle laski välillä 2012–2016 hintaluokasta noin 40 e/MWh hintaan alle 20 e/MWh, mutta on noussut vuoden 2016 aikana yli 26 e/MWh hintaan. Kivihiilen hinta polttoaineena on lähes kaksinkertaistunut vuoden 2016 aikana hintaan 13 e/MWh. (Tilastokeskus, 2017c.) Fossiilisinä polttoaineina näiden tuotantomuotojen käyttö on vesivoimaakin rajoitetumpaa ja sallittua lähinnä tuotantoon kysyntäpiikkien aikana (ks. TEM, 2016; Energiategollisuus, 2017a). Ydinvoiman rakentamista puolestaan pyritään välttämään energiapolitiittisista syistä. Syöttötariffijärjestelmä tekee näin ydinvoimaankin investoimisen lopulta kannattamattomaksi. (ks. Kopsakangas-Savolainen & Svento, 2013; TEM, 2016.)

Vesivoimaloiden osalta nykyiset voimalat ovat tällä hetkellä päivitetty lähes huippuunsa sekä vesistöihin liittyvän luonnonsuojelun ja kilpailutilanteen vuoksi uusien voimaloiden rakentaminen on vähäistä (Energiategollisuus, 2017h). Samaan aikaan Suomen energiantuotantoon on tulossa pidemmällä aikavälillä merkittäviä poistoja lauhde-, vesi- ja lopulta myös ydinvoiman osalta sekä fossiilinen tuotanto pyritään lakkauttamaan kokonaan. Näiden säädeltävien tuotantomuotojen tuotanto-osuuden ja tuotannon merkittävä väheneminen aiheuttaa potentiaalisen ongelman Suomen energiantuotannon rakenteelle, etenkin jos energiantuotanto jäisi lähinnä verovaroin tuettujen tuotantomuotojen, kuten tuotannoltaan sään mukaan vaihtelevan tuulivoiman, varaan (Fingrid, 2016b; Energiavirasto, 2015b).

4.4 Sähkönmyynti kuluttaja-asiakkaille

Seuraavaksi käsitellään suomalaisen sähkömyynnin ja siihen liittyvän liiketoiminnan sekä verotuksen muodostamaa kokonaisuutta kuluttaja-asiakkaan näkökulmasta.

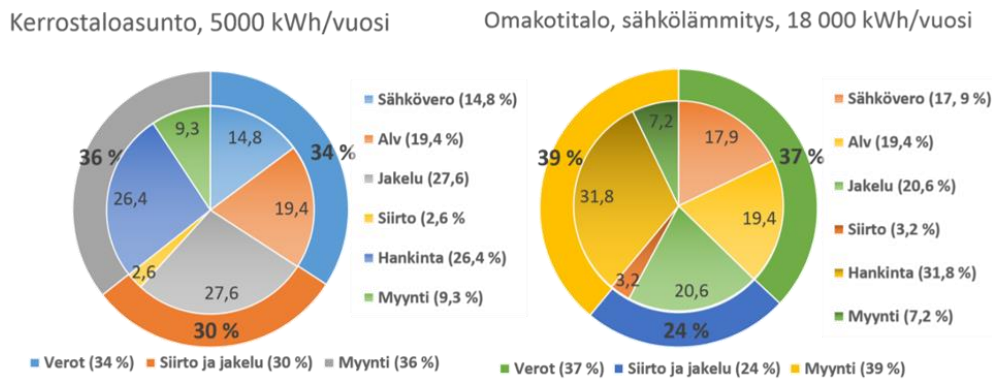
4.4.1 Sähkön hinnan muodostuminen kuluttajan näkökulmasta

Sähkön hinta muodostuu kuluttaja-asiakkaan näkökulmasta sähkön siirtopalvelusta (sähkönsiirto ja -jakelu), sähköenergiasta, arvonlisäverosta, sähköverosta ja veroon sisältyvästä huoltovarmuusmaksusta. Näistä vain sähköenergian hinta on asiakkaan näkökulmasta kilpailutettavissa eri sähkönmyyjien kesken. Tyypillisesti sähköenergian osuus sähkön kokonaishinnasta kuluttajalle on noin 35–40 %. (Energiavirasto, 2017c.) Sähköenergian hinta yrityksen näkökulmasta muodostuu Energiateollisuuden (2017d) mukaan tukkuhinnan lisäksi sähkön myyntikustannuksista, kuten myynnin ja markkinoinnin kustannuksista sekä katteesta.

Sähkömyynnin ja -siirron osalta kuluttaja-asiakas maksaa kahta erillistä maksua: kulutettujen kilowattituntien määrästä riippuvaa maksua sekä kiinteää ja kuukausittaista perusmaksua. Sekä perusmaksu että kulutuskohtaisen kilowattituntihinnat vaihtelevat yrityskohtaisesti sekä sähkömyynnin että -siirron osalta. (Energiavirasto, 2017c.) Sähköenergian kilowattituntihintaan Nord Poolin sähköpörssissä vaikuttavat useat markkinoilla määräytyvät tekijät, kuten tuotantokustannukset, kysyntä sekä elspot- ja elbas-kauppa, tukeminen ja ohjailu paikallisten hintaerojen välttämiseksi (Nord Pool, 2017c; 2017d).

Keskimäärin noin kolmasosa sähkölaskun maksuista muodostuu sähköverosta ja arvonlisäverosta. Sähköveroon sisältyy valmistevero ja huoltovarmuusmaksu, joista valtioneuvosto päättää erikseen. (Energiavirasto, 2016a.) Sähköverot jakautuvat kahteen veroluokkaan, joista veroluokka I kattaa koti- ja maataloudet, palvelut ja julkisen sektorin. Veroluokka II kattaa lähinnä teollisuuden ja ammattimaiset kasvihuoneviljelmät. Yksityisasiakkaat kuuluvat käytännössä siis veroluokkaan I. Veron suuruus määräytyy kilowattituntikulutuksen pohjalta (Snt/kWh). (Verohallinto, 2017.)

Siirtomaksua maksetaan sähköverkon ylläpitäjille, eli kuluttajan näkökulmasta jakeluverkko-yhtiöille, niiden tarjoamasta siirtopalvelusta, johon sisältyy itse sähkönsiirto, asiakaskohtainen kulutuksen mittaaminen ja taseselvitys (Energiavirasto, 2017d; Sähkömarkkinalaki, 2013/558). Sähkönsiirtoyhtiön tarjoamasta taseselvityksestä eritellään eri sähkönmyyjien myymän sähköenergian määrä (Energiavirasto, 2017c; 2017d). Yhdessä verojen kanssa sähkönsiirto muodostaa siis noin 60 %:n ei-kilpailutettavan osuuden sähkön kokonaishinnasta.



Kuvio 14. Kotitalouksien sähkön kokonaishinnan koostuminen (Energiavirasto, 2016a, 2)

Kuviossa 14 sähkön kokonaishinnan jakautuminen on kuvattu tyypillisen kerrostaloasunnon ja tyypillisen sähkölämmitteisen omakotiasunnon osalta vuoden 2016 alussa. Kuvion 14 esimerkkitalouksien kokonaishinta sähkölle on kerrostalon osalta 15,20 snt/kWh ja omakotitalon osalta 12,61 snt/kWh. (Energiavirasto, 2016a, 2.)

4.4.2 Sähkönmyyjän ja sähkömyyntisopimuksen valinta

Sähköenergian hinnan osalta voidaan kilpailuttaa yhtiöittäin vaihtelevia hinnantekijöitä eli sekä yksittäisen kilowattitunnin hintaa että sähkösopimuksen kuukausittaista kiinteää perusmaksua (Energiavirasto, 2017c). Sähkönmyynnin kilpailuttaminen tapahtuu valitsemalla jokin sähkömyyjä ja tekemällä sähkömyyntisopimus tämän kanssa (Energiavirasto, 2017b). Vaikka useat jakeluverkkoyhtiöt harjoittavat liiketoimintaa myös sähkömyynnin osalta, laki estää vertikaalisen integraation hyödyntämisen näiden toimintojen välillä (Sähkömarkkinalaki, 2013/588, § 55, § 77). Vertikaalisesti integroitunut toimija voi kuitenkin tarjota sähkömyynnin osalta asiakashyötyä esimerkiksi mahdollisen paikallisuutensa näkökulmasta sähkön paikallisuutta arvostaville asiakkaille (ks. Kopsakangas-Savolainen, 2002; Leppäkosken Sähkö, 2017). Sähkömyyntisopimukset ovat tyypiltään joko määräaikaista tai toistaiseksi voimassaolevia. Asiakas voi irtisanoa toistaiseksi voimassaolevan sähkömyyntisopimuksen milloin tahansa, mutta määräaikainen sopimus on voimassa sovitun ajan eli kuluttajakaupassa enintään 2 vuotta. Sopimuksen aikajakson jälkeen asiakas voi irtisanoa sopimuksen tai sopia uudesta määräajasta. Toistaiseksi voimassa olevassa sopimuksessa sähköenergian hinta voi muuttua kesken sopimuskauden. Määräaikaisessa sopimuksessa sähköenergian kWh-hinta sovitaan kiinteäksi sopimuskauden ajaksi tai hinta voidaan sitoa myös osapuolten vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella olevaan viitehintaan, kuten Nord Pool AS:n aluehintaan. (Sähkömarkkinalaki, 2013/558, § 89 § 92–93.) Sopimustyyppien valinta voi näin tuottaa kuluttajalle asiakashyötyä joko vakaaseen kWh-hintaan ja sähkömyyjään sitoutumisen tai samanaikaisesti sekä sähkömyyjään että kiinteään hintaan sitoutumattomuuden kautta.

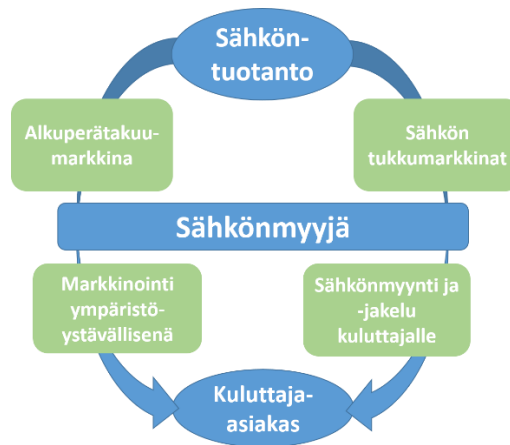
Sekä sähkönmyynnissä että -siirrossa on käytössä erilaisia tariffeja (Energiavirasto, 2017d; Lehto, 2016). Asiakkaan näkökulmasta mahdolliset tariffit ovat yleis-, tunti-, kaksiaika-, kausi- ja tehotariffit, joista neljä ensin mainittua ovat Suomessa yleisesti käytössä yksityisasiakkailta. Kuluttaja-asiakas voi siis tyypillisesti valita vapaasti joko yleis-, tunti-, kaksiaika- tai kausitariffin. Etäluettavat älymittarit ja niiden yleistymisen Suomessa ovat mahdollistaneet tuntitarkkuudella kerättävään dataan pohjautuvan tuntitariffin. (Energiavirasto, 2017d.) Myynnin ja siirron tariffit eivät liity syöttötariffiin (ks. Laki, 2010/1396).

Yleistariffilla eli yleissähköllä sähkön kilowattituntihinta on sama vuorokauden- ja vuodenajasta riippumatta. Tuntitariffissa asiakkaan sähkön hinta määrittyy tunneittain, esimerkiksi sähköpörssin hintoihin pohjautuen. Kaksiaikatariffissa kilowattituntin hinta on asiakkaalle sovitusti eri yöllä ja päivällä, kun taas kausiaikasähkössä hinnoittelu on jaettu talvipäivän ja muun ajan hinnan kesken. Kausi- ja kaksiaikatariffien yksityiskohtaiset määritelmät saavat osin vaihdella eri yritysten kesken. (Energiavirasto, 2017d.) Pääpiirteittäin asiakkaiden on käytettävä samaa tariffia sekä sähkönmyynnin että -siirron osalta. Poikkeuksena sähköä voidaan myydä yleistariffilla, vaikka sähkönsiirto olisikin toisella aikatariffeista. (Kilpailuttaja.fi, 2010.)

4.4.3 Sähkön alkuperätakuu

Sähkönmyynnin osuutta kilpailuttaessa sähkönmyyjä voi halutessaan varmentaa tuottamansa energian alkuperän sertifikaatilla (Energiavirasto, 2017f). Sähköä voidaan markkinoida kuluttajille tietyllä tuotantotavalla tuotettuna vain, jos sille on myönnetty Fingrid Oyj:n toimesta alkuperätakuu (Energiavirasto, 2017e). Energiavirasto valvoo lakien noudattamista alkuperätakuiden osalta, kuten esimerkiksi alkuperän ilmoitusvelvoitteen noudattamista. Sähkönmyyjä on velvollinen ilmoittamaan asiakkaalleen myymänsä sähkön prosenttijakaumat vähintään fossiilisten energianlähteiden ja turpeen, uusiutuvien energianlähteiden sekä ydinvoiman osalta. Tämä kokonaisjakauma on ilmoitettava vuosittain edellisestä kalenterivuodesta. (Laki sähkön alkuperän varmentamisesta ja ilmoittamisesta, 2003/1129; Energiavirasto, 2017e; 2017f.)

Uusiutuvana energiana myytävän sähkön alkuperä on varmennettava tarkistuttamalla ja maksamalla uusiutuvana sähkönä markkinoidun sähkön määrää vastaava määrä alkuperätakuuta. Alkuperätakuun saadakseen sähköntuottajan ja/tai -myyjän on siis maksettava sertifioinnista jokaisen uusiutuvana energiana myydyn kilowattituntin osalta, vaikka sen tuotantolaitokset tuottaisivat pelkästään uusiutuvaa energiaa. (Energiavirasto, 2017e; 2017f.)



Kuvio 15. Alkuperäsertifioidun sähkön myynti (Energiavirasto, 2017f)

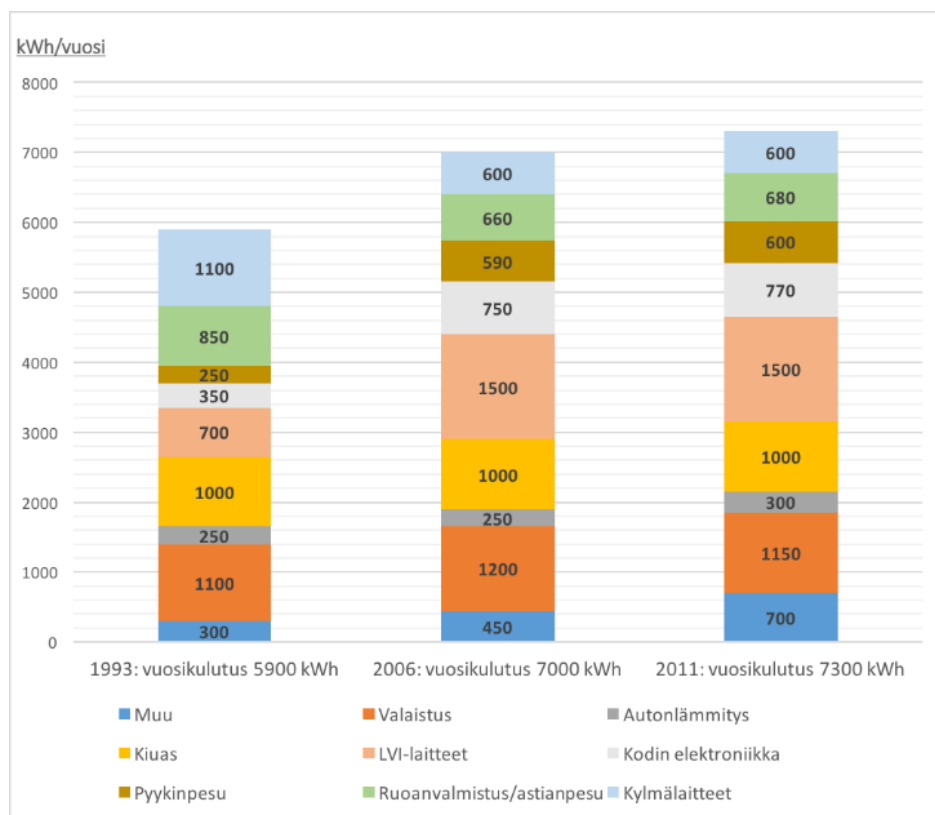
Kuvio 15 kuvaa sähkön hintaa ja alkuperäsertifikaatteja sähkönmyyntisopimuksessa loppuasiakkaan kilpailutettavina sähkömyynnin osa-alueina. Lain (2003/1129) mukaan alkuperätakuiden tarkoitus on varmentaa uusiutuvien energialähteiden käyttömäärien oikeellisuus tuotetun ja alkuperätakuun alla myydyn sähkön välillä. Näin mahdollistetaan valinta tukea uusiutuvia energian tuotantotapoja sähkönmyyntisopimuksen kautta. Kuvio 15 kuvaa myös sähkön hinnan ja asiakslupauksen muodostumista kaksilla rinnakkaisilla markkinoilla: sähkön resurssinhinta muodostuu tukkumarkkinoilla sekä sen oheen sertifioitava alkuperätakuu ja sen hinta alkuperätakuu-markkinoilla. (Energiaviraston, 2017f.) Mikäli sähkönmyyjä ja/tai -tuottaja ei maksa esimerkiksi osasta tai kaikesta tuottamastaan vesisähköstä sertifikaattihintaa, sertifioimaton osa tuotetusta vesivoimasta voidaan myydä vain sekasähkönä. Koska sähkön alkuperätakuu maksaa, kaikkea uusiutuvien menetelmin tuotettua sähköä ei varmenneta alkuperäistakuu-sertifikaatein. (Energiavirasto, 2017f.)

Sertifikaattijärjestelmä ei siis sisällä takuuta siitä, että jokainen asiakkaan kuluttama reaalin kilowattitunti on tuotettu ilmoitetulla tavalla. Sertifikaattijärjestelmä takaa, että sähkönmyyjä on sertifioinut tuottamaansa sähköä tai ostanut sitä tukkumarkkinoilta sertifioituna ainakin yhtä monta kilowattituntia tietyllä tuotantomuodolla kuin se on myynyt asiakkailleen kyseisellä tuotantomuodolla. (Laki, 2003/1129; Energiavirasto, 2017f.) Sähkönmyyjä voi esimerkiksi myydä loviisalaiselle sertifioitua Lapissa tuotettua vesisähköä 100 % vesisähkönä, vaikka loviisalaisen kuluttajan käyttämä verkkovirtasähkö todennäköisesti tuotetaan joka tapauksessa Loviisan ydinvoimaloista. Sähkönmyyjän näkökulmasta sertifioitua sähköä voidaan siis myydä premium-tuotteena kalliimmalla hinnalla niille asiakkaille, jotka haluavat uusiutuvaa energiaa. Asiakkaan näkökulmasta sertifikaattijärjestelmä toimii kuitenkin enemmän yksityisenä tuotantotavan tukemisena kuin jonkin tietyn tuotantotavan sähkön ostamisena.

4.4.4 Kuluttaja-asiakkaiden sähkönkäyttö ja lämmitysmuodot Suomessa

Sähkönkulutus tyypillisessä omakotitaloudessa riippuu pääasiassa asumis- ja lämmitysmuodosta, asunnon pinta-alasta, asukkaiden määrästä sekä sähkölaitteiden määrästä ja käyttötavoista (Rouhiainen ym., 2013). Suurimmat yksittäiset muuttujat suomalaisen kotitalouden sähkönkäytössä ovat asunnon ja käyttöveden lämmitystapa sekä sähkösauna. Suoralla sähkölämmityksellä lämmitettävässä talossa lämmitykseen kuluu tyypillisesti yli puolet sähkön kokonaiskulutuksesta. (Rouhiainen ym., 2013; Vattenfall, 2015.)

Lämmitykseen liittyvässä sähkönkulutuksessa voidaan säästää matalaenergiarakentamisen kautta. Tällä tarkoitetaan talon rakenteiden sekä ilmanvaihtoratkaisujen suunnittelua energiatehokkaaksi. Passiivienergiatalojen, eli ilman erillistä lämmitystä asumiskelpoisena pysyvien talojen, rakentaminen on Suomessa toistaiseksi mahdotonta talvien korkeasta lämmitystarpeesta johtuen. (Motiva, 2016c.) Omakotitalon kunnon ja energiaa säästävän suunnittelun lisäksi myös lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän ikä ja kunto vaikuttavat sähkönkulutukseen. Sähkölämmityksen asetuksia ja huoneiden lämpötiloja säätämällä voi kulutusta pienentää lämmityksen osalta jopa 30–40 % pitäen asunnon asumiskelpoisessa lämpötilassa. (Motiva, 2016a).



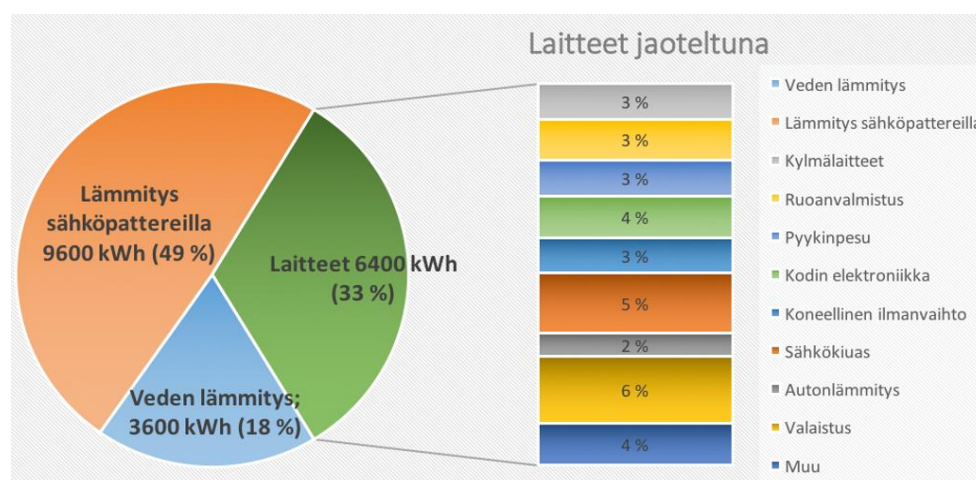
Kuvio 16. Neljän asukkaan omakotitalon sähkönkulutuksen tyypillinen jaottelu ei-sähkölämmityksessä asunnossa vuosina 1993, 2006 ja 2011 (Rouhiainen ym., 2013, 40)

Kuvio 16 kuvaa suomalaisten neljän hengen ei-sähkölämmitteisten omakotitalouksien tyypillisen kulutuksen kehitystä viime vuosikymmeninä. Kuvion 16 mukaisesti kylmälaitteiden ja muiden kodinkoneiden energiatehokkuuden paraneminen on laskenut tyypillistä kulutusta, mutta samalla ei-sähkölämmiteisissäkin taloissa LVI-laitteiden kulutus sekä kodin elektroniikan lisääntyminen on nostanut sähkönkulutusta. Usein laitteiden energiatehokkuutta merkittävämpiä tekijöitä voivat olla esimerkiksi laitteiden käyttöaste sekä asunnon varustelutaso sähkölaitteiden osalta. (Rouhiainen ym., 2013.)

Lämmitys suhteessa kotitalouden sähkönkulutukseen

Lämmitysmarkkinat ovat Suomessa sääntelemättömät ja kilpaillut (Energiateollisuus, 2017e). Sähkölämmitys on yleinen kodin lämmitystapa, joka voi nostaa omakotitalon sähkönkulutuksen yli kaksinkertaiseksi (Vattenfall, 2015; Rouhiainen ym., 2013). Useimmat Suomen kotitalouksista hyödyntävät useampaa lämmönlähdettä, esimerkiksi öljyllä toimivan keskuslämmityksen omaava talous voi hyödyntää sähköpohjaista lattialämmitystä kylpytiloissa (Rouhiainen ym., 2013).

Sähköön perustuvista lämmitystavoista toistaiseksi yleisimpiä ovat suora sähkölämmitys ja jatkuvasti lisääntyvät erilaiset lämpöpumppuratkaisut. Usein näitä käytetään yhdessä toistensa kanssa, esimerkiksi ilmalämpöpumppu ja suora sähkölämmitys on tyypillinen yhdistelmä suomalaisissa kotitalouksissa. (Rouhiainen ym., 2013; Energiateollisuus 2017f.) Joitakin rakennuksia lämmitetään täysin tai osin polttoaineiksi laskettavilla energialähteillä, kuten puulla tai öljyllä (Energiateollisuus, 2017e).



Kuvio 17. Suorasähkölämmitteinen neljän asukkaan talo vuonna 2011 (Rouhiainen ym., 2013, 42)

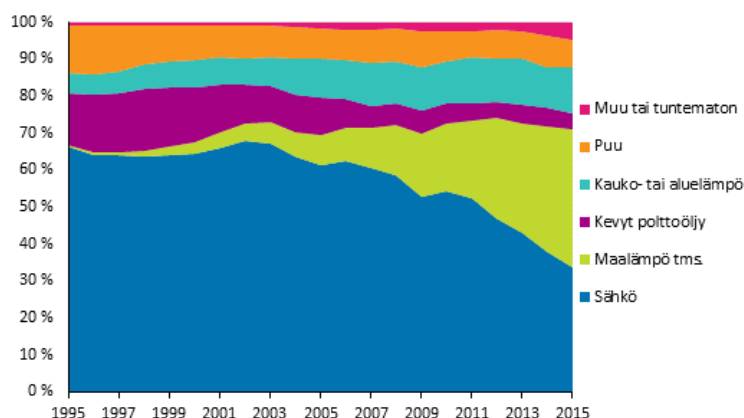
Kuviossa 17 havainnollisesta sähkönkulutuksen jakautumista suoraa sähkölämmitystä hyödyntävän tyypillisen kotitalouden energiankulutuksessa. Suorassa sähkölämmityksessä taloa lämmitetään suoraan sähköverkkoon kytkettyjen lämpöpatterien tai vastaavien lämmittimien avulla (Rouhiainen ym, 2013). Suoran sähkölämmityksen valinnan asiakas-hyötyinä voidaan pitää esimerkiksi sen helppokäyttöisyyttä, hyvää hyötysuhdetta ja pienemmän kertainvestoinnin tarvetta verrattuna esimerkiksi maalämpöpumppuun investointi (Energiateollisuus, 2017e). Kuvio 17 havainnollistaa kuinka suora sähkölämmitys kuitenkin nostaa sähkönkulutusta verrattuna esimerkiksi kuvion 16 tyypillisiin muihin sähkön kulueriin.

Kaukolämpö ja lämpöpumput lämmitysratkaisuna

Suomessa useimmiten käytetty lämmitysmuotoja suoran sähkölämmityksen ohella ovat kaukolämpö ja lämpöpumput (Tilastokeskus, 2016c). Etenkin kerrostaloissa ja taajamissa yleinen kaukolämpö on osa sähkö- ja lämpöenergian yhteistuotannoksi kutsuttua energiantuotannon osuutta. Kaukolämmön polttoaineena toimivat tyypillisesti muun muassa hiilineutraalit aineet biomassassa, jäte ja puu, sekä osin fossiiliset polttoaineet. Fossiilisten polttoaineiden osuutta pyritään kaukolämmössäkin pienentämään. Kaukolämmössä hyödynnetään myös teollisuuden ylijäämälämpöä. (Energiateollisuus, 2017g.)

Asunnon lämmitys Suomessa vaatii aina energiaa, oli lämmitysmuoto mikä tahansa (Energiateollisuus, 2017g). Kaukolämpö lasketaan suomen energian kokonaistuotantoon, mutta kuluttajan yksittäisellä sähkölaskulla kaukolämmöstä johtuva kaukolämmön kWh-kulutus ei näy sähkölaskussa. Tästä johtuen suorasähkölämmitteisten ja kaukolämmitteisten talojen energian kulutuksen vertailu sellaisenaan voi johtaa harhaan. Loppuasiakkaan näkökulmasta kaukolämmön tyypilliset kustannukset vastaavat tai jäävät hieman alhaisemmaksi kuin suoran sähkölämmityksen kulut. (ks. Energiateollisuus, 2017a; Motiva, 2016b.)

Kaukolämpöä tekniseltä toimintalogiikaltaan vastaavia järjestelmiä voidaan soveltaa myös paikallisesti maa- ja ilmalämpöpumpuilla yksittäisissä omakotitalouksissa. Hybridiratkaisut, kuten lämpöpumppujen ja aurinkopaneelien paikallisen sähköntuotannon hyödyntäminen, yleistyvät jatkuvasti yksityisissä kotitalouksissa. (Energiateollisuus, 2017a; TEM, 2016; Tilastokeskus, 2017b). Lämpöpumppujärjestelmät mahdollistavat lämmityksen lisäksi myös viilennyksen. Maa- ja ilmalämpöpumppu vaativat laite- ja asennusinvestointeja sekä jatkuvaa sähkönsaantia toimiakseen. Toisaalta toimiessaan ne vaativat huomattavasti vähemmän sähköä verrattuna esimerkiksi suoran sähkölämmityksen sähköpattereihin. (Energiateollisuus, 2017e.)



Kuvio 18. Uusien omakotitalouksien lämmönlähdevalintojen kehitys (Tilastokeskus, 2016c)

Eryityisesti maalämmön osuus pääasiallisena lämmityskeinona on kasvanut uudisrakentamisessa. Kuviossa 18 kuvataan rakennettujen omakotitalojen lämmönlähteiden suhteellisten osuuksien kehitystä aikavälillä 1995–2015. Vuonna 2015 Suomessa oli käytössä jo yli 90 000 lämpöpumpua. Tällöin valmistuneissa omakotitalojen rakennushankkeissa 37 %:ssa valittiin pääasialliseksi lämmitysmuodoksi maalämpö. Maalämpö ohitti tuolloin suoran sähkölämmityksen yleisimmin käytettynä lämmitysvaihtoehtona uusissa omakotitaloissa ja kesämökeissä. Maalämpö on yleistynyt erityisesti suurten kaupunkien ja taajamien läheisyydessä. (Tilastokeskus, 2016c.) Maalämpö voidaan tämän pohjalta määritellä Suomessa merkittäväksi sähkö- ja lämpöenergian paikallisesti hajautetuksi tuotantomuodoksi.

4.4.5 Kotitalouden mahdollinen ylijäämä sähkö

Maalämmön tavoin aurinkopaneelit voivat tuottaa osan kodin energiantarpeesta hajautetusti lähellä kulutuspaikkaa. Energiaviraston kyselyn pohjalta vuonna 2015 verkkoyhtiöt arvioivat aurinkovoiman kokonaistuotannoksi 7,9 MW. Vuonna 2016 vastaava asiantuntija-arvio oli 20 MW aurinkosähkön kokonaistuotannosta sisältäen hajautetun koti- ja kerrostalotuotannon sekä liiketoiminnallisen aurinkovoiman tuotannon⁹. Aurinkopaneelien suosio on näiden lukemin pohjalta ollut kasvussa. Tämän lisäksi sähköverkkoon kytkemättömien kohteiden, kuten kesämökkien, aurinkopaneelituotanto on tilastoimatonta, mutta merkittävää (Auvinen & Lovio & Jalas & Juntunen & Liuksala & Nissilä & Müller, 2016). Kuluttaja voi hajautetusti tuottaa sähköä hetkellisen tarpeensa yli, esimerkiksi kesäkuukausina kulutuksen ollessa matala ja aurinkopaneelien tuottaessa sähköä tehokkaasti. (Carvalho & Cooper, 2015; Kokko, 2014; Vingerhoets ym., 2016; Varonen & Myllymäki, 2017.)

⁹ Energiaviraston kysely vuonna 2015 sähköverkkoon liitetystä pientuotannosta. (Viitattu: 20.5.2017). <https://tinyurl.com/yvj2qyfs>

Ylituotannon osalta kuluttaja voi sopia ennakkoon oman sähkönmyyjänsä kanssa myyvän ylijäämäsähkön tälle verkon kautta. Sähkönmyyjä voi maksaa saamastaan ylijäämäsähköstä suoran korvauksen tai hyvittää sähköä asiakkaan myöhemmissä sähkölaskuissa. (Varonen & Myllymäki, 2017; Kokko, 2014.) Tällöin kuluttaja voi toimia osin prosumerina valitsemansa sähköyhtiön kanssa. Kokon (2014) mukaan tällainen ylijäämäsähkön myyminen voi tuottaa kuluttajalle toistaiseksi muutamia kymmeniä euroja vuodessa. Vaihtoehtona ylijäämäsähkön myymiselle on sen varastointi kotiakkuun (Carvalho & Cooper, 2015), mikä ei ole yleistynyt suomalaisissa kotitalouksissa (Kokko, 2014; Auvinen ym., 2016; Rouhiainen ym., 2013). Toistaiseksi aurinkopaneeliratkaisut ovat olleet kannattavimpia yritysten kiinteistöille ja julkisille kohteille kuten virastaloille. Omakotitalon aurinkopaneelien sähköntuotanto on toistaiseksi kannattavaa lähinnä omaan käyttöön pienitehoisilla paneeleilla. Toisaalta aurinkopaneelitekniikan jatkuva hinta-suorituskyky-suhteen parantuminen parantaa aurinkopaneelien kannattavuutta yksittäisille kotitalouksille. (Auvinen ym., 2016.)

Paikallisen tuotannon verotus

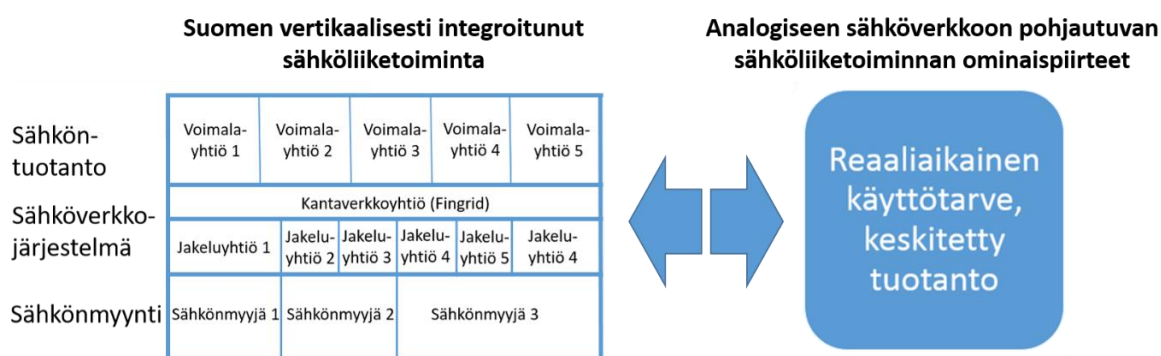
Kotitalouden omaan käyttöön tuotettu sähkö ja energia eivät ole veronalaista, mutta esimerkiksi sähkönmyyjälle tai naapurille myytävä ylituotanto on Lain verohallinnosta (2010/503, § 2) mukaan veronalaista. Verolaissa kotitalouden ylijäämäsähkön ei-liiketoiminnallinen myynti rinnastetaan yksityishenkilön tavarakauppaan (Varonen & Myllymäki, 2017). Ei-liiketoiminnalliseksi sähköntuotannoksi lasketaan alle 50 kilovoltiampeerin nimellistehoisella tuotantolaitteistolla omaan käyttöön harjoitettu energiantuotanto. Mikäli kuluttajan myy yli puolet hajautetulla kotituotannolla tuottamastaan sähköstä, hänet lasketaan liiketoiminnan harjoittajaksi ja tällöin häneen pätevät samat verotukselliset säännöt kuin muihinkin sähkönmyyjiin. Ylijäämäsähkön verotuksessa ei tehdä ennakkopidätystä, mikäli saaduista tuloista maksettava vero alittaa 170 euroa vuodessa. Tyypillinen ylituotantoa harjoittanut kotitalous voikin lähinnä joutua maksamaan myymästään sähköstä jäännösvero. (Varonen & Myllymäki, 2017.) Varosen ja Myllymäen (2017) vero-ohjeen tai lain (2010/503) pohjalta esimerkiksi kuluttaja-asiakkaiden prosumeristista sähkön vaihdantaa ei yksilöidä erikseen verotuksen alaisena tai verovapaana.

Kuluttajille myönnetään verovähennyksiä hajautettuun tuotantoon liittyen tuotantolaitteiden hankinta-, asennus- ja huoltokuluista. Vähennyksen tekemiseen vaikuttavat kuitenkin myydyn sähkön suhteellinen osuus tuotetusta sähköstä, laitteiston laskennalliset poistot ja huoltokulut. (Varonen & Myllymäki, 2017.)

4.5 Suomen vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan ominaispiirteet

Luvun 4 pohjalta sähköntuotannon rakenteellinen kehitys keskitetystä tuotannosta hajautetumpaan tuotantoon on johtanut Suomessa toimitusvarmuudeltaan heikentyneeseen sähkövoimajärjestelmään, joka edellyttää vahvaa tukeutumista tuontisähköön etenkin talvella. Vakiintunut analoginen sähkövoimajärjestelmä on kehittynyt *keskittyneen sähköntuotannon* jakeluun analogisessa jakeluverkostossa. Säariippuvainen tuulivoima ja paikallinen hajautettu tuotanto eivät riitä analogisessa sähköverkkojärjestelmässä tuulivoiman tuotannon lisäämisestä huolimatta kattamaan Suomen sähkönkysyntää etenkin vakaan perusvoiman tuottajana. (ks. Fingrid, 2016b; ENTSO-E, 2016; TEM; 2016; Carvallo & Cooper, 2015.)

Luvun 4 pohjalta hajautetut paikalliset energiantuotantoratkaisut, kuten maalämpö ja aurinkovoima, yleistyvät jatkuvasti, mutta toisaalta sähkön paikallinen varastointi kotitalouksissa ei ole yleistynyt samassa tahdissa. Perusvoimaan, säätövoimaan ja tehoreserviin pohjautuva analoginen sähkövoimajärjestelmä perustuu yhä sähkön *reaaliaikaiseen käyttötarpeeseen*: tuotanto- ja tuontikapasiteetin on jatkuvasti katettava koko sähkövoimajärjestelmän sen hetkinen sähköntarve. Tämän luvun mukaisesti hetkellinen sähkön alituotanto johtaa nykyisessä sähkövoimajärjestelmässä sähkökatkoksiin, kun taas hetkellisestä ylituotannosta mahdollisimman suuri osa pyritään myymään sähkönvientinä ulkomaille, jotta se ei jää vaikeasti allokoitavaksi häviösähköksi.



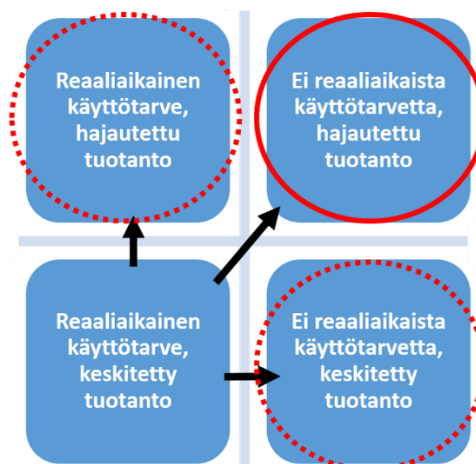
Kuvio 19. Suomen vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan ominaispiirteet

Kuvio 19 esittää luvun 4 pohjalta sähköliiketoiminnan ominaispiirteitä suhteessa Suomen nykyiseen vakiintuneeseen analogiseen sähkövoimajärjestelmään. Kuvion 19 nuolet havainnollistavat sitä, kuinka vertikaalisesti integroituneen sähköalan toimintalogiikka pohjautuu näihin ominaispiirteisiin, mutta toisaalta nämä ominaispiirteet ovat johdettavissa juuri tästä vertikaalisesti integroituneen analogisen sähkövoimajärjestelmän toimintalogiikasta.

5 ÄLYVERKKOTEKNOLOGIA

Tässä luvussa kuvataan älyverkkoa (*smart grid*) ja sen mahdollisia liiketoiminnallisia avauksia sähköliiketoimintaan. 2010-luvun puolivälissä älyverkot tarkoittivat vielä lähinnä sähköverkkvoja, jotka hyödyntävät tietotekniikkaa osin automatisoidusti. Älyverkon murrospotentiaali kasvaa jatkuvasti teknologian ja taloudellisesti kannattavien ratkaisujen kehittyessä. On oleellista huomata, että älyverkkoteknologia ei edellytä itse kaapeliverkoston korvaamista uudentlaisilla kaapeleilla, vaan muun muassa tekoälyn ja automaation lisäämistä sähköverkkoon ja siihen liittyvään laitteistoon. (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014, 185.)

Analogisessa sähkövoimajärjestelmässä sähkö liikkuu yksisuuntaisesti kuluttajalta tuottajalle ja tietoa sähköverkosta keräävät ja hyödyntävät lähinnä sähköalan toimijat omiin tarkoituksiinsa. Älyverkossa tietotekniikka mahdollistaa sekä sähkön että informaation kulkemisen automatisoidusti kaikkien älyverkkoon kuuluvien toimijoiden välillä monisuuntaisesti. Passiivisena vastaanottajana toiminut asiakas voi saada älykkään verkon kautta tietoa sähköstä ymmärrettävässä muodossa. (Bush, 2014; Carvallo & Cooper, 2015.) Älyverkot mahdollistavat dynaamisemman sähkönsiirron verkon kaikkiin suuntiin sekä sähkön että informaation osalta (Bush, 2014, 218; Carvallo & Cooper, 2015; Vingerhoets ym., 2016).



Kuvio 20. Älyverkon mahdollistamat sähköliiketoiminnan kehityspolut

Carvallon ja Cooperin (2015) sekä Bushin (2014) mukaan älyverkkoteknologia mahdollistaa reaaliaikaisesta käyttötarpeesta ja keskitetyn tuotannon tarpeesta poikkeamisen sähköliiketoiminnassa. Kuvio 20 hahmottelee tältä pohjalta älyverkkoteknologian mahdollistamia avauksia suhteessa kuvion 19 mukaisiin Suomen vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan ominaispiirteisiin. Tässä luvussa kuvataan erityisesti älyverkkoa sekä ei-reaaliaikaiseen käyttöön että hajautettuun tuotantoon pohjautuvan toimintalogiikan mahdollistajana sähköalalla kuvion 20 oikean yläkulman mukaisesti.

5.1 Älyverkkoteknologia kehittyvänä teknologiana

Älyverkkoteknologia on kehittyvää teknologiaa, joka on muun muassa kaupallistumassa yhä edullisemmiksi ja tehokkaammiksi ratkaisuksi sähköverkon, uusiutuvien energialähteiden sekä sähkön loppukäyttäjien näkökulmasta. Älyverkkoteknologia voi kehittyessään mahdollistaa kuluttajille monipuolisempia sähkөөn liittyviä valintoja kuin esimerkiksi sähkömyyjän kilpailuttaminen tai alkuperäsertifioidun sähkön ostaminen. Kehitteillä olevat älyverkkoratkaisut saattavat lähitulevaisuudessa mahdollistaa kuluttajille muun muassa sähkön varastoinnin, reaalisien tuotantotavan valinnan sekä prosumeristisen sähkönkäytön kuluttajayhteisöön kuulumisen. (Vingerhoets ym., 2016; Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014.)

5.1.1 Älyverkon sukupolvet

Cooper ja Carvallo (2015) erottelevat älyverkoille kolme eri sukupolvea, joiden kautta älyverkkoteknologiaa voidaan havainnollistaa kehitysvaiheittain kehittyvänä tietoteknisten ja teknisten ratkaisujen kokonaisuutena. Kehittyneempi sukupolvi sisältää myös aiempien sukupolvien alla kuvatut teknologiakokonaisuudet. Carvalloa ja Cooperia (2015) mukaillen älyverkon sukupolvet on eritelty kunkin sukupolven teknologioiden mukaisesti taulukkoon 3.

Älyverkon sukupolvi:	Mahdollistavat teknologiat/teknologian asteet:
Älyverkko 1.0	<ul style="list-style-type: none">• Hajautettu verkon ja voimaloiden datapohjainen kontrolli• Jakelun ja siirron automatisoitu seuranta, itsekorjautuvuus ja datan kerääminen• Kulutetun sähkön dynaaminen hinnoittelu älymittareilla• Automatisoitu kulutuksen ja tarjonnan tasapainottaminen
Älyverkko 2.0	<ul style="list-style-type: none">• Älyverkon optimointimoottori• Kotiakkuteknologia loppukäyttäjillä• Hajautettu energiantuotanto loppukäyttäjillä• Sähköautojen integrointi älyverkkoon
Älyverkko 3.0	<ul style="list-style-type: none">• Kuluttajien välinen prosumeristinen energianvaihto• Älyverkot muodostavat dynaamisen ja automatisoidun suuremman älyverkoston• Dynaaminen sähkönkäyttömahdollisuus sekä hinnoittelu paikasta ja kulutusajasta riippumatta (<i>Energy roaming</i>)

Taulukko 3. Älyverkkojen sukupolvet (mukaillen Carvalloa ja Cooperia, 2015, 7–8)

Yksi ensimmäisistä älyverkkoprojekteista toteutettiin 2003–2013 Austinissa, jonne luotiin tietoliikenneverkkoa ja hajautettua sähköntuotantoa tehokkaasti hyödyntävä älyverkkojärjestelmä. Austiniin luotu älyverkko hyödynsi muun muassa automatisoitua tuotannon- ja kulutuksen tasapainottamista, joka kykeni osittaiseen itsekorjautuvuuteen automaattisen vikojen havainnoimisen ja korjaamisen kautta. Austinin älyverkko on kuitenkin sukupolven 1.0 älyverkko, jossa tiedonsiirto- ja käsittely ei ole täysin automatisoitua, akkuteknologiaa ei hyödynnetä merkittävästi loppukuluttajien sähkön käyttöpaikoilla ja teknologia ylipäättään on kokeiluasteista. (Carvallo & Cooper, 2015.)

Älyverkot ovat vielä toistaiseksi suhteellisen paikallisia ja yksittäisten kaupunkien tai muiden toimijoiden ylläpitämiä kokeiluja. Austinin älyverkon kehittämistä edelleen kohti sukupolven 2.0 älyverkkoa jatkettiin Pecan Street -projektissa. Projektissa kyettiin määrittelemään taulukossa 3 kuvattujen, toistaiseksi kehitysasteella olevien, 2.0- ja 3.0-sukupolvien älyverkkojen edellyttämiä teknologiakokonaisuuksia ja niiden ominaisuuksia. (Carvallo & Cooper, 2015.) Paikallisten älyverkkojen määrä on kasvanut maailmalla Austinin projektin jälkeen. Esimerkiksi vuonna 2013 pelkästään Euroopassa oli 219 sukupolven 1.0 älyverkkoprojektia (Gangale & Mengoli & Onyeji, 2013). Suomessa kantaverkkoyhtiö Fingrid osallistuu älyverkkokokeiluihin, joita on osin toteutettu yhteistyössä yliopistojen kanssa (Fingrid, 2017h).

Tässä luvussa kuvataan sitä, miten älyverkkojen taulukossa 3 kuvatut teknologiat muodostavat toimivan älyverkon. Merkittävänä teknologioina käsitellään verkon itsekorjautuvuuteen liittyvää teknologiaa, optimointimoottoria, kotiakkuteknologiaa, hajautettua energiatuotantoa, mikroverkkoja ja niissä älyverkkoteknologian kautta mahdollistuvaa prosumerismia.

5.1.2 Poliittinen paine älyverkkoteknologian lisäämiseksi ja kehittämiseksi Suomessa

EU tukee älyverkkojen luomista ja kehittämistä. EU:n yleisenä tavoitteena on älyverkkoteknologian yleistyminen, aluksi muun muassa älymittaritekniikalla (Euroopan komission, 2017). Etäluettavien älymittareiden yleistymistä voidaan pitää Suomen sähköalan ensimmäisenä kehitysaskelena sukupolven 1.0 älyverkkoa kohti. Etäluettavat älymittarit ovat automatisoineet datan keräämisen, tilastoinnin ja samalla mahdollistaneet kuluttajadatan lähes reaaliaikaisen hyödyntämisen. Ennen älymittareita esimerkiksi sähkönmyynnin ja -siirron kulutukseen liitetty kilowattitunti-laskutus perustui tyypillisesti ennakoarvioon ja sähköasentajan asiakkaan kotona tekemään vuosittaiseen mittaukseen, jonka perusteella arvioon pohjautuvaa laskutusta korjattiin vastaamaan toteutunutta kulutusta. (Lehto, 2016.)

Sukupolven 1.0 älyverkkoteknologian yleistymisen on näin tuottanut automaatiota Suomessa. Useimmat valtiot ja hallinnolliset toimijat ovat Carvallon ja Cooperin (2015) mukaan ymmärtäneet älyverkkojen kehityspotentiaalin sähköalalle muun muassa sähköliiketoiminnan automaation osalta. Suomessa erilaisia älyverkkoteknologiaa ja siihen liittyviä ratkaisuja on pyritty kehittämään esimerkiksi Fingridin toimesta älyverkkokokeilujen ja datahubin kautta (ks. Fingrid 2017g; 2017h). Työ- ja Elinkeinoministeriö on puolestaan perustanut työryhmän selvittämään älyverkkojen mahdollisuuksia vastata sähköliiketoiminnan muutospaineisiin muun muassa vaihtelevan tuulivoimatuotannon tehokkaan integroimisen osalta (TEM, 2017). Älyverkkoteknologian kehitys on siis huomioitu sähköalan kehityksen osalta oleellisena tekijänä sekä viranomaistasolla että Suomen kantaverkkoyhtiön toiminnassa.

5.2 Älyverkon optimointimoottori ja tietotekniikka

5.2.1 Optimointimoottori ja itsekorjautuvuus älyverkossa

Älyverkko omaa tehostamispotentiaalia sähkönsiirron, tuotannon ja kulutuksen optimoinnin näkökulmasta (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014; Vingerhoets ym., 2016). Sukupolven 2.0 älyverkon yksi tärkeä teknologinen osa-alue on *älyverkon optimointimoottori*. Sillä tarkoitetaan tietotekniikan ja muun laitteiston yhdistelmää, joka hallinnoi tekoälyn avulla älyverkossa vaikuttavia sähkölaitteiden yhteistoimintaa muun muassa jännitteen ja sähköjakelun osalta. (Carvallo & Cooper, 2015, xxix.) Älyverkon tulee toimiakseen kyetä pitämään tuotantolaitokset ja sähkön käyttöpaikat siirtyvien jännitteiden ja sähkömäärien osalta tasapainossa verkon suurimmista voimaloista pienimpiin kulutuspaikkoihin. Analogisessa verkossa siirtoverkon suurjännitteet lasketaan tyypillisesti jakeluverkossa paikallisesti kodinkoneille sopivalle tasolle analogisilla muuntajilla. Liian korkeat jännitteet rikkoisivat suurimman osan tyypillisistä kuluttajien sähkölaitteista. (Bush, 2014; Vingerhoets ym., 2016; Carvallo & Cooper, 2015.)

Älyverkon optimointimoottori on yhdistelmä teknologioita tietotekniikasta sähkölaitteisiin, jotka toimivat jännitteen tasaajina sähköjakelun ja jännitteen optimoinniksi. Optimointimoottori mahdollistaa verkon automaattisen ja reaaliaikaisen hallinnan. Tämä tarkoittaa älyverkon mukautumista eri tilanteisiin reaaliajassa, mikä puolestaan johtaa sähköjakelun hintatehokkuuden, turvallisuuden ja luotettavuuden lisääntymiseen sekä parempaan uusiutuvan energiatuotannon hyödynnettävyyteen sään vaihdellessa. Koska merkittävä osa häviösähköstä syntyy juuri matalajännitteisessä jakelussa, laskennallisesti optimaalisten jakelujännitteiden käyttäminen parantaa sähkön hyödyntämistä. Reaaliaikainen jännitteen muokkaaminen läpi älyverkon vähentää siis häviösähköä. (Carvallo & Cooper, 2015, xxix.)

Jatkuva ja häiriötön sähkösaanti on nykyisen ja todennäköisesti tulevaisuuden sähköverkon tärkeimpiä mitattavia tavoitteita (Fingrid, 2017d; Bush, 2014; Carvallo & Cooper, 2015; Puolustusministeriö, 2009; IEEE, 2012). Carvallon ja Cooperin (2015) mukaan sähkön toimitusvarmuus IEEE:n (2012) mittausmääreillä SAIDilla, SAIFilla ja CAIDilla voidaan nostaa huomattavasti tyypillisiä analogisia siirto- ja jakeluverkkoja paremmaksi älyverkon itsekorjautuvuuden kautta. Itsekorjautuvuus tarkoittaa automatisoitua uudelleen organisoitumista vikatilanteissa sekä optimoinnin näkökulmasta uudelleen organisoitumista muun muassa älymittariston, tekoälyn ja verkkoon liitettyjen laitteiden avulla. Itsekorjautuvuudella ei tarkoiteta esimerkiksi katkenneiden kaapeleiden robotisoitua korjaamista, vaan älyverkon kykyä itseorganisoitua eli korjata tai muovata jakeluyhteys kiertämään automaattisesti havaittuja vikoja parantaen näin sähkösaanti koko älyverkossa. (Bush, 2014, 198–199; Carvallo & Cooper, 2015.)

Itsekorjautuvuus tarkoittaaakin Bushin (2014) mukaan kuin itsessään elävää ja sopeutuvaa järjestelmää, joka tekee automatisoituja päätöksiä käsittelemänsä jatkuvasti muuttuvan kulutus-, tuotanto-, hinta- ja sähkökatkostiетоjen pohjalta. Itsekorjautuvuus edellyttää optimointimoottorin tekoälyltä kykyä yhdistää tiedonhankinta ja -käsittely, fyysisten laitteiden välitön ohjailu ja älyverkon kokonaisuuden adaptiivinen hallinta. Itsekorjautuvuuden ja optimointimoottorin tarkoituksena on verkon jännitteen ja sähköenergiamäärien hallinnan lisäksi myös tunnistaa ja reagoida sekä tietoteknisiin häiriöihin että sähkökatkoksista johtuvia häiriöihin, oli niiden taustalla verkon sisäinen tai ulkoinen tekijä, kuten kaapelin katkeaminen kaatuneen puun johdosta. (Bush, 2014, 198–199, 219.)

5.2.2 Optimointimoottori ja itsekorjautuvuus tietoteknisenä kokonaisuutena

Seuraavaksi kuvataan tarkemmin optimointia ja itsekorjautuvuutta tukevan optimointimoottorin tietotekniikkaa. Carvallon & Cooperin (2015) kuvaama älyverkon optimointimoottori voidaan määritellä usean tietoliikenneteknologisen kokonaisuuden yhdistelmäksi, joka toimii älyverkon tekoälyn pohjana. Sen tärkeimmät osa-alueet Carvallon & Cooperin (2015) sekä Vingerhoetsin ym. (2016) mukaan ovat:

- Big Datan käsittely
- Pilvilaskenta
- Koneoppiminen (*Machine learning*)
- Inhimillistetty käyttäjärjestelmä (*Human-Computer interaction*)

Pilvilaskenta mahdollistaa Carvallon ja Cooperin (2015) mukaan kumuloituvan asiakastiedon ja monimuotoisen sähköverkon, sähkökulutuksen ja –tuotannon tiedoista syntyvän Big Datan käsittelyn. Pilvilaskennalla jatkuvasti kasvava datamäärä pystytään kokoamaan, kategorisoimaan ja hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti ja automatisoidusti tuotannon ja kysynnän tasapainottamiseksi, jakeluverkoston toimitusvarmuuden turvaamiseksi sekä tehokkaan sähkönkäytön takaamiseksi (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014). Big Datan käsittely ja hyödyntäminen nousee ensiarvoiseen rooliin älyverkon sukupolven 3.0 automatisoiduissa prosumeristisissa älyverkoissa, missä verkon on pystyttävä samanaikaisesti hallitsemaan kaikkien siihen kuuluvien ja liitettyjen laitteiden tasapainoista toimintaa ja taattava sähkönsaanti sekä jakautuminen verkon läpi kannattavalla tavalla (Carvallo & Cooper, 2015; Vingerhoets ym., 2016).

Big Datan käsittelystä ja soveltamisesta on hyötyä myös älyverkon koneoppimisen näkökulmasta. Koneoppiminen voi parantaa verkon itseohjautuvuutta ongelmatilanteissa ja vähentää tarvetta manuaaliseen valvontaan. (Bush, 2014, 361–362.) Koneoppimisella tarkoitetaan automaattista kokemuksenomaista oppimista ja ohjelmiston yleistyskykyä yksittäisten tilanteiden pohjalta. Ohjelmistolta tällainen oppiminen edellyttää kykyä eritellä tilanteiden triviaalit yksityiskohdat ja yleistää niistä opittavaa tietoa myöhempiin vastaaviin tilanteisiin. Tämä tarkoittaa sitä, että koneoppimisessa tekoäly ei opi vain suoriutumaan täsmälleen sen aiemmin tekemästä tehtävästä täydellisesti, vaan tekoäly oppii hyödyntämään koeasetelmassa opittuja toimintamalleja uudenslaisissakin tilanteissa ja se kykenee arvioimaan millaisesta tilanteesta opittua voi hyödyntää. Mitä älykkäämpi verkko on, sitä paremmin se osaa yleistää ja yhdistellä keräämäänsä dataa itsenäisesti. (Usuelli, 2014; Bush, 2014, 361–364.)

Verrattuna ihmisen oppimiseen koneoppimisen etuna on laaja tiedonkäsittelykapasiteetti ja kopioitavuus. Tietokone pystyy prosessoimaan ja vertailemaan Big Dataa pilvilaskennan avulla hyödyntäen sitä päätöksentekoon. Lisäksi toisetensa kanssa verkotetut koneet voivat oppia samanaikaisesti ja kaikki opittu tieto on nopeasti kopioitavissa uuteen laitteistoon. (Usuelli, 2014.) Koneoppimisen kautta verkosta ja kuluttajilta saatavan tiedon käsittely, jakaminen ja hyödyntäminen ovat siis huomattavasti tehokkaammalla tasolla kuin ne olisivat samoihin tehtäviin koulutetuilla ihmisillä. Verrattuna ihmisen vuosia kestävään yksilölliseen koulutukseen, koneopittu osaaminen voidaan kirjaimellisesti kopioida pilven kautta tekoälykokonaisuudelta tai koneelta toiselle lähes reaaliajassa (ks. Usuelli, 2014).

Älyverkko mahdollistaa analogista verkkoa paremman informaation tuotannon ja esittämisen sähkön kuluttajille. Älyverkon käsittelemän kuluttaja- ja verkkotiedon kautta kuluttajille voidaan tarjota reaaliaikaista dataa sekä mahdollisuutta hallita energiankulutusta automatisoidusti esimerkiksi sähkön hinnan tai tuotantotavan perusteella. (Carvallo & Cooper, 2015.) Älykkään järjestelmän on mahdollista esitellä ja eritellä sen käyttäjälle oleelliset tiedot ymmärrettävässä ja käsiteltävässä muodossa, jotta yksittäinen kuluttaja voi hyödyntää ja personoida kokemustaan (McKenzie, 2015). Tällainen inhimillistetty käyttöjärjestelmä älyverkkoteknologian kanssa mahdollistaa Carvallon & Cooperin (2015) mukaan esimerkiksi valvutuneiden kuluttajien tarpeiden täyttämiseen jatkuvan kulutustiedon saamisen osalta.

5.2.3 Älyverkon tietotekniset kehityshaasteet

Älyverkon tietotekninen automaatio ja optimointimoottorin toiminta edellyttävät useita asioita, joita on vaikea saavuttaa nykyisellä teknologialla (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014; Valocchi ym., 2010). Optimointimoottorin toiminnan ja verkon itsekorjautuvuuden mahdollistamiseksi älyverkon tiedonsiirron tulisi toimia kaiken tyyppisillä tietoverkkoyhteyksillä lähes reaaliajassa. Kaistanleveyden tulisi mahdollistaa datansiirtonopeus, jolla data liikkuisi hitaimmillaankin noin 20–100 millisekunnissa palvelimelle. Tällainen kaistanleveys on saavutettava, jotta häiriöhavainnot voitaisiin käsitellä ajoissa sekä automatisoitu resurssienjohto ja optimointi toimisivat verkossa välittömästi kulutettavaksi siirtyvän sähkön kanssa. Tämä edellyttää jatkuvaa ja turvattua viestintämahdollisuutta kaikkien älyverkkoon kuuluvien laitteiden välillä, joissa on tietoteknisiä komponentteja. (Carvallo & Cooper, 2015, 36–37, 115, 177–178.)

Tietotekniikan ja jatkuvan tietoliikenteen lisääminen sähköverkkoihin tuottaa sähköliiketoimintaan entistä suuremman tietoturvariskin. Jatkuvassa verkkoyhteydessä syntyy tarve monitasoiseen, sähkön tuotantolaitteesta kaikkiin sähköä kuluttaviin laitteisiin ulottuvaan, tietoturvaan. Mikäli jokin tietotekniikkaa sisältävä älyverkkoon liitetty laite ei ole tietoturvattu, se kasvattaa koko älyverkon häiriöiden tai häirintäyritysten riskiä. (Carvallo & Cooper, 2015, 115; Bush, 2014.) Tiedon tulisikin liikkua laitteelta laitteelle turvallisesti kryptattuna sekä tuotannon ja jakelun että loppukäyttäjän laitteiston välillä. Tällainen tietoturvallinen älyverkko edellyttäisi nykyteknologialta uudenlaisen turvallisen IP-verkon luontia, missä voitaisiin turvata älyverkon ja jokaisen siihen liitetyn laitteen toiminta tietoturvallisesti sekä samalla estää verkkoyhteydestä johtuvat häiriötilanteet. (Carvallon & Cooper, 2015, 115–116, 36–37.)

Vakiintuneella energia-alalla innovaatioiden ja yhteensopivuuden osalta on vallinnut pääasiassa sisäisen alustan toimintalogiikka. Standardisointia on tyypillisesti tehty kansallisella tasolla muun muassa verkon volttimäärän ja standardipistokemallin valinnan osalta. Varsinainen teknologinen kehitys on pääasiassa tapahtunut keskitetysti yksittäisten isojen organisaatioiden hallinnassa, näiden hyödyntäessä kattavaa patentointia ja pitäen innovoinnin oman organisaation sisäisenä tehtävänä. (Carvallo & Cooper, 2015, 22–23.) Bushin (2014) mukaan muun muassa siirto- ja jakeluverkon laitteiston osalta monet vakiintuneet toimijat ovat hyödyntäneet sisäisen alustan logiikkaa ja tehneet oman verkon muuntajista, mittareista ja kytkimistä vain omien tuotteidensa kanssa yhteensopivia.

Etenkin useiden eri älyverkkokokeilujen yhdistyessä suuremmaksi älyverkostoksi älyverkkoteknologian 3.0-sukupolvessa, älyverkkoteknologian tulisi olla yhteensopivaa ja standardoitua sekä fyysisiltä että tietoteknisiltä komponenteiltaan älyverkon toimivuuden takaamiseksi (Carvallo & Cooper, 2015, 36–37, 177–178; Bush, 2014). Ekosysteemin ja monisuuntaisen alustan logiikan mukaisesti älyverkkoteknologian yleistyminen edellyttää todennäköisesti komponenttien ja tietoteknisten ratkaisujen standardisointia sekä kilpailevien tekniikoiden yhteensopivuutta esimerkiksi jollakin monisuuntaisella alustalla. Tämän lisäksi eri älyverkkosten ja mahdollisten optimointimottojen ylläpitäjien on tehtävä yhteistyötä etenkin älyverkkosten muodostaessa dynaamisesti mukautuvia älyverkostoja sukupolven 3.0 älyverkkoteknologialla. (Carvallo & Cooper, 2015, 37; Bush, 2014; Vingerhoets ym, 2016.) Carvallon ja Cooperin (2015) sekä Bushin (2014) mukaan nämä haasteet ovat teknologisesti ja tietoteknisesti todennäköisesti väliaikaisia kehityshaasteita, jotka ratkeavat ylläpitävän innovoinnin ja tuotekehityksen panostuksien sekä älyverkkokokeilujen kumuloituessa.

5.3 Hajautettu energiantuotanto ja akkuteknologia

Vakiintuneen sähköliiketoiminnan tuotantoketjut ovat olleet valtioittain vertikaalisesti integroituneita ja toistensa kaltaisia osin siksi, että sähkö- ja lämpöenergialle ei ole toistaiseksi löytynyt toimivaa varastointiratkaisua polttoaineita lukuun ottamatta. Varastointimahdollisuuden puute on yksi syy siihen, että sähköverkkoliiketoiminnan tuotantoketju on valtioittain samalla tavalla vertikaalisesti integroitunut. (Carvallo & Cooper, 2015, 68; Vingerhoets ym., 2016.) Luvun 4 pohjalta tämä pätee myös Suomen sähköliiketoimintaan.

5.3.1 Sähköenergian varastointi

Toistaiseksi sähköenergian varastointiin on käytetty muun muassa polttoaineita, kuten öljyä tai ydinvoimassa käytettävää uraania, tai patovoimaloita, joissa vesi johdetaan kanavaa pitkin altaaseen, josta se valutetaan sähköä tarvittaessa generaattorin lävitse (Carvallo & Cooper, 2015). Uusiutuvat energiamuodot, kuten aurinko- ja tuulivoima, ovat sään ilmiöihin perustuvia tuotantomuotoja ja siksi vaikeasti hallittavia ja varastoitavia. Keskitetyn tuotannon korvaaminen tuuli- ja aurinkovoimalla, etenkin analogisen sähkövoimajärjestelmän toimintalogiikan säilyessä ennallaan, voisi johtaa hetkellisen sähköntuotantokapasiteetin vaihteluun ja siten sähkön toimitusvarmuuden heikkenemiseen. (Bush, 2014, 160; Carvallo & Cooper, 2015; Fingrid, 2016b.) Nämä tuotantomuodot soveltuvat kuitenkin sukupolvien 2.0 ja 3.0 älyverkoihin, joissa hyödynnetään hajautettua tuotantoa ja akkuteknologiaa sekä sähkö ja data liikkuvat verkossa automaattisesti monisuuntaisesti. (Carvallo & Cooper, 2015.)

Reaaliaikainen käyttötarve on luvun 4 mukaisesti johtanut siihen, että Suomen analogisen sähkövoimajärjestelmän yksi keskeisimmistä tehtävistä on taata tasapaino kysynnän ja tarjonnan välillä sähköverkon suurimmissakin ongelmatilanteissa ja kysyntäpiikeissä. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotantokapasiteetin, tuontienergian ja siirtoverkkojen on milloin tahansa riitettävä kattamaan suurin mahdollinen kysyntäpiikki. Analogisen sähkövoimajärjestelmän toimintakapasiteetti on siis mitoitettava huomattavasti keskimääräistä sähkökäyttöpäivän tarvetta suuremmaksi koko järjestelmän osalta. (Carvallo & Cooper, 2015, 68.)

Älyverkon yksi keskeisistä eroista analogiseen sähköverkkoon verrattuna on uusiutuvan energian varastoitavuuden mahdollistuminen kotiakuilla (Carvallo & Cooper, 2015, 68; Vingerhoets ym., 2016). Vuodesta 2015 erilaisia akkuteknologioita on ollut tarjolla kuluttaja-asiakkaiden, yritysten ja julkisten kiinteistöjen tarpeisiin (Carvallo & Cooper, 2015, 27). Kehittynyt akkuteknologia mahdollistaa myös uusiutuvilla energianlähteillä tuotetun sähkön hyödyntämisen polttoaineen tavoin esimerkiksi sähköautolla liikkumiseen sekä varavirran käyttämiseen sähkökatkoksen aikana tai sähkön markkinahinnan ollessa hetkellisesti poikkeuksellisen korkea. Kotiakkujen ja hajautetun tuotannon avulla on mahdollista vähentää edellä kuvattua koko sähkövoimajärjestelmän tarvetta ratkaista muun muassa kaikki verkon ongelmatilanteet tai kysyntäpiikit. Verrattuna tuontiin ja säätövoimaloiden ylläpitoon, esimerkiksi paikallisesti hajautettua tuotantoa ja kotiakkuihin varastoitua sähköä voitaisiin hyödyntää ongelmatilanteessa tarpeen mukaan ja dynaamisemmin. (Carvallo & Cooper, 2015, 206.)

5.3.2 Kotiakkuteknologia ja hajautettu energiantuotanto, Case Tesla Energy

Tesla Energy valmistaa kotitalouksiin, julkisiin ja yksityisiin kiinteistöihin sekä Tesla Motorsin sähköautoihin soveltuvia litiumioniakkuja. Tesla Energy kehitti vuonna 2015 kotikäyttöön suunnatun akun, joka soveltuu suoraan aurinkopaneelien kanssa yhdessä käytettäväksi. (Tesla, 2017a; EnergySage, 2017a; Carvallo & Cooper, 2015, 213–214.) Teslan tavoin esimerkiksi Mercedes-Benz on valmistaa sekä sähköautojen akkuja että kotiakkuja (Mercedes-Benz, 2017). Muita merkittäviä akku- ja aurinkopaneeliteknologian toimijoita ovat muun muassa LG, Solarmax, Sonnen, Aquion ja Adara Power¹⁰.

Tesla Energyn Powerwall 2.0 -akku lanseeraattiin kuluttajamarkkinoille lokakuussa 2016 (Tesla, 2017a; EnergySage, 2017a). Powerwall 2.0 tähtää hinnoittelullaan kuluttajamarkkinoille: akun hinta ilman asennuskustannuksia oli vuoden 2017 alussa 5500 Yhdysvaltain dollaria. Tämän lisäksi kuluttaja-asiakkaan maksettavaksi tulevat asennuskulut, jotka vaihtelevat 800–2000 dollarin välillä, sekä mahdolliset erilliset kulut asennettavista aurinkopaneeleista ja muista mahdollisesti vaadittavista kodin sähköjärjestelmien päivityksistä. (Tesla, 2017a.)

Powerwall 2.0 -akussa käytettävät 2170-sähköparit voidaan määritellä ylläpitäväksi radikaaliksi innovaatioksi, sillä ne kasvattivat akun ulossyötön jännitteen lähes kaksinkertaiseksi ja lisäsivät varastointikapasiteettia 50 % muihin kotiakkumalleihin verrattuna nostamatta Powerwall-akun valmistuskustannuksia ja myyntihintaa merkittävästi. Elon Muskin mukaan uuden sähköparin hinta-suorituskyky-suhde oli vuosina 2016–2017 paras maailmassa energiakapasiteetin ja hinnan näkökulmasta. (Morris, 2017; Lambert, 2016a; Spector, 2016.) Ulkoisen ja erikseen asennettavan muuntimen sijaan Powerwall 2.0 -akku sisältää sisäisen muuntimen, mikä parantaa akun käytettävyyttä ja siirrettävyyttä (Spector, 2016). Yksittäisen Powerwall 2.0 -akun kapasiteetti riittää varastoimaan noin 13,5 kWh sähköenergiaa kerrallaan. Energiaa voidaan tarvittaessa hyödyntää akusta jatkuvalla syötöllä kodin energiaksi noin 5 kWh jännitteellä tai yksittäisessä piikkiatilanteessa hetkellisesti 7 kWh jännitteellä. Akut ovat sarjoitettavia, joten kotitaloudet voivat hyödyntää useaa akkua esimerkiksi varautuessaan sähkökatkoksiin tai pyrkiessään irtautumaan sähköverkosta (*off-the-grid*) tuottaen energiansa itse. (Tesla, 2017a; EnergySage, 2017.)

¹⁰ EnergySage: Compare Energy Storage Product Manufacturer Reviews. (Viitattu: 15.5.2017).
https://www.energysage.com/supplier/search?selected_facets=services:brands&selected_facets=technology_type:s:Energy%20Storage#

Powerwall 2.0 kykenee toimimaan automatisoidusti Tesla Solarin aurinkopaneelien kanssa tai toimien varavirtalähteenä esimerkiksi sähkökatkoksen aikana (Tesla, 2017a; EnergySage, 2017). Tesla Energyyn kuuluva Tesla Solar julkaisi 2017 talon kattotiiliksi sopivat tehokkaat karaistusta lasista tehdyt aurinkokennot, jotka on pyritty tekemään hinnaltaan ja ulkonäöltään kilpailukykyisiksi kattotiilimarkkinoille. Tesla lupaa kattotiililleen ikuisen tai talon ikäisen kestävyystakuun sekä 30 vuoden sähkötehokkuus- ja säänkestotakuun. (Tesla, 2017d.)

Tesla Energyn Gigafactory-akkutehtaat hinta-suorituskyky-suhteen parantajina

Teslan toimitusjohtajan Elon Muskin mukaan tuotannon skaalaaminen ja massatuotannon etujen saavuttaminen ovat yksi tärkeimmistä osatekijöistä akkuteknologian läpilyönnissä, sillä asiakkaiden näkökulmasta akkuteknologian ja kotituotantolaitteiden hinta-suorituskyky-suhde ei toistaiseksi ole riittävällä tasolla (Tesla, 2017b; Morris, 2017). Uuden akkuteknologian lisäksi Teslan Gigafactory-akkutehtaat tulevat olemaan suuressa roolissa akun hinta-suorituskyky-suhteen osalta, sillä niiden tavoitteena on hyödyntää suurtuotannon alenevan rajahyödyn periaatteen mukaista skaalaushyötyä laskien yksittäisen akun valmistuskustannuksia ja sitä myötä akun kuluttajahintaa (Tesla, 2017b; Morris, 2017). Ensimmäisessä Gigafactory-tehtaassa rakennettujen sähköauto- ja kotiakkujen suurtuotannon tavoite on laskea akkujen yksikkökustannuksia vähintään 30 % tuotannon skaalaamisella ja keskittämällä (Tesla, 2017b).

Yhdysvaltain Nevadaan rakennetun ensimmäisen Gigafactory-tehtaan on määrä valmistaa akkuja tehtaan täydellä kapasiteetilla vuonna 2018, jolloin se tuottaisi vuositasolla enemmän litiumioniakkuja kuin maailmassa tuotettiin yhteensä vuonna 2013. Laskennallisesti tämä tarkoittaa vuositasolla akkutuotantoa 35 gigawattitunnin (*GWh*) eli 35 000 000 kilowattitunnin kapasiteetin edestä. (Tesla, 2017b.) Teslan Gigafactory-tehtaat tuottavat Teslan tarpeiden mukaan eri Tesla Energyn tuotteita. Gigafactory 1 tuottaa pääasiassa akkuja ja SolarCityn yhdistyttyä Tesla Energyyn SolarCityn New Yorkin aurinkovoimala nimettiin Gigafactory 2:ksi. Mahdolliset tulevat Gigafactory-tehtaat 3, 4, ja 5 julkaistaan myöhemmin vuosien 2017–2018 aikana. SolarCityn fuusioitumisen myötä Tesla Energy on nyt vertikaalisesti integroituneempi sekä hajautettua tuotantoa että akkuteknologiaa kehittävä yritys. SolarCityn lisäksi Tesla Energy osti yrityskaupassa saksalaisen Grohmann Engineeringin, jonka on määrä olla hyödyksi Tesla Motorsin autojen tuotannossa. (Tesla, 2017c; Gibbs, 2016.) Teslan Eurooppaan julistettavan Gigafactoryn onkin määrä tuottaa sekä sähköajoneuvoja että ajoneuvo- ja kotiakkuja (Gibbs, 2016; Lambert, 2016b).

Ensimmäisen Eurooppaan rakennettavan Gigafactory-tehtaan sijaintia ei ole vielä julkistettu, mutta useat valtiot ja kaupungit ovat kilpailleet tehtaan sijoituspaikasta (Galeon & Houser, 2017). Yksi Gigafactoryn sijoituspaikaksi pyrkivistä kaupungeista on Vaasa, joka perustelee valintaansa muun muassa energiaklusterillaan. Vaasan energiaklusteri koostuu paikallisista ja muualta muuttaneista energia-alan yrityksistä sekä Vaasassa tehtävästä energia-alan tutkimuksesta ja koulutuksesta. (Edelstein, 2016; EnergyVaasa, 2017; Leiwo, 2016.) Litiumioniakkuja valmistavan Gigafactoryn sijoittamista Vaasaan on perusteltu myös Kaustisen litium-esiintymän läheisellä sijainnilla (Edelstein, 2016; Leiwo, 2016).

5.3.3 Sähköautot suhteessa kotiakkuihin ja sähkön kokonaiskulutukseen

Teslan kehittyvä akkuteknologia on yksi esimerkki varastointiteknologiasta, joka voi luoda alustan hajautetulle energiantuotannolle sekä sen saumattomalle liittämiselle analogisiin jakeluverkkoihin tai älyverkostoihin (Carvallo & Cooper, 2015, 68–69, 117; Bush, 2014). Kotitalouksien ja kulkuneuvojen energiantuotannon, -kulutuksen ja -varastoinnin liittäminen samaan alustaan (yhteensopiva akku) voisi myös liittää sähköliiketoimintaa ja autoliiketoimintaa yhteen uudella tavalla alustatalouden logiikalla.

Sähköautojen yleistyminen on joka tapauksessa sekä sähkövoimajärjestelmän infrastruktuurin että sähkön kokonaiskulutuksen osalta oleellinen tekijä (TEM, 2016; Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014). Esimerkiksi vuonna 2015 sähköauton omistaminen kaksinkertaisti tyypillisen amerikkalaisperheen sähkönkulutuksen. Toisaalta sähköautollisen perheen polttoaineenkulutus voidaan arvioida vähäisemmäksi ainakin auton osalta. (Carvallo & Cooper, 2015, 64.)

Trafin (2017a; 2017b) tilastojen mukaan Suomen liikenteeseen oli 30.9.2017 rekisteröity 1289 sähköautoa ja 4593 verkkovirrasta ladattavaa hybridiautoa. TEM:n (2016, 33) tavoitteen mukaan Suomeen rekisteröidyistä autoista noin 250 000 tulisi olla ladattavaa hybridi- ja sähköautoa vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteen täyttymiseksi Suomen sähköautojen ja ladattavien hybridiautojen määrän tulisi siis kasvaa yli 42-kertaiseksi noin 13 vuodessa. Vaikka akkuteknologia ei muodostaisikaan alustaa kodin sähkönkäytön ja sähköautojen välille, tällainen sähköautojen lisäys tarkoittaisi merkittävää sähkön tuotanto- ja/tai tuontitarpeen kasvua Suomessa.

5.4 Mikroverkot ja prosumerismi älyverkossa

5.4.1 Mikroverkoista muodostuva dynaaminen älyverkosto

Yksi älyverkkoteknologian mahdollistamista ratkaisuista on valtakunnallisesti integroituneesta sähköverkosta irtaantuminen autonomiseksi toimijaksi niin sanottuna off-the-grid-ratkaisuna. Eroaminen sähköverkostoista ei ole tai tule olemaan useammille yksittäisille talouksille taikka paikallisille älyverkoille turvallisin ja kannattavin toimintatapa kehittyvällä älyverkkoteknologialla. (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014.) Alustatalouden näkökulmasta älyverkkoja voidaan kuvata yksittäisinä toimivina kokonaisuuksina, mikroverkkoina (*microgrid*). Mikroverkko on normaalisti liitettyinä kanta- ja jakeluverkkojen muodostamaan makroverkkoon (*macrogrid*), mutta se voi toimia tarvittaessa autonomisesti. (Carvallo & Cooper, 2015.)

Esimerkiksi hurrikaani Sandy iskettyä Yhdysvaltain itärannikolle, Marylandin, Princetonin ja Manhattanin mikroverkot pystyivät tuhoisasta myrskystä huolimatta jatkamaan sähkön toimittamista. Samalla analoginen makroverkko kärsi vaurioita maakaapeleita myöten, mikä johti pitkiin sähkökatkoksiin mikroverkkoihin kuulumattomien sähkön käyttöpaikkojen osalta. (Lacey, 2014; Carvallo & Cooper, 2015, 156–157.) Mikroverkkojen taustalla on ajatus siitä, että kansallisen tai globaalin yksittäisen verkkojärjestelmän sijaan älyverkkoteknologiaa on helpompi hyödyntää pienemmissä paikallisissa verkoissa (Bush, 2014, 172; Carvallo & Cooper, 2015). Hierarkia- ja työntekijäkulumien näkökulmasta onkin oleellista, että mikroverkkojen älyverkoston muutos- tai ongelmatilanteet voidaan ratkaista mikroverkostosta koostuvassa älyverkostossa automatisoidusti, ilman valvonta- ja huoltotöitä ja niihin liittyviä jatkuvia kustannuksia (Bush, 2014, 167,172).

Suuren analogisen verkkojärjestelmän sijaan dynaamisesti ja automatisoidusti muuttuvat paikalliset mikroverkot voivat olla älyverkkoteknologian myötä mahdollisia ja kannattavia ratkaisuja, sillä älyverkon optimointimoottori ja tekoäly korvaavat useita analogisen verkon kalliita, työläitä ja keskitetysti hoidettuja tehtäviä. Mikroverkot tekevät sähkösaannista turvatumpaa muun muassa itsekorjautuvuuden sekä reaaliaikaisen tai proaktiivisen vikoihin reagoimisen kautta. Mikroverkko voi yhdistellä itseään automatisoidusti toisiin mikroverkkoihin ehkäisten esimerkiksi sähkökatkoja. Optimointimoottori ja tekoäly voivat mahdollistaa automatisoidun ekosysteemimäisen eri tilanteisiin mukautumisen, jota ihmisten ei tarvitse erikseen valvoa. Tämä pätee niin yksittäisen mikroverkkoon kuin mikroverkoista muodostuvaan älyverkostoon. (Carvallo & Cooper, 2015, 156–157; Bush, 2014, 172.)

Koska mikroverkkoja voidaan rakentaa nykyisen analogisen makroverkon sisälle tai yhteyteen, kyseessä ei ole kertaluontoinen vaihto analogisesta sähkövoimajärjestelmästä mikroverkoista koostuvaan globaaliin rakenteeseen. Euroopassa tällaista kehitystä erilaisten älyverkkoprojektien osalta seurataan aktiivisesti. (ks. Vingerhoets ym., 2016.) Älyverkkojen yleistymisen voi siis tapahtua paikallisten älyverkkokokeilujen ja -järjestelmien kumuloituessa ja tuottaessa toimivia älyverkkoratkaisuja muualle kopiottavaksi. Näin lisääntyvät paikalliset mikroverkot voidaan kytkeä pitkän aikavälin kehityksen myötä analogisen kantaverkon sijaan toisiinsa kattavaksi älyverkostoksi, joka koostuu dynaamisesti paikallisiin tarpeisiin mukautuvista mikroverkoista. Dynaamisella mukautumisella tarkoitetaan tässä yhteydessä älyverkon potentiaalista tapaa muodostaa älyverkostoyhteyksiä ekosysteemimäisesti limittäin hetkellisen tarpeen mukaisesti. Dynaamisessa älyverkostossa yksittäisen mikroverkon ei täydy olla alueellisesti kiinteästi rajattu, vaan sähkönsiirto- ja tietoliikenneyhteyksiä voidaan muodostaa monisuuntaisesti mukautuvan tekoälyn pohjalta. (Vingerhoets ym., 2016; Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014.)

Carvallon ja Cooperin (2015) sekä Bushin (2014) mukaan voidaan sanoa, että vaikka älyverkkoja on jo käytössä erilaisissa muodoissa, niiden suurin murros on vielä edessä. On kuitenkin huomioitava, että tekoäly ja sen kehittäminen, optimointimoottorit ja itse fyysinen verkko prosumerien ja tuotantolaitosten välillä vaativat todennäköisesti älyverkoissakin ainakin aluksi jonkin tahon kehittäjäkseen ja muun muassa fyysisten osien ja rakenteiden osalta ylläpitäjäkseen (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014; Shandurkova ym., 2012). Automaatiosta huolimatta verkon ylläpitoon voidaan siis jatkossakin tarvita yksittäisiä toimijoita.

Bushin (2014, 200) mukaan holistinen ja globaali näkökulma sähköliiketoiminnan kehittämisessä, esimerkiksi internetin globaalien kehittämisen tavoin, olisi tärkeä saavuttaa muun muassa dynaamisen älyverkostorakenteen mahdollistamiseksi. Suuret vertikaalisesti integroituneet paikalliset järjestelmät voivat yhä hidastaa älyverkon kehitystä. Esimerkiksi jakeluverkkoyhtiöt voivat vastustaa älyverkkoteknologian soveltamista niiden hallinnoimiin verkkoihin. (Bush, 2014, 200; Carvallo & Cooper, 2015.) Monisuuntaisen alustan logiikalla toimivat uudenlaiset sähköliiketoiminnan toimijat voivat kuitenkin jatkuvasti kehittyvällä teknologialla haastaa vakiintuneita vertikaalisesti integroituneita rakenteita luoden yhdisteltäviä alustoja ja jakamalla riskiä joukkoistamisen kautta start-upeille ja ulkoisille toimijoille (Carvallo & Cooper, 2015, 165–167).

5.4.2 Mikroverkon saareutuminen

Mikroverkon eroaminen makroverkosta tai muista mikroverkoista ei ole toistaiseksi ongelmaton prosessi. Yksittäisen mikroverkon irtaantumista makro- ja muista mikroverkoista joko tahattomasti tai tarkoituksellisesti kutsutaan saareutumiseksi. Saareutuessaan mikroverkko kykenee toimimaan autonomisesti tuotannon ja kulutuksen osalta sen sisäisten resurssien avulla. (Carvallo & Cooper, 2015, 180–181; Bush, 2014, 430–433.)

Saareutumisen suurin tekninen kehityshaaste on liittyminen takaisin makro- tai mikroverkostoon. Tällöin vaihtovirran aallonpituuden, jännitteen ja energiakuormituksen tulee olla täydellisesti synkronoituja liittyvien verkkojen välillä. Tällainen synkronisointi on teknisesti hyvin vaikeaa sähkön fysikaalisista ominaisuuksista johtuen. (Bush, 2014, 124–125.) Synkronisaation ongelma on havaittavissa myös, kun verkkoon kytketään uusia tuotantolaitoksia tai uusia sähkökäyttöpisteitä. Tekoäly tai verkkoa valvova henkilö eivät välttämättä huomaa tahattomasti tapahtunutta saareutumista, mikäli saareutunut mikroverkko tai kotitalous toimii sähköntuotannon ja -kulutuksen osalta autonomisesti. Sähkökäyttäjäkään ei välttämättä huomaa saareutumista, sillä sähkökäyttö voi jatkua käyttäjän näkökulmasta normaalisti. (Carvallo & Cooper, 2015, 180–181; Bush, 2014, 430–433.) Tahattoman saareutumisen ongelma voidaan siis usein huomata esimerkiksi vasta kun saareutunut mikroverkko tai kotitalous ei enää kykene toimimaan autonomisesti, mistä seuraa sähkökatkos.

Verkkojen liittyminen ilman synkronisointia voi rikkoa liittyviin verkkoihin kytkettyjä sähkölaitteita, etenkin mikäli sähkölaitteet eivät kykene itsenäisesti tasaamaan nopeasti vaihtuvia jänniteitä. Saareutumisen synkronisoinnin automatisointi helpottaisi älyverkkojen dynaamista muovattavuutta, tekisi uusiutuvien energialähteiden hajautetusta tuotannosta tehokkaampaa ja kannattavampaa sekä parantaisi mikroverkkojen ja yksittäisten kuluttaja-asiakkaiden sähkökäytön kustomointimahdollisuuksia. (Carvallo & Cooper, 2015, 180–181; Bush, 2014, 430–433.) Ongelmaan on kehitteillä ratkaisuja, kuten synkronisointimittarit (*syncrophasors*), jotka synkronisoivat sähkönjakelua mittaamalla jaettavan sähkön fysikaalisia ominaisuuksia ja synkronoimalla nämä fysikaaliset ominaisuudet saareutuneen kohteen ja verkon välillä. Optimointimoottorien teknologiaan verrattuna tämä teknologia toimii yli 100 kertaa nopeammin, sillä se havainnoi sähkön fysikaalisia ominaisuuksia verkon sisäisillä lähes valonnopeudella mittauksia tekevillä antureilla. Synkronisointimittarit kykenevät keräämään dataa ennen kuin sitä voidaan mitata etäluettavalla älymittarilla. (Bush, 2014, 430–432; Smartgrid.gov, 2017.)

5.4.3 Älykodit ja prosumerismi älyverkossa

Vingerhoetsin ym. (2016) sekä Carvallon ja Cooper (2015) mukaan mikroverkkojen älykkyyden kehittyessä myös yksittäisten kotitalouksien, kerrostalojen ja muiden kiinteistöjen sähkönkulutus ja -tuotanto kehittyvät yhä älykkäämmiksi. Niin sanotuissa älykodeissa hyödynnetään tekoälyä ja optimointia yksittäisten kotitalouksien tasolla. Sukupolven 3.0 älyverkossa tekoäly voi kuluttajan valintojen mukaisesti jakaa automatisoidusti esimerkiksi aurinkopaneeleilla tuotettua sähköä eteenpäin verkkoon hinnan ollessa kannattava ylijäämänsähkön myymiseen sen varastoimisen sijaan. (Carvallo & Cooper, 2015, 198–200; Vingerhoets ym., 2016.) Samoin esimerkiksi kerrostalon akkusarjana säilöttyä sähköä olisi mahdollista myydä joustavasti mikroverkon sisällä hintatilanteen ollessa siihen suopea. On myös mahdollista, että energian jakaminen paikallisesti yhteisön kesken omavaraisesti ilman varsinaista sähkönmyynti- ja kulutushintaa voi tehdä prosumerismista useita sähkönkuluttajia ja heidän yhteisöjään houkuttelevan vaihtoehdon uudella yhteisyyden asiakaslupauksella. (Vingerhoets ym., 2016, 45; Carvallo & Cooper, 2015.)

Älykodeissa satunnaisesti sähköä kuluttavien kodinkoneiden, kuten pyykinpesukoneiden, käynnistyminen ja toiminta voidaan automatisoida vuorokaudenajoille, jolloin sähkön markkinahinta on suhteellisen matala (Carvallo & Cooper, 2015, 200–202). Kodinkoneiden kulutuksen automatisointi tällä tavoin on tuottanut kuluttajille nykyisissä kokeiluissa 5–20 % kustannussäästöjä kodinkoneiden sähkönkulutuksen osalta verrattuna niiden tyypilliseen sähkönkäyttöön (Vingerhoets ym., 2016, 45–55). Suurten kulutuserien, kuten sähköauton lataamisen, osalta automatisoituun sähkön ajoittaiseen hintatietoon perustuva sähkönkäyttö tasoittaa mikroverkkojen ja makroverkonkin kulutusta ja tarjontaa. Toistaiseksi energian prosumeristinen vaihdanta tarvisi toimiakseen yhä joustavampaa älyverkon synkronisointia käyttöpaikkojen välillä, minkä myötä sähkön monisuuntainen siirtäminen olisi kuluttajalle vaivatonta ja automatisoitua. (Vingerhoets ym., 2016, 45–55; Carvallo & Cooper, 2015.)

Voidaan todeta, että mitä paremmin älyverkko ja älykoti kykenevät hyödyntämään monisuuntaista sähkö- ja tietoliikenneverkkoa, sitä tehokkaammin hajautettua sähköntuotantoa voidaan hyödyntää. Esimerkiksi paikallisella tasolla asetettujen raja-arvojen pohjalta voidaan tasapainottaa sekä sähkön riittävyttä että kuluttajahintaa. Samalla häviösähköä ei muodostu matalista jännitteistä huolimatta yhtä paljon kuin analogisessa verkossa, sillä sähkönjakelu ja varastointi muun muassa paikallisen tuotannon ja prosumerien välillä tapahtuu tehostetusti pienillä etäisyyksillä. (Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014; Vingerhoets ym., 2016.)

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Yhteenveto Suomen sähköliiketoiminnan muutospainesta

Perehtyminen Suomen sähköliiketoimintaan osoitti alan nykyisen toimintalogiikan mukaisen liiketoiminnan olevan rakenteellisten muutospainesten alla. Paineita kohdistuu samanaikaisesti jokaiseen sähköliiketoiminnan vertikaalisesti integroituneen tuotantoketjun vaiheeseen.

Sähkön siirto

Sähkömarkkinalaissa (2013/588) säädetyt sähkön toimitusvarmuuden parantamiseen liittyvät maakaapelointivelvoitteet tarkoittavat jakeluverkkoyhtiöille pakollisia investointeja vuoteen 2029 saakka. Investoiminen jakeluverkkoon on sallittava ja perusteltu syy loppuasiakkaalta perittävän sähkön siirtohinnan korottamiseen (Energiavirasto, 2017g). Tästä johtuen pakko-investoinnit johtavat todennäköisesti siihen, että jakeluverkkoyhtiöt nostavat kuluttajilta perittäviä siirtohintoja monopolistisen ansainta- ja toimintalogiikkansa mukaisesti. Tutkielman aineiston pohjalta kuluttajien jo ennalta korkeina pitämien siirtohintojen korotukset kasvattavat todennäköisesti kuluttajien tyytymättömyyttä monopolistisiin jakeluverkkoyhtiöihin.

Sähköntuotanto

Kansallisen energia- ja ilmastostrategian (TEM, 2016) mukaan Suomi pyrkii sähköntuotannon omavaraisuuteen, sähkön toimitusvarmuuden kasvattamiseen sekä uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseen sähkön kokonaistuotannosta. Uusiutuvan energian tuotanto-osuuden kasvattaminen tarkoittaa siirtymistä keskitetystä tuotantorakenteesta hajautetumpaan ja säästä riippuvaisempaan tuuli- ja aurinkovoimatuotantoon (ks. Fingrid, 2016b; TEM, 2016).

Aineiston pohjalta syöttötariffijärjestelmä on tehnyt etenkin tuulivoimatuotannosta Suomen sähkömarkkinoita vääristävää tukipohjaista liiketoimintaa. Tuulivoimalat voivat saamansa tariffituen laskentatavan vuoksi toimia kannattavasti sähkön markkinahinnasta riippumatta, mikä on painanut sähkön markkinahintaa ja keskitettyjen tuotantomuotojen katteita alaspäin. Muuta kuin tariffituetun tuotantoa käytetään tuuli ja -aurinkovoiman säätösähköinä, mikä heikentää ei-tariffituetun kilpailukykyä ennestään (Fingrid, 2016b; Energiateollisuus, 2017i). Näistä syistä johtuen ei-tariffituetun sähkön tuotanto ja voimalarakentaminen on vähentynyt liiketoiminnallisesti kannattamattomana. Tuulivoimatuotannon osuuden kasvu suhteessa kokonaistuotantoon johtuu siis osin kokonaistuotannon vähenemisestä. Supistunutta tuotantoa on aineiston mukaan korvattu pääasiassa tuontisähköllä. Kokonaistuotannon osuuksien vertailu valtion sähköntuotantorakenteen kehityksen havainnollistamiseksi onkin tilastollisesti vääristävä mittari, sillä se ei huomioi tuontisähkön kasvavaa osuutta kulutetusta sähköstä.

Edellä mainituilla perusteilla uusiutuvan energian kokonaistuotannon osuuden kasvattaminen tariffituen avulla sekä toimitusvarmuuden ja omavaraisuuden parantaminen ovat sähköliiketoiminnan nykyisellä toimintalogiikalla ristiriitaisia tavoitteita. Hajautettu ja analoginen sähkövoimajärjestelmä on aineiston perusteella omavaraisuuden ja toimitusvarmuuden näkökulmista nykyistä järjestelmää heikompi. TEM:n (2016) ilmasto- ja energiastrategian tavoitteita ei siis voida saavuttaa yhdenaikaisesti sähköalan nykyisellä toimintalogiikalla.

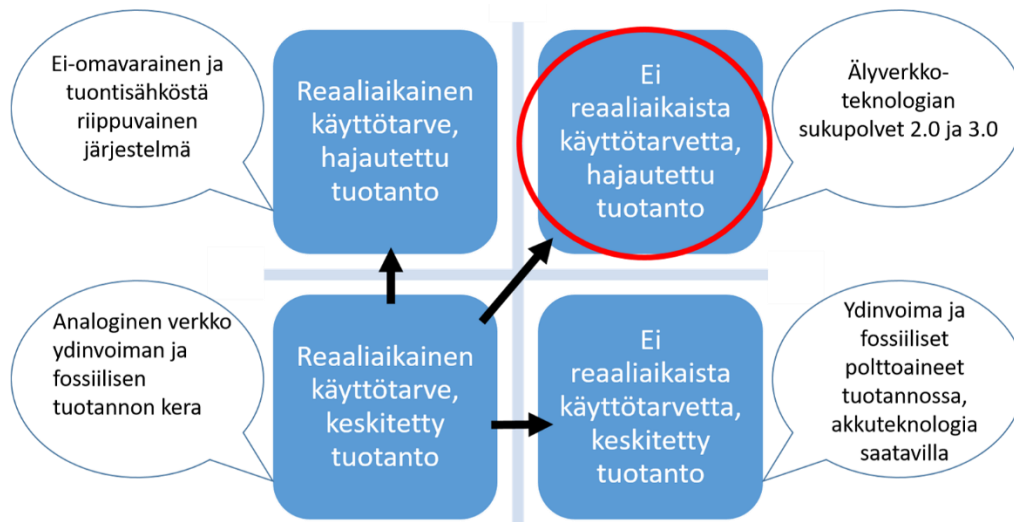
Sähköalan kehitys muissa Nord Pooliin kuuluvissa maissa on Hokkasen ja Ollikan (2015), Eurostatin (2017) ja TEM:n (2016) mukaan samankaltaisessa rakennemuutoksessa, joten uusiutuvan energian ostaminen sähköpörssistä ei ole pitkällä aikavälillä taattu keino alituotannon kattamiseen. Venäjä on aineiston perusteella tällä hetkellä ja todennäköisesti myös tulevaisuudessa varmin tuontisähkön myyjä. Venäjältä tuotava sähkö on ydinvoiman ohella fossiilisiin tuotantomuotoihin pohjautuvaa. Vaikka sähköntuonti Venäjältä ei näy tilastollisesti Suomen fossiilisena tuotantona, fossiilisesti tuotetun sähkön ympäristövaikutukset ilmaston lämpenemisen osalta ovat samat sähköntuotantopaikan sijainnista huolimatta (ks. Carvallo & Cooper, 2015). Tästä johtuen lakkautetun fossiilisen tuotannon korvaaminen Venäjältä tuotavalla fossiilisella energialla on ympäristötavoitteiden osalta kyseenalaista.

Sähkönmyynti

Sähkönmyyjän ja -myyntisopimustyyppin valinta on toistaiseksi kuluttaja-asiakkaan näkökulmasta ainoa verkkovirtasähkön osatekijä, jonka asiakas voi valita ja kilpailuttaa (Energiavirasto, 2017a). Kuluttaja voi valita ostavansa alkuperätakuu-markkinoilla tietyllä tuotantomuodolla tuoteuksi sertifioitua sähköä. Laskennallisena järjestelmänä sertifikaattijärjestelmä ei takaa loppukäyttäjälle hänen reaalisesti kuluttamansa sähkön olevan sertifioidulla tuotantomuodolla tuotettua. Muun muassa tästä valveutuneille kuluttajille myytävän sertifioidun sähkön asiakaslupaus ei ole sama kuin esimerkiksi omavaraisen aurinkovoimatuotannon asiakaslupaus, sillä omilla aurinkopaneeleilla tuotettu ja kulutettu energia on varmasti uusiutuvaa. Aineiston pohjalta asiakkaan valittavissa olevat asiakashyödyt vakiintuneella sähköalalla rajoittuvat siis vähittäisen hintaedun, sopimuksen sitovuuden, paikallisuuden, hinnoittelutariffin, uusiutuvan tuotannon tukemisen ja/tai ympäristöystävällisen sähkönkäytön mielikuvan valintoihin.

6.2 Suomen sähköliiketoiminnan mahdolliset kehityspolut

Älyverkkoteknologia ja Suomen sähköliiketoiminnan kasvavat muutospaineet voidaan suhteuttaa keskenään nykyisen murrospotentiaalini havaitsemiseksi. Kuviossa 21 on täydennetty kuviota 20 (ks. sivu 93) aineiston löydösten pohjalta.



Kuvio 21. Sähköliiketoiminnan kehityspolut aineiston pohjalta

Koostetun aineiston pohjalta nykyinen energiapolitiikka ohjaa Suomen sähköliiketoimintaa pois kuvion 21 nykyisestä *vaseмman alakulman* tilanteesta. *Oikea alakulma* puolestaan kuvaa tilannetta, jossa tuotanto on keskitettyä ja nykyjärjestelmän reaaliaikainen käyttötarve on poistettu esimerkiksi käyttökohteissa yleistyneellä akkuteknologialla. Tämä tilanne voidaan todeta energiapolitiittisen paineen vuoksi epätodennäköiseksi. Kotiakku ilman paikallista hajautettua tuotantoa olisi analogisessa verkossa toimivalle loppuasiakkaalle energia-tehokkuuden kannalta lähinnä varavirtalähde sähkökatkokkien varalle. Älyverkossa akun pääasiallinen tarkoitus on nimenomaisesti epätasaisen paikallisen hajautetun tuotannon tasapainottaminen suhteessa kulutukseen (ks. Carvallo & Cooper, 2015). Keskitetyn tuotannon kanssa akun hyöty jää näin tyypilliselle sähkönkuluttajalle vähäisemmäksi kuin hajautetun tuotannon tilanteessa. Tämä voidaan arvioida osatekijäksi sille, että toistaiseksi kotiakkuja on pidetty energia-alan rakennetta uhkaamattomina keksintöinä; hajautetun tuotannon yleistyessä kotiakuteknologialla voi olla murros potentiaalia radikaalin innovaation tavoin kyseiseen tilanteeseen paremmin soveltuvammalla asiakaslupauksellaan.

Kuvion 21 *vaseмman yläkulman* ruutu kuvaa tilannetta, johon TEM:n (2016) energiapolitiikka ohjaa nykyistä sähkövoimajärjestelmää. Fingridin (2016b), Carvallon ja Cooperin (2015), Bushin (2014) sekä ENTSO-E:n (2016) mukaan tällainen analogisen sähköverkon ja hajautetun tuotannon ratkaisu on nykyisillä hajautetun tuotantomuotojen teknologialla säästä riippuvainen, tuontisähkөөn tukeutumista vaativa, häiriöaltis sekä lähes mahdoton tasapainottaa tuotannon ja kulutuksen osalta. Myös TEM (2016) tunnustaa nämä haasteet. Vasemman yläkulman ruutu kuvaa tilannetta, johon Suomi on tällä hetkellä ajautumassa, ellei sähköalalla tapahdu toimintalogiikan muutosta, kuten älyverkkoteknologian horisontaalista murrosta.

Kuvion 21 *Oikea yläkulma* puolestaan kuvaa älyverkkoteknologiaa hyödyntävän tilanteen, jossa hajautettua tuotantoa hyödynnetään muun älyverkon sukupolvien 2.0 ja 3.0 teknologian ohessa. Älyverkkoteknologian yleistyessä Suomen sähköntuotanto voisi kehittyä vähitellen kohti aineistossa kuvattua dynaamista älyverkkojärjestelmää, jossa hajautetusti tuotettu sähkö kyetään hyödyntämään tehokkaasti heti tai myöhemmin varastoinnin avulla.

Älyverkoissa ja niiden muodostamissa suuremmissa verkostoissa paikallisesti tuotettu hajautettu energia voitaisiin käyttää tehokkaasti lähellä tuotantopaikkaa vähäisellä tai lähes olemattomalla häviösähköllä. Dynaamisesti mukautuvan ja itsekorjautuvan älyverkoston toiminta- ja toimitusvarmuus ovat aineiston pohjalta ylivoimaisia verrattuna nykyiseen Suomen sähkövoimajärjestelmään. Kotiakut ja itsekorjautuvuus mahdollistavat kuluttaja-asiakkaan näkökulmasta katkeamattoman ja automatisoidun sähkönkulutuksen uusiutuvalla energialla.

Aineiston pohjalta ei voida arvioida kuinka laajasti älyverkkoteknologia riittää kattamaan tulevaisuuden kasvavan energiatarpeen, muun muassa sähköautojen yleistyessä, tai ratkaiseeko se kaikkia Suomen sähköalan havaittuja rakenteellisia kehityshaasteita. Tämän tutkielman pohjalta voidaan kuitenkin arvioida, että älyverkkoteknologian yleistyminen on Suomen sähköalan tulevaisuuden kehityksen kannalta tarpeen, jotta muutospaineesiin voidaan vastata mahdollisimman toimivilla ratkaisuilla edes joiltakin osin.

6.3 Älyverkkoteknologian mahdollistama horisontaalinen murros

Suomen vertikaalisesti integroituneen sähköliiketoiminnan muutospainet luovat älyverkkoteknologisten ratkaisujen yleistyessä teoreettisen viitekehyksen mukaisen potentiaalisen tilanteen horisontaaliselle murrokselle. Murros voi käynnistyä teoreettisen viitekehyksen mukaisesti asiakkaiden ja alan asiantuntijoiden menettäessä uskoaan nykyiseen sähkövoimajärjestelmään. Asiantuntijat älyverkkoyhtiön osalta ovat havainneet sähköalan muutospainet (ks. Fingrid, 2016b; Vingerhoets ym., 2016). Älyverkon sukupolven 1.0 piirteitä on aineiston perusteella saavutettu Suomessa muun muassa älymittareiden yleistymisen, dynaamisen hinnoittelun (tuntitariffi) sekä Datahub-kokeilun myötä.

Aineiston pohjalta voidaan arvioida, että älyverkkoteknologiaan liittyvät teknologiat yleistyvät lähitulevaisuudessa muun muassa kotiakkujen ja hajautetun tuotannon osalta. Älyverkkoteknologian yleistyminen tapahtuu todennäköisesti kuluttajien yhä kuuluessa nykyiseen sähkövoimajärjestelmään. Aineiston perusteella Suomen vakiintuneen sähköalan ja analogisen sähköverkon hintakilpailukyky sekä sähkön toimitusvarmuus heikkenevät verrattuna älyverkon yhä kehittyviin vaihtoehtoihin.

Kotiakkujen yleistymisen nopeutta ei voida ennustaa aineiston pohjalta, mutta verkostovaikutuksen tavoin älyverkkoteknologian lisääntyminen pitkällä aikavälillä voi johtaa ensimmäisten varsinaisten mikroverkkojen syntymiseen. Samanaikaisesti erilaiset EU-tuetut ja itsenäiset älyverkkokokeilut sekä esimerkiksi Vaasan energiaklusteri voivat edistää optimointimoottorin ja älyverkon tietoteknistä kehitystä.

Älyverkkoteknologian osalta on huomattava, että teknologian kehitys ei rajaudu Suomen sisäiseksi. Tällä hetkellä älyverkkoihin liittyvä energiateknologian kehitys voidaankin todeta globaalisti ekosysteemiseksi kehitykseksi, jossa ei ole ohjaavaa alustayritystä (ks. Carvallo & Cooper, 2015). Aineiston perusteella mikroverkostoista koostuvien energiaekosysteemien ei ole välttämätöntä rajautua valtiollisiin kokonaisuuksiin, kuten Suomen ja Ruotsin sähkövoimajärjestelmiin. Toisaalta lainsäädännölliset, poliittiset, verotukselliset ja teknologiset tekijät voivat estää mikroverkkojen muodostumisen valtiorajoja ylittäviksi ainakin toistaiseksi.

Kotiakku monisuuntaisena alustana

Aineiston pohjalta kotiakulla on potentiaalia kehittyä monisuuntaiseksi alustaksi. Energia-alan ulkoiset toimijat ja start-upit voisivat kehittää lukuisia akun alustaan liitettäviä teknologioita, mikäli akku tukisi kaikenlaista siihen yhdistettävää teknologiaa etenkin hajautetun tuotannon sekä sähkölaitteiden osalta. Akkuun liitettäviä uudenlaisia teknologioita voi näin kehittyä ulkoisten toimijoiden lukuisista kokeiluista. Tällöin kotiakun alustalle voitaisiin kehittää tuotteita joukkoistamisen periaatteella ja kotiakku voisi monisuuntaisena alustana tarjota kuluttajille erilaisia asiakaslupauksia kaikkien arvontuotantolähtöisten strategioiden näkökulmista.

Akkuteknologian ja hajautetun tuotannon yhdistelmä liitetään lähdekirjallisuudessa pääasiassa omakotitalouksien sähkönkäyttöön (ks. Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014; Vingerhoets ym., 2016). Akkuteknologian ei kuitenkaan tarvitse rajautua omakotitaloihin, vaan sitä voidaan hyödyntää toimivasti myös rivi- ja kerrostaloasuntoissa, liiketiloissa ja muissa sähkön käyttöpaikoissa. Mikroverkkoja voi aineiston perusteella muodostua dynaamisessa älyverkostossa sekä taajamiin että haja-asutulle seudulle, mikäli jokin taho tai kehittynyt ja koneoppiva tekoäly ylläpitää optimointimoottoria ja muita älyverkon toiminnan edellytyksiä.

Toistaiseksi Suomessa toimivia ja merkittäviä hajautettuja tuotantomuotoja ovat aineiston mukaan maalämpö ja aurinkovoima. Aineiston pohjalta sukupolvien 2.0 tai 3.0 älyverkkoasteen saavuttamiseksi kotiakkujen tulisi yleistyä, jotta verkostovaikutuksen kautta paikallinen tuotanto ja sähkön varastointi voisivat tuottaa sähköalan toimintalogiikkaan horisontaalisen murroksen.

Sähköalan regulaatio suhteessa älyverkon horisontaaliseen murrokseen

Toistaiseksi ja lähitulevaisuudessa yhtenä sähköliiketoiminnan keskeisenä alustana toimii jonkinlainen sähköverkko, pois lukien off-the-grid-ratkaisut. Tämä johtuu muun muassa sähkön fyysikaalisista ominaisuuksista fyysisen siirtokanavan vaativana resurssina. (ks. Bush, 2014.) Sähköverkkoa on tyypillisesti pidetty sisäisenä ja monopolimaisena alustana, minkä vuoksi sähköjakelua on säännelty (ks. Sähkömarkkinalaki, 2013/588). Aineiston pohjalta verkon infrastruktuurin hallinta voi jatkossakin mahdollistaa yksittäisille yrityksille merkittävää monopoli- tai ohjailuvaltaa. Tämä voi hidastaa älyverkkoteknologian kehitystä. Esimerkiksi älyverkkojen dynaaminen liitettävyyden voi jäädä rajalliseksi, mikäli verkonhaltijat pystyvät ja pyrkivät hyödyntämään pelkästään sisäisen alustan ja paikallisen monopolin logiikkaa.

Nykyinen regulaatio sähköliiketoiminnassa on painottunut estämään monopolisoitumista ja vertikaalisen integraation hyödyntämistä verkonhaltijan näkökulmasta (Kopsakangas-Savolainen, 2002; Sähkömarkkinalaki, 2013/588). Älyverkkoteknologian yleistymisen ja täyden potentiaalin saavuttamiseksi saatetaan tarvita uutta lainsäädäntöä esimerkiksi rajoittamaan älyverkkojen dynaamisen yhdistelyn estämistä toisen verkon toiminnan haittaamiseksi. Prosumerismin edistämisen osalta verotukseen voidaan tarvita muutoksia, sillä kuvattu Suomen nykyinen kotituotannon verotuksen malli voi tehdä prosumerina toimimisesta suhteellisen kannattamatonta yksittäiselle henkilölle.

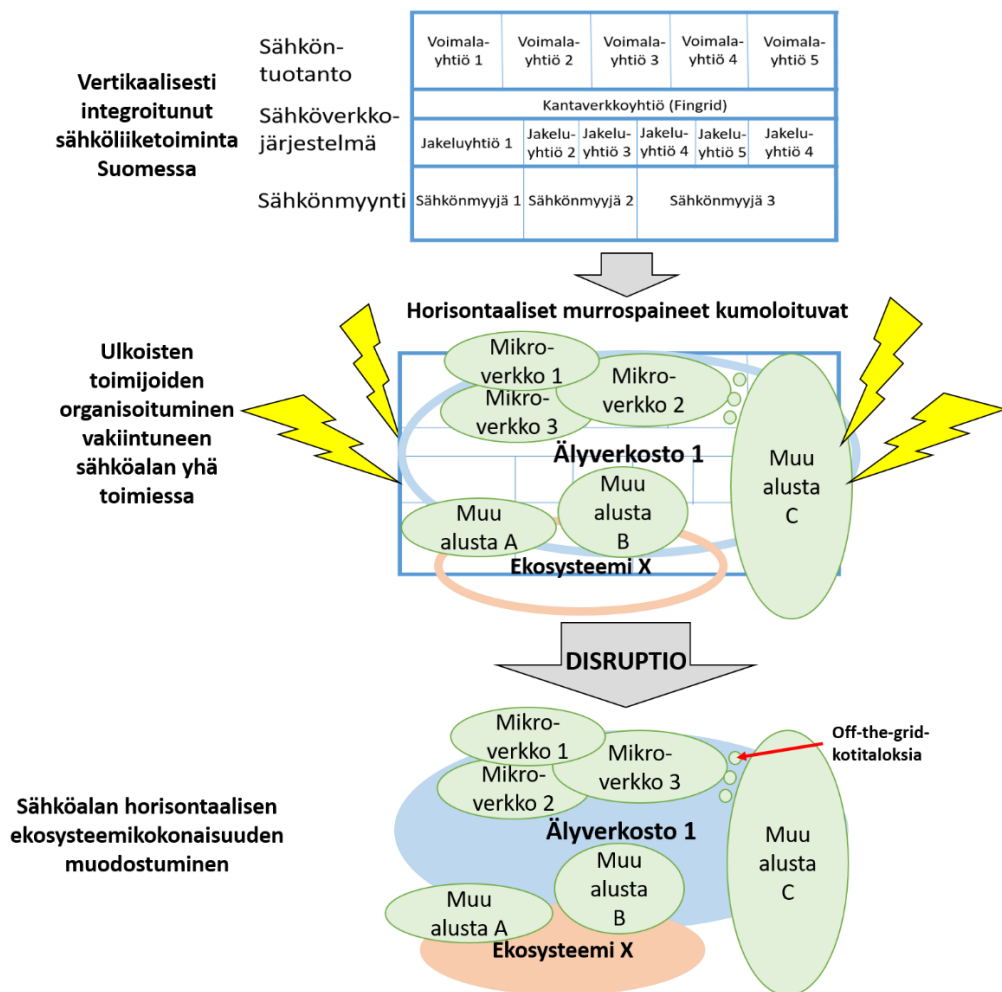
Älyverkon optimointimoottorin ja itsekorjautuvien ominaisuuksien aikaansaaminen vaativat toistaiseksi jonkin tahon kehittäjäksi ja ylläpitäjäksi, ainakin kunnes älyverkko on esimerkiksi lähes täysin automatisoitu prosumeristinen yhteisö. Aineiston ja teoreettisen viitekehyksen mukaisesti mahdollisia optimointimoottoria ylläpitäviä tahoja voisivat olla muun muassa uudet start-upit, kunnat, kuluttajien yhteisöt tai uudistushaluiset jakeluverkkoyhtiöt.

Etenkin Fingridin (2017h), TEM:n (2017) ja Euroopan komission (2017) tukiessa älyverkkoteknologian yleistymistä, on mahdollista, että sähköalan vakiintuneetkin toimijat voivat omaksua älyverkkoteknologiaa ja toimia osana älyverkon horisontaalista murrosta. Mikäli poliittiset paineet muun muassa tuuli- ja aurinkovoiman lisäämiseksi pysyvät ennallaan, asteittainen yhä älykkäämpien verkkojen kehittäminen nykyisten jakeluverkkojen yllä on aineiston pohjalta mahdollista ja sähköalan nykyisille toimijoille liiketoiminnallisesti perusteltua. Sähkökaapeleiden teknologian vaihtaminen ei ole älyverkkoteknologian kannalta aineiston mukaan tarpeellista, kunhan sähköverkkoon liitetään tarvittavat tietotekniset komponentit (ks. Carvallo & Cooper, 2015; Bush, 2014).

Nykyiset jakeluverkkoyhtiöt omistavat kuluttajiin kytkeytyvän sähköverkon eli toistaiseksi ainoan kuluttaja-asiakkaiden sähkön käyttöpaikkoihin kytkeytyvän kaapeliverkoston, minkä päälle älyverkkoteknologiaa voidaan liittää (ks. Energiavirasto, 2017a). Tämän vuoksi jakeluverkkoyhtiöt voivat olla osin turvassa horisontaaliselta murrokselta, etenkin mikäli murroksen yhteydessä ei keksitä nykyiselle kaapeliverkostolle vaihtoehtoista sähkönjakelukanavaa.

Horisontaalisen murroksen eteneminen

Tutkimusaineiston pohjalta Suomen sähköliiketoiminnan voidaan tällä hetkellä todeta olevan Shaughnessyn (2015, 108–110) kuvaamassa horisontaalisen murroksen uuden sisällön vaiheessa tai sitä muistuttavassa tilassa. Uudenlaista kokeilullista kehitystä älyverkkoihin liittyen on havaittavissa niin Suomessa kuin globaalissakin kontekstissa (ks. Vingerhoets, 2016). Esimerkiksi hajautetun kotituotannon yleistymisen voidaan nähdä kuluttajien haluna etääntyä vakiintuneesta sähköliiketoiminnasta. Horisontaalisten murrospaineiden lisääntyminen jatkuu aineiston perusteella todennäköisesti erilaisten älyverkkoteknologisten kokeilujen organisoituessa ekosysteemeiksi ja alustoiksi, kuten mikroverkoiksi.



Kuvio 22. Suomen sähköliiketoiminnan mahdollinen horisontaalinen murros

Kuvio 22 esittää kuviota 7 (ks. sivu 43) mukailleen Suomen sähköliiketoiminnan mahdollisen horisontaalisen murroksen etenemistä. Kuviossa 22 ekosysteemi- ja alustarakenne organisoituu ensin vakiintuneen sähköliiketoiminnan yhteyteen ja johtaa lopulta sähköalan toimintalogiikan disruptioniin. Aineiston pohjalta tällainen sähköliiketoiminnan horisontaalinen murros eli sähköalan toimintalogiikan disruptio voidaan arvioida tulevaisuudessa mahdolliseksi.

Tällä tavoin vähitellen muodostuva liiketoimintaympäristö olisi kehittyessään yhä vaikeammin rajattava. Tällainen liiketoimintaympäristö voi teoreettisen viitekehyksen ja kuvion 22 mukaisesti sisältää useita erilaisia alustoja, jotka eivät ole rajattavissa yhdelle toimialalle tai välttämättä ekosysteemillekään. Horisontaalisen murroksen kautta älyverkkoteknologia voi antaa uudenlaista päätösvaltaa kuluttajille. Kuluttajat voisivat esimerkiksi muodostaa kotikyläänsä omavaraisen osuuskuntana toimivan mikroverkon, joka olisi yhdisteltävissä lähiseudun mikroverkkoihin. Sukupolven 3.0 älyverkkoteknologialla tällaiset prosumeristiset älyverkot voivat muodostua ja mukautua automaattisesti verkoston tarpeiden mukaisesti.

Yksittäiset mikroverkot voidaan aineiston ja teoreettisen viitekehyksen pohjalta kategorisoida alustoiksi, ekosysteemeiksi tai osaksi älyverkoston ekosysteemiä. Sisäistä alustaa vapaampi ekosysteemimäinen rakenne tukee aineiston pohjalta useista mikroverkoista koostuvan älyverkoston toimitusvarmuutta ja tehokkuutta laajemman dynaamisen muovattavuuden kautta. Tiettyyn mikroverkkoon sitoutumattomuus ja laajempaan älyverkostoon kuulumisen voidaan tällä perusteella todeta sähkönkäyttäjän näkökulmasta paremmaksi ratkaisuksi ainakin vakiintuneen sähköalan mittareilla. Mikroverkkoa ei siis voida yksiselitteisesti kategorisoida alustaksi, sillä yksittäiseen älyverkkoon sitoutuminen ei alustan määritelmän mukaisesti välttämättä tuota sähkökuluttajille asiakashyötyä jonkin tietyn tarpeen osalta juuri tällä alustalla. Toisaalta paikallisuus, eli esimerkiksi vain kotikylän omavaraiseen älyverkkoon kuulumisen, voi olla joillekin asiakkaille toimitusvarmuutta tärkeämpi asiakaslupauksen osa. Mikroverkkojen ja älyverkoston mahdollisia asiakaslupauksia ei kuitenkaan voida analysoida tarkasti tutkielman aineistosta, sillä älyverkkoteknologian horisontaalinen murrosta tai dynaamista älyverkostorakennetta ei ole aineiston pohjalta toistaiseksi tapahtunut.

Mikäli regulaatio sekä verkon- ja älyverkkoteknologian haltijoiden toiminta ovat myönteisiä prosumerismille ja dynaamisille älyverkostoille, kantaverkkopohjaisen järjestelmän vaihtuminen mikroverkoista muodostuvaan dynaamiseen älyverkostorakenteeseen voidaan todeta mahdolliseksi. Sähköalan siirtymä voi tapahtua älyverkkoteknologioiden yleistyessä ja tehdessä pelkästään analogiseen sähkövoimajärjestelmään kuulumisesta yhä vähemmän houkuttelevan vaihtoehdon kuluttajille.

Tutkimustulokset suhteessa teoreettiseen viitekehykseen

Aineiston ja sen analysoinnin osalta tutkielma testaa määritettyä teoreettista viitekehystä. Suomen sähköliiketoiminnan kontekstissa tehdyn tapaustutkimuksen pohjalta horisontaalinen murros voi edetä vähittäisen kehityksen kautta yhä enemmän erilaisten ekosysteemi- ja alustarakenteiden syntymistä tukevaksi. Esimerkiksi hajautetun tuotannon, etäluettavien älymittarien yleistymisen ja kotiakkujen hinta-suorituskyky-suhteen parantuminen ovat toisistaan erillisiä ilmiöitä, mutta ne voivat olla pitkällä aikavälillä osatekijöitä muun muassa prosumeristisen ja dynaamisen älyverkostorakenteen yleistymiseen tai kotiakun kehittymiseen alustaksi. Teoreettisen viitekehyksen mukainen horisontaalisesti verkottunut ekosysteemikokonaisuus voi siis muodostua vähitellen erilaisten ja aluksi toisiinsa suoranaisesti liittymättömien ratkaisujen yhdistelmistä.

Tämän tutkielman pohjalta horisontaalinen murros voi tapahtua kumulatiivisen kehityksen seurauksena ilman yksiselitteistä aiheuttajaa tai murroshetkeä. Erillisten vaihtoehtojen lisääntyessä kuluttajat voivat vähitellen siirtyä käyttämään heitä paremmin palvelevia vaihtoehtoja, joista voi myöhemmin muodostua esimerkiksi monisuuntaisia alustoja ja/tai ekosysteemejä. Siirtymä vertikaalisesti integroituneen toimialan toimintalogiikasta alustataloudelliseen toimintalogiikkaan voi siis tutkimustulosten pohjalta tapahtua ilman selkeää lineaarista tapahtumaketjua tai tiettyä yksittäistä murrosta tarkoituksellisesti ohjaavaa yritystä, alustaa tai ekosysteemiä.

6.4 Tutkimusasetelman arviointi ja jatkotutkimusehdotukset

Vaikka älyverkkoteknologia ei ole ekosysteemimäisenä teknologioiden kokonaisuutena selkeästi rajattu, se ei riitä muun muassa teorialuvun mukaisesti kattamaan kaikkea mahdollista kehitystä. Teknologista kehitystä arvioidaan tässä tutkielmassa pääasiassa älyverkkoteknologian kehityksen näkökulmasta; tutkielmassa ei ole voitu huomioida muita mahdollisia ennustamattomia alustataloudellisia avauksia. Erilaisia alustapohjaisia uusia ratkaisuja voi syntyä milloin tahansa radikaalien innovaatioiden tavoin. Tutkielman luotettavuutta ja rajoitteita on arvioitu tarkemmin metodologisesta näkökulmasta luvussa 3.3.

Tutkittavan ilmiön kontekstiin liittyviä asiakokonaisuuksia jouduttiin osin rajaamaan tutkielman ulkopuolelle tutkielman valitun näkökulman mukaisesti. Teoreettisen viitekehyksen pohjalta näistä keskeisimmäksi voidaan katsoa sähköajoneuvojen käsittely lähinnä kulutusta lisäävänä tekijänä. Muun muassa Teslan (2017a; 2017b) strategiaan kuuluu akkujen valmistaminen sekä autoihin että kotikäyttöön. Alustatalouden logiikan mukaisesti sähköliiketoiminta ei näin rajaudu akun suhteen kotitalouden sähköntuotannon ja -kulutuksen osatekijäksi, vaan akku voi yhdistää sähköliiketoimintaa ja autoalaa alustatalouden mukaisesti toimialarajojen yli.

Tämän pohjalta akkuteknologiaan liittyvä liiketoiminnallinen jatkotutkimus sähköliiketoiminnan, autoalan ja muiden potentiaalisten liiketoiminnan alojen alustana olisi aiheellista. Tässä tutkielmassa sähköajoneuvoja käsiteltiin sähkönkulutuksen lisääjänä ja sivumainintana akkuteknologian soveltamisesta ja kehittämisestä. Sähköajoneuvojen akkujen alustapotentiaali yhdessä kotiakkujen kanssa voi kuitenkin omata huomattavasti enemmän liiketoimintapotentiaalia. Akkuteknologia ei ole aineiston perusteella vain yksinomaan yksityisten kuluttajien käyttöön soveltuvaa, vaan sitä voidaan hyödyntää kaikenlaisissa kiinteistöissä sekä sähköautojen osalta esimerkiksi rekoissa ja kuorma-autoissa (ks. Carvallo & Cooper, 2015). Jatkotutkimusta voitaisiin tehdä akkuteknologiasta tällaisena toimialarajat ylittäviä alustoja mahdollistavana teknologiana, arvioiden myös horisontaalisen murroksen ulottumista samanaikaisesti useammalle vakiintuneelle alalle, kuten energia-, auto- ja öljyalalle.

Toinen tutkielman kontekstiin liittyvä rajausta oli sähkönmyynnin käsittely pääasiassa kuluttaja-asiakkaiden näkökulmasta. Tämä tuo tutkielman osalta tiettyjä rajoitteita sähköliiketoiminnan kokonaisvaltaiseen ymmärtämiseen, sillä teollisuuden, julkisen ja yksityisen sektorin sähkönkäyttö muodostavat luonnollisesti merkittävän osan sähköliiketoiminnasta. Jatkotutkimus muun muassa teollisuuden näkökulmasta lisäisi sähköliiketoiminnan mahdollisen horisontaalisen murroksen holistista ymmärtämistä.

Mikäli älyverkon murros tapahtuu, tutkielman pohjalta esitettyjä taustasyitä voidaan arvioida tutkimuksellisesti kattavammin todellisten tapahtumien ja tapahtuneen kehityksen pohjalta. Esimerkiksi mikroverkkojen alustapotentiaalinen ja todellisen alustataloudellisen roolin tutkiminen voi olla mahdollista älyverkkoteknologian horisontaalisen mahdollisen murroksen tapahduttua.

LÄHTEET

Kirjallisuus, tieteelliset artikkelit ja tutkimukset

- Alasuutari, P. (1999). *Laadullinen tutkimus*. 3. Painos. Tampere: Vastapaino.
- Anderson, C. (2009). *Free: The Future of Radical Price*. New York: Hyperion
- Baum, J. A. C. & McGahan, A. M. (2004). *Business Strategy over the Industry Life Cycle*. Oxford: Elsevier.
- Brabham, D. C. (2008). Crowdsourcing as a model for problem solving. *The International Journal of Research into New Media Technologies*, 14 (1), 75–90.
- Bremdal, B. A. (2011). *Prosumer Oriented Business in the Energy Market*. Improssume Publication Series 2.
- Brinberg, D. L., & McGrath, J. (1985). *Validity and the research process*. Beverly Hills: Sage.
- Bush, S. F. (2014). *Smart grid: Communication-Enabled Intelligence for the Electric Power Grid*. Chichester: John Wiley & Sons Incorporated.
- Carvalho, A. & Cooper, J. (2015). *The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability*. Boston: Artech House.
- Chandler, A. D. (1990). *Scale and scope*. Cambridge, MA: The Belknap Press.
- Chandy, R. K. & Tellis, G. J. (1998). Organizing for Radical Product Innovation: The Overlooked Role of Willingness to Cannibalize. *Journal of Marketing Research*, 35(4), 474–487.
- Christensen, C. M. (1997). *Innovator's dilemma*. Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M. & Johnson, M. & Rigby, D. (2002). Foundations for Growth: How to Identify and Build Disruptive New Businesses. *MIT Sloan Management Review*, 43(3), 22–31.
- Christensen, C M. & Raynor M. E. (2003). *Innovator's solution*. Boston: Harvard Business School Press.
- Church, J. (2004). *The Impact of Vertical and Conglomerate Mergers on Competition*. Department of Economics of Calgary. Final Report for Directorate General for Competition Directorate B Merger Task Force European Commission. <http://tinyurl.com/ju3o7fl>
- Church, J. & Gandal, N. & Krause, D. (2008). Indirect network effects and adoption externalities. *Review of Network Economics*, 7(3), 337–358.
- Conero, A. J. & Arroyo, J. M. & Alguacil, N. & Guijarro, A. L. (2002). Transmission loss allocation: a comparison of different practical algorithms. *IEEE transactions on Power Systems*, 17(3), 571–576.

- Cusumano, M. (2010). Technology strategy and management The evolution of platform thinking. *Communications of the ACM*, 53(1), 32-34.
- Davis G. F. & Diekmann K. A. & Tinsley C. H. (1994). The Decline and Fall of the Conglomerate Firm in the 1980s: The Deinstitutionalization of an Organizational Form, *American Sociological Review*; 4(8), 547–570.
- Dayan, D. (1975). Behaviour of the Firm Under Regulatory Constraint: A Re-examination. *Industrial Organisation Review*, 3, 61–71.
- de Wit, B. & Meyer, R. (2004). *Strategy: Process, Content, Context: an International Perspective*. London: Thomson.
- Denzin, N. (1970). *Strategies of multiple triangulation. The Research Act of Sociology: A Theoretical Introduction to Sociological Method*. New York: McGraw-Hill.
- Dooley, L. M. (2002). Case study research and theory building. *Advances in developing human resources*, 4(3), 335–354.
- Downes, L., & Nunes, P. (2014). *Big Bang Disruption: Strategy in the Age of Devastating Innovation*. New York: Penguin Group.
- Dubois, A. & Gadde, L. E. (2002). Systematic combining: an abductive approach to case research. *Journal of Business Research*, 55(7), 553-560.
- Dyer, W. Jr & Wilkins, A. (1991). Better stories, not better constructs, to generate better theory: a rejoinder to Eisenhardt. *Academy of Management Review*, 16(3), 613-619.
- Elmitwally, A. & Eladl, A. & Abdelkader, S.M. (2015). Efficient algorithm for transmission system energy loss allocation considering multilateral contracts and load variation. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 9(16). 2653–2663.
- Eriksson, P. & Kovalainen, A. (2008). *Qualitative Methods in Business Research*. London: Sage.
- Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere: Vastapaino.
- Evans, D. S. (2003). Some empirical aspects of multi-sided platform industries. *Review of Network Economics*, 2(3), 191–209.
- Evans, D.S. & Schmalensee, R. (2016). *Matchmakers: The New Economics of Multi-sided Business*. Harvard Business Review Press. Boston, Massachusetts
- Fernandes, A. P., & Tang, H. (2012). Determinants of vertical integration in export processing: Theory and evidence from China. *Journal of Development Economics*, 99(2), 396-414. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdeveco.2012.05.004>
- Flick, U. (2002). *An introduction to Qualitative Research*. London: Sage.

- Gangale, F., & Mengolini, A., & Onyeji, I. (2013). Consumer Engagement: An insight from Smart Grid Projects in Europe. *Energy Policy*, 60(9), 621-628.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.031>
- Gawer, A. (2009) *Platform Dynamics and Strategies: From Products to Services In: Platforms, Markets and Innovation*. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar Publishing.
- Gawer, A. & Cusumano, M. A. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 417-433.
<http://onlinelibrary.wiley.com/helios.uta.fi/doi/10.1111/jpim.12105/epdf>
- Ghauri, P. & Grønhaug, K. (2010). *Research Methods in Business Studies*. 4. painos. Harlow: Pearson.
- Gilbert, C., & Bower, J. L. (2002). Disruptive Change. *Harvard Business Review*. 80(5), 94-101.
- Greenhut, M. L. & Ohta, H. (1976). Related Market Conditions and Interindustrial Mergers. *American Economic Review*, 66(6), 267-277.
- Gummesson, E. (2003). All Research is Interpretative! *Journal of Business and Industrial Marketing*, 18(6/7), 482-492.
- Hamel, G. P. (2000). *Leading the revolution*. Boston: Harvard Business School Press.
- Hashem, I. & Yaqoob, I. & Anuar, N. & Mokhtar, S. & Gani, A. & Khan, S. (2015). The Rise of "Big Data" on Cloud Computing: Review and Open Research Issues. *Information Systems*, 47 (1), 98-115. <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>
- Harris, R. (2000). *WebQuester: A Guidebook to the Web*. Dushkin: McGraw-Hill.
- Hays, P. A. (2004). Case study research. Teoksessa: deMarrais & Lapan (toim.) *Foundations for research: Methods of inquiry in education and the social sciences*, 217—234. Mahwah and London: Lawrence Erlbaum Associates.
<http://tinyurl.com/y918tban>
- Henderson, R. & Clark, K. (1990). Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 9-30.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2008). *Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Hirsjärvi, S. & Remes, P. & Sajavaara, P. (2004). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.
- Iansiti, M. & Levien, R. (2004). Strategy as Ecology. *Harvard Business Review*, 82(3), 68-78.
<http://info.psu.edu.sa/psu/fnm/asalleh/IansitiLivienStrategyAsEcology.pdf>

- Joskow, P. L. (1983). *Mixing Regulatory and Antitrust Policies in the Electric Power Industry: The Price Squeeze and Retail Market Competition*. Cambridge: MIT Press.
- Katie, M. (2003). Say Goodbye to Vertical Integration. *Direct. Primedia Business Magazines & Media Inc*, 15(10), 85.
- Kim, W. C. & Mauborgne, R. (2004). *Value innovation*. Harvard Business Review, 82(7), 172–180.
- Kopsakangas-Savolainen, M. (2002). *A Study on Deregulation of the Finnish Electric Markets*. Väitöskirja. University of Oulu: Faculty of Economics and Industrial Management Oulu. <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514266137.pdf>
- Kopsakangas-Savolainen, M. & Svento, R. (2013). Economic value approach to intermittent power generation in the Nordic Power Markets. *Energy and Environment Research*, 3(2), 139-155.
- Koskinen, I. & Alasuutari, P. & Peltonen, T. (2005). *Laadulliset menetelmät kauppatieteissä*. Tampere: Vastapaino.
- Kouvelis, P. & Milner, J. M. (2002). Supply chain capacity and outsourcing decisions: the dynamic interplay of demand and supply uncertainty. *IIE Transactions*, 34(1), 717–728. <http://dx.doi.org/10.1080/07408170208928907>
- Kozlenkova, I. & Hult, G. & Lund, D. & Mena, J. & Kecec, P. (2015). The role of marketing channels in supply chain management. *Journal of Retailing*, 91(4), 586–609.
- Kyngäs, H. & Vanhanen, L. (1999). Sisällönanalyysi. *Hoitotiede*, 11(1), 3–12.
- La Londe, B. J. & Masters, J. M. (1994). Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the New Century. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(7), 35–47.
- Ladik, D. M., & Stewart, D. W. (2008). The contribution continuum. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(2). 157-165.
- Lindroos, J., & Lohivesi, K. (2010). *Onnistu strategiassa*. 3. Painos. Helsinki: WSOYpro.
- Liski, M. & Vehviläinen, I. (2016). *Gone with the Wind? An Empirical Analysis of the Renewable Energy Rent Transfer*. CESifo Working Paper no. 6250. Ludwig-Maximilians University's Center of Economic Studies and Ifo Institute. <https://ssrn.com/abstract=2907997>
- Mahoney, J. T. (1992). *Organizational rationalization and innovation: Vertical integration and multidivisional organization*. Väitöskirja. University of Pennsylvania. Michigan: University Microfilms International 1992.
- Mason, J. (2002). *Qualitative Researching*. London: Sage.

- Markides, C. (2006). Disruptive Innovation: In Need of Better Theory. *Journal of Product Innovation Management*, 23(12), 19–25.
- McKenzie, A. (2015). The Production of Prediction: What does Machine Learning Want? *European Journal of Cultural Studies*, 18(4–5), 429–445.
- Mentzer, J. T. & DeWitt, W. & Keebler, J. S. & Soonhong, M. & Nix, N. W. & Smith, C. D. & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25.
- Mpoyi, R. T. (2003). Vertical Integration: Strategic Characteristics and Competitive Implications. Competitiveness Review. *American Society for Competitiveness*, 13(1), 44–55. <http://dx.doi.org/10.1108/eb046451>
- Moore, J. F. (1996). *The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems*. New York: Harper Collins Publishers
- Moore, J. F. (1998). The rise of a new corporate form. *The Washington Quarterly*, 21(1), 167–181.
- Müller, W. F. (1969). *Public Policy toward Vertical Mergers*. Pacific Palisades: Goodyear Publishing Company.
- Oke, A. & Onwuegbuzie, H. (2013). Outsourcing, Subcontracting and Radical Innovativeness: The Moderating Effect of Manufacturing Strategy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(4) 511–535. <http://dx.doi.org/helios.uta.fi/10.1108/17410381311327387>
- Ostrom, E. & Hess, C. (2003). Ideas, Artifacts, and Facilities: Information as a Common-pool Resource. *Law and Contemporary Problems*, 66(1), 111–146.
- Parker, G. & Van Alstyne & M. W. & Choudary, S. (2016). *Platform Revolution: How Networked Markets are Transforming the Economy and how to Make them Work for you*. New York: W.W. Norton & Company.
- Peltoniemi, M. & Vuori, E. (2004). *Business ecosystem as the new approach to complex adaptive business environments*. Tampere University of Technology: Tampere.
- Perry, M.K. (1980). Forward Integration by Alcoa: 1888–1930. *Journal of Industrial Economics*, 28(9), 37–53.
- Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy*. New York: The Free Press.
- Porter, M. E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.
- Porter, M. E. (1987). From Competitive Advantage to Corporate Strategy. *Harvard Business Review: Harvard Business School Press*, 65(3), 234–255.

- Prahalad, C. K. & Hamel, G. (1990). The Core Competencies of the Corporation. *Harvard Business Review: Harvard Business School Press*, 68(3), 275–292.
- Schwandt, T. A. (2001). *Dictionary of Qualitative Inquiry*. London: Sage.
- Shaughnessy, H. (2015). *Shift: A User's Guide to the New Economy*. London: The Disruption House.
- Shandurkova, I. & Bremdal, B.A. & Bacher, R. & Ottesen, S. & Nilsen, A. (2012). *A Prosumer Oriented Energy Market: Developments and future outlooks for Smart Grid oriented energy markets*. Halden: IMPROSUME Publication Series.
- Sampere, J.P.V. (2016). Why Platform Disruption Is So Much Bigger than Product Disruption. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2016/04/why-platform-disruption-is-so-much-bigger-than-product-disruption>
- Stake (2000). Case studies. Teoksessa: Denzin, N.K. & Yvonna, S.L. (toim.) *Handbook of Qualitative Research*, 435–454. Thousand Oaks: Sage.
- Tapscott, D. & Williams, A. D. (2008). *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything*. London: Atlantic Books.
- Tee, R., & Gawer, A. (2009). Industry Architecture as a Determinant of Successful Platform Strategies: A Case Study of the I-Mode Mobile Internet Service. *European Management Review*, 6(4), 217-232.
- Tellis, W. (1997). Introduction to Case Study. *The Qualitative Report*, 3(2), 1–14.
- Treacy, M. & Wiersema, F. (1996). *Discipline of Market Leaders*. 1. taskupainos. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2003). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Tushman, M. & Anderson, P. (1986). Technological Discontinuities and Organizational Environments. *Administrative Science Quarterly*, 31(3), 439–465.
- Usuelli, M. (2014). *Machine Learning Essentials: Gain Quick Access to the Machine Learning Concepts and Practical Applications Using the Development Environment*. Birmingham: Packt Publishing.
- Utterback, J. M. (1994). *Mastering the Dynamics of Innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Utterback, J. M. & Acee, H. J. (2005). Disruptive Technologies: an expanded view. *International Journal of Innovation Management*, 9(1), 1–17.

- Valocchi, M. & Juliano, J. & Schurr, A. (2010). Switching Perspective - Creating New Business Models for a Changing World of Energy. Teoksessa: Mah, D. & Hills, P. & Li, V. & Balme, R. (toim.) *Smart Grid Applications and Developments*, 165–182. Green Energy and Technology: Springer.
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implication*. New York: Free Press.
- Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. New York: The Free Press
- Williamson, P. J., & de Meyer, A. (2012). Ecosystem Advantage. *California Management Review*, 55(1), 24-46.
- Zhang, D. (2013). The Revival of Vertical Integration: Strategic Choice and Performance Influences. *Journal of Management and Strategy*, 4(1), 1–14.
<http://www.sciedupress.com/journal/index.php/jms/article/view/2427/1341>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*. 4. painos. California: Sage.

WWW-sivut ja muut digitaaliset lähteet

- Alanen & Hätönen (2006). *Sähkön laadun jakelun luotettavuuden hallinta*. State of art -selvitys. Helsinki: Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy. (Viitattu: 14.8.2017). <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W52.pdf>
- Asiakastieto.fi (2017). Tuuliwatti Oy. (Viitattu: 15.6.2017).
<https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/tuuliwatti-oy/22632789/taloustiedot>
- Auvinen, K. & Lovio, R. & Jalas, M. & Juntunen, J. & Liuksala, L. & Nissilä, H. & Müller, J. (2016). *FinSolar: Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa*. Raportti. Helsinki: Aalto-yliopisto. (Viitattu: 28.9.2017). <https://tinyurl.com/ydcytnkd>
- Brännare, S. (2016). Suomessa tänään sähkön kulutuspiikki – Sähkö ei ole silti syksyn tasoa kalliimpaa. *YLE*, 5.1.2016. (Viitattu: 19.1.2017). <http://yle.fi/uutiset/3-8571692>
- Caruna (2016). Siirtohintamme nousevat 1.3.2016 alkaen. Asiakastiedote, 18.01.2011. (Viitattu: 23.9.2016). <https://www.caruna.fi/ajankohtaista/siirtohintamme-nousevat-132016-alkaen>
- Edelstein, S. (2016). Why One Finnish City Thinks It's ideal for Next Tesla Gigafactory. *Green Car Reports*, 6.12.2016. (Viitattu: 15.8.2017.)
<https://tinyurl.com/y9telgny>
- Energia uutiset.fi (2015). Sähkön tuonti ampaisi nousuun. *Energia uutiset*, 22.1.2015. (Viitattu: 15.10.2015). <http://www.energiauutiset.fi/uutiset/sahkon-tuonti-ampaisi-nousuun.html>
- Energiateollisuus (2016a). Sähkönkäyttö ja tuotantotiedot. (Viitattu: 18.1.2017).
<https://tinyurl.com/ya4njpzc>

- Energiateollisuus (2016b). Sähköpörssin ammattisanasto. (Viitattu: 21.1.2017).
<https://tinyurl.com/yatel2ed>
- Energiateollisuus (2016c). Energiateollisuuden näkemykset tehoreservin tarpeen määrittämisestä. (Viitattu: 20.1.2017). <https://tinyurl.com/y7ccb7z4>
- Energiateollisuus (2017a). Sähkön tuotanto. (Viitattu: 18.1.2017).
http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto
- Energiateollisuus (2017b). Ydinvoimalla päästötöntä sähköntuotantoa. (Viitattu: 20.1.2017).
http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/ydinvoima
- Energiateollisuus (2017c). Lauhdevoima. (Viitattu: 21.1.2017).
http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/lauhdevoima
- Energiateollisuus (2017d). Sähkön hinta koostuu kolmesta osasta. (Viitattu: 21.1.2017).
https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/asiakkaat/sahkoasiakkuus/sahkon_hinta
- Energiateollisuus (2017e). Lämmitysmarkkinoilla vapaus valita. (Viitattu: 21.1.2017).
http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiamarkkinat/lammitysmarkkinat
- Energiateollisuus (2017f). Sähkölämmitys. (Viitattu: 21.1.2017).
<http://188.117.57.25/koti-ja-lammitys/sahkolammitys>
- Energiateollisuus (2017g). Kaukolämpö tuotetaan lähellä asiakasta. (Viitattu: 20.1.2017).
http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/kaukolammon_tuotanto
- Energiateollisuus (2017h). Vesivoimalla eniten uusiutuvaa sähköntuotantoa. (Viitattu: 14.6.2017). https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/vesivoima
- Energiateollisuus (2017i). Säättövoima – säädettävää sähköntuotantoa. (Viitattu: 14.6.2017).
https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/saatovoima
- Energiateollisuus (2017j). Sähkötillastot. (Viitattu: 19.1.2017).
https://energia.fi/ajankohtaista_ ja_materiaalipankki/tilastot/sahkotillastot
- Energiavirasto (2015a). Sähköverkkoliiketoiminnan kehitys, sähköverkon toimitusvarmuus ja valvonnan vaikuttavuus 2015. (Viitattu: 18.1.2017).
<https://tinyurl.com/gnyohcw>
- Energiavirasto (2015b). Kertomus sähkön toimitusvarmuudesta 2015. (Viitattu: 19.1.2017).
<https://tinyurl.com/yckafm9n>

- Energiavirasto (2015c). Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 – 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 – 31.12.2023 valvontajaksolla. Liite 2. (Viitattu: 8.8.2017).
<https://tinyurl.com/yatqntwq>
- Energiavirasto (2016a). Energiaviraston selvitys sähkön siirtohintojen muutoksista ja siirtohinnoittelun kohtuullisuuden valvonnasta. (Viitattu: 8.8.2017).
<https://tinyurl.com/y7ekahml>
- Energiavirasto (2016b). Syöttötariffin määräytyminen. (Viitattu: 14.6.2017).
<https://tinyurl.com/ydy5jq3c>
- Energiavirasto (2017a). Sähköverkon haltijat. (Viitattu: 16.1.2017).
<https://www.energiavirasto.fi/sahkoverkon-haltijat>
- Energiavirasto (2017b). Sähkön kilpailuttaminen. (Viitattu: 22.11.2017).
<https://www.energiavirasto.fi/sahkon-kilpailuttaminen>
- Energiavirasto (2017c). Sähköhinnan osatekijät. (Viitattu: 16.1.2017).
<https://www.energiavirasto.fi/sahkonhinnan-osatekijat>
- Energiavirasto (2017d). Sähkön hinta. (Viitattu: 26.11.2015).
<https://www.energiavirasto.fi/sahkon-hinta>
- Energiavirasto (2017e). Sähkön alkuperätakuu. (Viitattu: 12.12.2015).
<https://www.energiavirasto.fi/sahkon-alkuperatakuu>
- Energiavirasto (2017f). Sähkön alkuperän varmentaminen. (Viitattu: 16.1.2017).
<https://www.energiavirasto.fi/sahkon-alkuperan-varmentaminen>
- Energiavirasto (2017g). Sähkönsiirron kohtuullisen hinnoittelun ja verkkoinvestointien valvonta – Usein kysyttyä. (Viitattu: 8.8.2017).
https://www.energiavirasto.fi/web/guest/siirtohinnoittelu_faq
- Energiavirasto (2017h). Valvontamenetelmät 2016–2023. (Viitattu: 8.8.2017).
<https://www.energiavirasto.fi/valvontamenetelmat-2016-20231>
- Energiavirasto (2017i). Yli- ja alijäämät sähkön siirtohinnoittelussa. (Viitattu: 8.8.2017).
<https://www.energiavirasto.fi/-/yli-ja-alijaamat-sahkon-siirtohinnoittelussa>
- Energiavirasto (2017j). Mediainfo siirtohinnoittelun kohtuullisuudesta 2012–2015. (Viitattu: 8.8.2017). <https://www.energiavirasto.fi/-/mediainfo-siirtohinnoittelun-kohtuullisuudesta-2012-2015>
- EnergySage (2017). Tesla Powerwall: The Competitive Review. (Viitattu: 15.5.2017).
<http://www.energysage.com/solar/solar-energy-storage/tesla-powerwall-home-battery/>
- EnergyVaasa (2017). Vaasa has the Vision and the Ecosystem for a Gigafactory, and Much More. (Viitattu: 22.5.2017). <https://www.gigafactory.fi/>

- ENTSO-E (2016). *Mid-term Adequacy Forecast: 2016 edition*. Raportti. Bryssel: European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E). (Viitattu: 13.6.2017). <https://tinyurl.com/ycv5484f>
- EPA (2017). *Centralized Generation of Electricity and its Impacts on the Environment*. *United States Environmental Protection Agency (EPA)*. (Viitattu: 25.10.2017). <https://www.epa.gov/energy/centralized-generation-electricity-and-its-impacts-environment>
- Euroopan komissio (2017). *Smart grids and meters*. (Viitattu: 15.5.2017). <https://tinyurl.com/onz39s8>
- Eurostat (2017). *Energy Production and Imports*. *The Statistical Office of the European Union (Eurostat)*. (Viitattu: 5.10.2017). http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports
- Fingrid (2016a). *Fingrid Oyj:n tilinpäätöstiedote tammi-joulukuu 2015*. Vahva talous – investoinnit jatkuivat suunnitellusti. (Viitattu: 10.10.2016). <http://www.fingrid.fi/fi/ajankohtaista/tiedotteet/Sivut/Fingrid-Oyjn-tilinpäätöstiedote-tammi-joulukuu-2015.aspx>
- Fingrid (2016b). *Sähkömarkkinat korjauksen tarpeessa – mitä voimme tehdä?* (Viitattu: 14.6.2017). <http://www.fingrid.fi/fi/ajankohtaista/Ajankohtaista%20liitteet/Lehdist%C3%B6tiedoteliitteet/2016/FINGRID-Sahkomarkkinat-tulevaisuus-2016-WEB.PDF>
- Fingrid (2017a). *Suomen sähkövoimajärjestelmä*. (Viitattu: 11.1.2017). http://www.fingrid.fi/fi/voimajarjestelma/voimajarjestelma/Suomen_sahkovoimajarjestelma/Sivut/default.aspx
- Fingrid (2017b). *Markkinoiden yhtenäisyys*. (Viitattu: 17.1.2017). http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/markkinoiden_yhtenaisyyys/Sivut/default.aspx
- Fingrid (2017c). *Häviösähkö*. (Viitattu: 17.1.2017). <http://www.fingrid.fi/fi/voimajarjestelma/h%C3%A4vi%C3%B6s%C3%A4hk%C3%B6/Sivut/default.aspx>
- Fingrid (2017d). *Sähkön siirtovarmuus*. (Viitattu: 17.1.2017). <http://www.fingrid.fi/fi/voimajarjestelma/s%C3%A4hk%C3%B6n%20toimitusvarmuus/Sivut/default.aspx>
- Fingrid (2017e). *Kulutus ja tuotanto Suomessa*. (Viitattu: 20.1.2017). <http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/voimajarjestelman-tila/Sivut/kulutus-ja-tuotanto-suomessa.aspx>
- Fingrid (2017f). *Pohjoismainen voimajärjestelmä ja liittynät muihin järjestelmiin*. (Viitattu: 8.6.2017). <https://tinyurl.com/yajollnh>

- Fingrid (2017g). Tietoa Datahubista. (Viitattu: 9.6.2017).
<http://www.fingrid.fi/fi/asiakkaat/datahub/tietoa/Sivut/default.aspx>
- Fingrid (2017h). Älyverkot. (Viitattu: 27.7.2017). <https://tinyurl.com/y76eyq4l>
- Fortum (2015). Sähkösanasto: perusvoima. (Viitattu: 20.1.2017). <http://www.fortum-sahkosopimus.fi/sahkosanasto.php>
- Galeon, D. & Houser, K. (2016). The Worlds Nations are Fighting Over Tesla. *Futurism*, 1.12.2016. (Viitattu: 21.5.2017). <https://tinyurl.com/y9qcw69h>
- Gibbs, S. (2016). Tesla Announces New Gigafactory in European Expansion. *The Guardian*, 8.11.2016. (Viitattu: 22.5.2017). <https://tinyurl.com/nwkf9yn>
- HE (1997/243). Hallituksen Esitys eduskunnalle laeiksi kilpailunrajoituksista annetun lain ja eräiden siihen liittyvien lakien muuttamisesta. *Finlex*. (Viitattu: 26.1.2017).
<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/1997/19970243>
- HE (2013/20). Hallituksen Esitys eduskunnalle sähkö- ja maakaasumarkkinoita koskevaksi lainsäädännöksi. *Finlex*. (Viitattu: 12.11.2015).
<https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2013/20130020>
- HE (2016/256). Hallituksen Esitys eduskunnalle laiksi Kilpailulain 25 §:n muuttamiseksi. *Finlex*. (Viitattu: 26.1.2017).
<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160256>
- Hokkanen, T. & Ollikka, K. (2015). *Energia- ja ilmastopolitiikan uudet tuulet*. Raportti. Helsinki: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (VATT).
<https://tinyurl.com/y7eeotcb>
- Howe, J. (2006). Crowdsourcing: a Definition. (Viitattu: 5.1.2017).
http://crowdsourcing.typepad.com/cs/2006/06/crowdsourcing_a.html
- IEEE (2012). *IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices*. Selvitys. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 1366-2012. <https://standards.ieee.org/findstds/standard/1366-2012.html>
- Investopedia (2016a). Industry. (Viitattu: 17.12.2016).
<http://www.investopedia.com/terms/i/industry.asp>
- Investopedia (2016b). Network Effect. (Viitattu: 13.11.2016).
<http://www.investopedia.com/terms/n/network-effect.asp>
- Jyrinsalo (2010). Eurooppalainen näkökulma kantaverkkojen suunnitteluun – ENTSO-E:n 10-vuotissuunnitelma. *Fingrid*. (Viitattu: 7.6.2017). <https://tinyurl.com/y74l3642>
- Kilpailuttaja.fi (2010). Sähkötuotteet eli tariffit. (Viitattu: 11.11.2015).
<https://tinyurl.com/y9bshbgj>

- Kilpailulaki (2011/948). Kilpailulaki. *Finlex*. (Viitattu: 23.8.2017).
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110948>
- Kokko, O. (2014). Näin myyt aurinkosähkösi energiayhtiölle. *Taloussanomat*, 8.9.2014.
(Viitattu: 15.6.2017). <http://www.is.fi/taloussanomat/art-2000001848912.html>
- Lacey, S. (2014). Resiliency: How Superstorm Sandy Changed America’s Grid. *Green Tech Media*, 10.6.2014. (Viitattu: 27.5.2016). <https://tinyurl.com/yckcp7l6>
- Lambert, F. (2016a). Elon Musk on Tesla/Panasonic’s new 2170 Battery Cell: ‘Highest Energy Density Cell in the World... That is also the Cheapest’. *Electrek*, 2.11.2016. <https://tinyurl.com/jxm3h2s>
- Lambert, F. (2016b). Tesla Plans to Choose Location for ‘Gigafactory 2’ in Europe Next Year, will Produce both Batteries and Cars. *Electrek*, 8.11.2017.
<https://tinyurl.com/qgyuwvj>
- Landis+Gyr (2013). Suomi siirtyy älykkään energianmittauksen aikakauteen. (Viitattu: 15.11.2017). <https://tinyurl.com/yara8x88>
- Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta (2013/590). *Finlex*. (Viitattu: 10.9.2016).
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130590#Pidp3743200>
- Laki sähkön alkuperän varmentamisesta ja ilmoittamisesta (2003/1129). *Finlex*.
(Viitattu: 12.12.2016). <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20031129>
- Laki sähköntuotannon ja sähkönkulutuksen välistä tasapainoa varmistavasta tehoreservistä (2011/117). *Finlex*. (Viitattu: 14.6.2017). <https://tinyurl.com/y8ogwd82>
- Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta (2010/1396). *Finlex*.
(Viitattu: 14.6.2017). <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101396>
- Laki Verohallinnosta. (2010/503) Laki Verohallinnosta. *Finlex*. (Viitattu: 18.8.2017).
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100503>
- Lehto, I. (2016). Tuntimittausta ja etäluentaa. *Energiateollisuus*. (Viitattu: 9.6.2017).
<https://tinyurl.com/y6umcbhd>
- Leiwo, H. (2016). Teslan Gigafactory kiinnostaa Vaasaa – Kaupunki selvittää mahdollisuuksiaan tehtaaseen. *YLE*, 5.12.2016. (Viitattu: 22.5.2017).
<http://yle.fi/uutiset/3-9334844>
- Leppäkosken Sähkö (2017). Leppäkosken Sähkö Oy vihamielisen valtausyhtiön kohteena. (Viitattu: 29.11.2017). <https://leppakoski.fi/blogi/leppakosken-sahko-oy-vihamielisen-valtausyhtiön-kohteena/>
- Morris, C. (2017). Tesla’s New 2170 Battery Cell Packs More Power. *Evannex*, 28.2.2017.
(Viitattu: 20.5.2017). <https://evannex.com/blogs/news/tesla-s-new-2170-cell-packs-more-power>

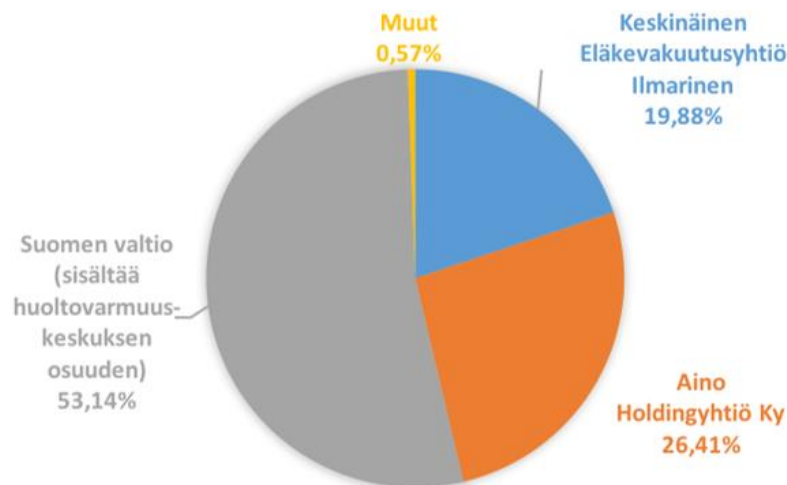
- Mercedes-Benz (2017). Mercedes-Benz Energy Storage Home. (Viitattu: 15.5.2017).
<https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz-energy/energy-storage-home-usa/>
- Motiva (2016a). Energiatehokas sähkölämmitys. (Viitattu: 2.1.2016).
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_sahkolammitys
- Motiva (2016b). Kaukolämmön hinta. (Viitattu: 20.1.2017). <https://tinyurl.com/y96rghnd>
- Motiva (2016c). Matalaenergiatalon määritelmä. (Viitattu: 22.1.2017).
<https://tinyurl.com/y96rmx87>
- Nord Pool (2017a). The Power Market. (Viitattu: 15.1.2017).
<https://www.nordpoolgroup.com/the-power-market/>
- Nord Pool (2017b). About us. (Viitattu: 15.1.2017). <http://www.nordpoolspot.com/About-us/>
- Nord Pool (2017c). Intraday Market. (Viitattu: 15.1.2016).
<https://www.nordpoolgroup.com/the-power-market/Intraday-market/>
- Nord Pool (2017d). Price Formation. (Viitattu: 15.3.2017).
<https://tinyurl.com/yb7qddej>
- Nord Pool (2017e). History. (Viitattu: 15.1.2017).
<http://www.nordpoolspot.com/About-us/History/>
- Oxfordin sanakirja johtamisesta (2016). Integration. Law, J. A. (toim.) Dictionary of Business and Management: Oxford University. 6. painos. (Viitattu: 2.11.2016).
<https://tinyurl.com/y7qvupqm>
- Oxfordin sanakirja markkinoinnista. (2016). Vertical integration. Doyle, C. A. (toim.) Dictionary of Marketing: Oxford University Press. 4. painos. Viitattu: 2.11.2016. <https://tinyurl.com/yckbkb9b>
- Pape-Mustonen, T. (2016). Lukija: Suomen suurimmalla yritystukien saajalla ei ole ketään töissä eikä se maksanut yhtään veroja. *Maaseudun Tulevaisuus*, 24.10.2016. (Viitattu: 15.6.2017). <https://tinyurl.com/hzm7zqf>
- Paunio, M. (2016). Suomi vakavassa vaarassa. *Uusi Suomi*, 8.10.2016. (Viitattu: 14.6.2017).
<http://mikkopaunio.puheenvuoro.uusisuomi.fi/224061-suomi-vakavassa-vaarassa>
- Puolustusministeriö (2009). Pitkä sähkökatko ja yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen. Toimintasuunnitelma. (Viitattu: 1.8.2017)
https://www.defmin.fi/files/1436/pitka_sahkokatko_ja_yett.pdf
- Rouhiainen, V. & Mäkelä, J. & Mattila, A. (2013). *Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011*. Raportti. Helsinki: Motiva Oy. (Viitattu: 10.11.2015).
<https://tinyurl.com/y88thzjc>

- SmartGrid.gov (2017). *Synchrophasor Applications in Transmission Systems*. U.S. Washington D.C.: U.S Department of Energy. (Viitattu: 28.5.2017). https://www.smartgrid.gov/about_smartgridgov.html
- Schenk, E. & Guittard, C. (2009). *Crowdsourcing: what can be outsourced to the crowd, and why?* Workshop on Open Source Innovation, 7.12.2009. https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/439256/filename/Crowdsourcing_eng.pdf
- Soininvaara, O. (2016). Tuulivoiman syöttötariffi. (Viitattu: 15.6.2017). <http://www.soininvaara.fi/2016/01/12/tuulivoiman-syottotariffi/>
- Spector, J. (2016). Here's Everything New About Tesla's Updated Powerwall 2.0. *GreenTechMedia*, 7.11.2016. (Viitattu: 21.5.2017). <https://tinyurl.com/y7rjzpn0>
- SSS (2016). Carunan sähkönsiirron hintaan kova korotus – Energiavirasto seuraa siirtoyhtiöiden tuottoja. *Salon Seudun Sanomat*, 29.1.2016. (Viitattu: 23.9.2016). <https://tinyurl.com/y9c3n7dc>
- St1 (2017). St1:n geolämmön pilottihankkeen luotausporaus alkanut Espoossa. (Viitattu: 4.6.2017). <https://tinyurl.com/y9qjb7mh>
- Sutton, R. I. (2014). Eight Essentials for Scaling Up Without Screwing Up. HBR Blogs Network. *Harvard Business Review*. <https://tinyurl.com/y72xds4p>
- Sähkömarkkinalaki (2013/588). Sähkömarkkinalaki *.Finlex*. (Viitattu: 12.1.2017). <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>
- TEM (2016). *Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030*. Raportti. Helsinki: Suomen Työ- ja Elinkeinoministeriö (TEM). (Viitattu: 14.8.2017). <https://tinyurl.com/yamx5s68>
- TEM (2017). Työryhmä selvittää älyverkkojen mahdollisuudet sähkömarkkinoilla. (Viitattu: 22.11.2017). <http://tem.fi/alyverkot>
- Tesla (2017a). Powerwall. (Viitattu: 16.5.2017). <https://www.tesla.com/powerwall>
- Tesla (2017b). Tesla Gigafactory. (Viitattu: 20.5.2017). <https://www.tesla.com/gigafactory>
- Tesla (2017c). Tesla Fourth Quarter & Full Year 2016 Update. (Viitattu: 22.5.2017). <https://tinyurl.com/y8sq43y9>
- Tesla (2017d). Solar Roof. (Viitattu: 28.5.2017). https://www.tesla.com/fi_FI/solarroof
- Tilastokeskus (2016a). Uusiutuvilla energialähteillä tuotettu sähkön määrä ennätystasolla. (Viitattu: 18.1.2017). <https://tinyurl.com/y9dpwq6w>
- Tilastokeskus (2016b). Energian kokonaiskulutus laski 3 prosenttia vuonna. (Viitattu: 20.1.2017). <https://tinyurl.com/ycbgk3tc>

- Tilastokeskus (2016c). Maalämmön osuus lämmönlähteenä kasvussa. (Viitattu: 9.8.2017).
<https://tinyurl.com/y82jm3hx>
- Tilastokeskus (2017a). Energian tuonti ja vienti alkuperämaittain. (Viitattu: 19.1.2017).
<https://tinyurl.com/yamqwfdh>
- Tilastokeskus (2017b). Energian kokonaiskulutus nousi 2 % vuonna 2016. (Viitattu: 14.6.2017). <https://tinyurl.com/y7g6h3k2>
- Tilastokeskus (2017c). Energian hintojen nousu jatkui ensimmäisellä neljänneksellä. (Viitattu: 14.6.2017). <https://tinyurl.com/y8o76tef>
- Tilastokeskus (2017d). Käsitteet: sähkön ja lämmön yhteistuotanto. (Viitattu: 8.11.2017).
http://www.stat.fi/meta/kas/sahko_lampo_tuo.html
- Trafi (2017a). Liikennekäytössä olevat sähköautot. (Viitattu: 2.11. 2017).
<https://tinyurl.com/y9mxkgme>
- Trafi (2017b). Liikennekäytössä olevat hybridautot. (Viitattu: 2.11. 2017).
<https://tinyurl.com/y77r87no>
- Valtioneuvoston päätös (2013/857). Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista. *Finlex*. (Viitattu: 20.1.2017). <https://tinyurl.com/y7dzfbw7>
- Varonen, S. & Myllymäki, J. (2017). *Kotitalouden sähköntuotannon tuloverotus*. Syventävä vero-ohje. Helsinki: Verohallinto. (Viitattu: 15.6.2017).
<https://tinyurl.com/yb7cvw64>
- Vattenfall (2015). Sähkönkulutus omakotitalossa. (Viitattu: 18.11.2015).
<http://www.vattenfall.fi/fi/omakotitalo.htm>
- Vingerhoets, P. & Chebbo, M. & Hatziarguriou, N. (2016). *The Digital Energy System 4.0*. Raportti. Bryssel: European Technology and Innovation Platform. (Viitattu: 14.8.2017). <http://www.etip-snet.eu/wp-content/uploads/2017/04/ETP-SG-Digital-Energy-System-4.0-2016.pdf>
- Verohallinto (2017). Sähkön ja eräiden polttoaineiden vero. (Viitattu: 11.11.2017).
https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/tietoa-yritysverotuksesta/valmisteverotus/valmisteverolajit/sahko_ja_eraat_polttoaineet/

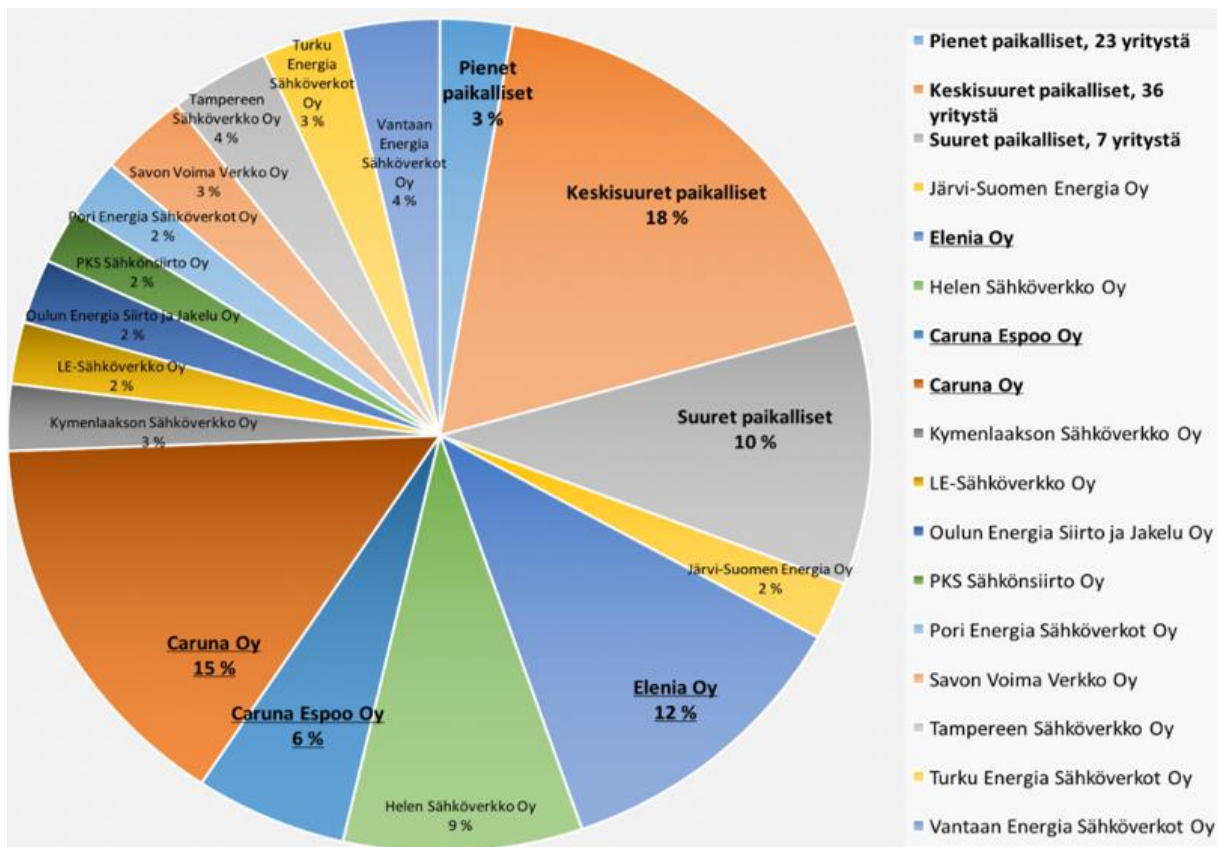
Liite 1: Kantaverkon ja jakeluverkkojen omistussuhteet

Kantaverkon ja useimpien ulkomaanyhteyksien omistajana sekä ylläpitäjänä toimii Fingrid Oyj. (Energiavirasto, 2017.) Kantaverkon omistus jakautuu suomalaisten julkisyhteisöjen (53,14 %) ja rahoitus- sekä vakuutuslaitosten kesken (46,83 %). Julkisyhteisöiden omistus jakautuu Suomen valtion (28,24 %) ja huoltovarmuuskeskuksen (24,90 %) omistuosuuksiin. Rahoitus- ja vakuutusyhtiöistä suurimmat omistajat ovat Aino Holdingyhtiö Ky (26,41 %) ja Keskinäinen Eläkevakuutusyhtiö Ilmarinen (19,88 %). Loput noin 0,5 % omistuksesta jakautuvat Valtion Eläkerahaston (0,03 %), Imatran Seudun Sähkö Oy:n (0,3 %), Vakuutusosakeyhtiö Henki-Fennian (0,18 %) ja Pohjola Vakuutus Oy:n (0,03 %) välillä. Nämä omistussuhteet on esitetty graafisesti alla olevassa liitteen kuviossa 1. Fingridin osakkeet jakaantuvat A- ja B-sarjan osakkeisiin yhtiöjärjestyksen mukaisesti siten, että yksi A-sarjan osake oikeuttaa useampaan ääneen kuin B-sarjan osake. Näitä ääniä käytetään äänestettäessä muun muassa yhtiökokouksessa sekä hallitusta valittaessa. Kattavan A-sarjan osakkeiden omistuksen vuoksi julkisyhteisöillä on hallussaan 70,87 % käytettävistä äänistä. (Fingrid, 2016.)



Liitteen kuvio 1. Fingrid Oyj:n omistajien osuudet yhtiön osakkeista (Fingrid, 2016)

Energiaviraston (2011) määräyksen 963/002/2011 mukaisesti tunnusluvut yhtiöiden verkkotoiminnan laajuudesta, taloudesta, kannattavuudesta, hintatasosta, tehokkuudesta ja laadun kuvastamisesta tulee toimittaa Energiavirastolle sekä julkaista yhtiöittäin julkisesti saataviksi. Liitteen kuviossa 2 kuvataan näiden tunnuslukujen pohjalta eri jakeluverkkoyhtiöiden osuudet niiden loppuasiakkaille siirtämästä ja laskuttamasta energiasta vuonna 2014. Liitteen kuviossa 2 hyödynnetään Energiaviraston kaikista jakeluverkkoyhtiöistä kokoamaa yhteistä koottua tiedostoa vuodelta 2014 (ks. Energiavirasto, 2016).



Litteen kuvio 2. Jakeluverkkoyhtiöiden osuudet loppukäyttäjälle siirretystä energiasta vuonna 2014 (mukaien Energiavirasto, 2016)

Litteen kuviossa 2 on yhdistelty paikallisesti toimivat, pienemmät yhtiöt jaoteltuna kolmeen ryhmään: pienet paikalliset ja vastaavat toimijat (sähkönsiirtoa alle 100 GWh/yritys), keskisuuret paikalliset ja vastaavat toimijat (100–499 GWh/yritys) ja suuret paikalliset (500–1000 GWh/yritys). Pienin ryhmä muodostuu 23:sta yrityksestä, keskisuuri 36:sta yrityksestä ja suuri ryhmä 7:stä yrityksestä. Vuonna 2014 siirretyn sähköenergian suhteen suurimpia toimijoita ei ole yhdistetty kyseisiin ryhmiin, vaan ne näkyvät kuviossa eriteltyinä.

Lähteet (Liite 1)

Energiavirasto (2017). Sähköverkon haltijat. (Viitattu: 22.9.2016).

<https://www.energiavirasto.fi/sahkoverkon-haltijat>

Energiavirasto (2016). Sähköverkkoliiketoiminnan tunnusluvut vuodelta 2014. (Viitattu: 23.9.2016). <https://www.energiavirasto.fi/web/guest/tunnusluvut2014>

Energiavirasto (2011). Määräys sähköverkkotoiminnan tunnusluvuista ja niiden julkaisemisesta. (Viitattu: 23.9.2016). <https://tinyurl.com/ydadl8jr>

Fingrid (2016). Osakkeet ja osakkeenomistajat. (Viitattu: 12.2.2016).

http://www.fingrid.fi/fi/sijoittajat/Osakkeet_ja_osakkeenomistajat/Sivut/default.aspx