

VAASAN YLIOPISTO
FILOSOFINEN TIEDEKUNTA

Anna Hallvar

**VARSINAIS-SUOMEN ENERGIANTUOTANTOJÄRJESTELMÄ
MUUTOKSESSA**

Sosioteknisen muutoksen tarkastelu monitasomallin avulla

Aluetieteen
pro gradu -tutkielma

VAASA 2017

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
KUVIOLUETTELO	3
TIIVISTELMÄ	5
1. JOHDANTO	7
1.1. Tutkimuksen tausta	7
1.2. Teoreettinen viitekehys	8
1.3. Tutkimusmenetelmät ja -kysymykset	9
2. KÄSITTEET JA MÄÄRITTELYT	11
3. KOMPLEKSISEN JÄRJESTELMÄN SOSIOTEKNINEN MUUTOS	14
3.1. Kompleksiset itseorganisoituvat järjestelmät	14
3.1.1. Itseorganisoituva järjestelmä	15
3.2. Järjestelmän polkuriippuvuus	18
3.2.1. Itseään vahvistavat mekanismit	19
3.2.2. Polkujen luominen	20
3.3. Sosiotekninen muutos	21
3.3.1. Monitasomalli	22
3.3.2. Tasojen välinen vuorovaikutus	24
4. MENETELMÄ JA AINEISTO	27
4.1. Teemahaastattelu aineistonkeruumetodina	27
4.2. Teoriasidonnainen sisällönanalyysi	28
4.3. Menetelmän soveltaminen aineistoon	29
5. AINEISTOANALYYSI	30
5.1. Energia-alan epävarmuus – maisemataso	32
5.1.1. Energiantuotantojärjestelmän sääntely-ympäristö	33
5.1.2. Energiantuotantojärjestelmän ennustamattomuus	36
5.2. Vuorovaikutuksen ja verkostojen hajanaisuus – regiimitaso	39

5.2.1. Polkuriippuva energiantuotantojärjestelmä	40
5.2.2. Uuden energiantuotannon polun luominen	42
5.3. Kokeilukulttuurin mahdollistaminen – niche-taso	44
5.3.1. Käytännön kokeiluja ja testausta	45
5.3.2. Maakunnan energiantuotantopotentiaalien hyödyntäminen	48
6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	51
LÄHDELUETTELO	57
LIITTEET	67
LIITE 1. Teemahaastattelurunko: julkinen sektori & koulutusorganisaatiot	67
LIITE 2. Teemahaastattelurunko: energiantuottajat	68

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Emergenssi muodostuu osien ja kokonaisuuden välisistä suhteista	17
Kuvio 2. Polkuriippuvuus syntyy bifurkaatiopisteistä	18
Kuvio 3. Geelsin monitasoiset siirtymät	22
Kuvio 4. Teknologinen regiimimuutos Geelsin monitasomallissa	23
Kuvio 5. Geelsin ja Schotin muutoksen typologiat dynaamisen monitasomallin näkökulmasta A. – B.	25
Kuvio 6. Geelsin ja Schotin muutoksen typologiat dynaamisen monitasomallin näkökulmasta C. – D.	26
Kuvio 7. Analyysin pääluokat tarkasteltuna Geelsin monitasomallin tasojen avulla	31

VAASAN YLIOPISTO**Filosofinen tiedekunta****Tekijä:**

Anna Hallvar

Pro gradu -tutkielma:

Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmä muutoksessa: Sosioteknisen muutoksen tarkastelu monitasomallin avulla

Tutkinto:

Hallintotieteiden maisteri

Oppiaine:

Aluetiede

Työn ohjaaja:

Seija Virkkala

Valmistumisvuosi:

2017

Sivumäärä: 68

TIIVISTELMÄ

Energiantuotanto aiheuttaa suurimman osan maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi tarvitaan kestävä ja uusiutuvaa energiantuotantoa korvaamaan nykyistä fossiilista tuotantoa. Suomessa energiantuotanto on vähitellen siirtymässä kohti uusiutuvaa ja hajautettua tuotantoa ja samalla energiantuotannon ratkaisuista tulee yhä alueellisempia ja paikallisempia.

Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän muutoksen tarkastelun viitekehyksenä toimii systeemiparadigma, jonka avulla tarkastelen energiantuotantojärjestelmää kompleksisena ja itseorganisoidutuvana järjestelmänä. Varsinaisen tarkastelutason tutkielmalle luo Geelsin sosioteknisen muutoksen monitasomalli, joka kuvaa muutosta yhdestä järjestelmästä toiseksi. Mallin avulla tarkastelen energiantuotantojärjestelmän muutosta eri tasojen avulla.

Tutkielma vastaa tutkimuskysymyksiin: Miten sosioteknisen monitasomallin eri tasot ilmenevät Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän muutoksessa? Monitasomalli koostuu maisema-, regiimi- ja niche-tasosta. Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän maisematasolla muodostuu järjestelmään epävarmuutta, joka mahdollistaa järjestelmän itseorganisoidutumisen. Regiimitaso aiheuttaa energiantuotantojärjestelmässä inertiaa ja aiheuttaa järjestelmän polkuriippuvuutta. Niche-tasolla syntyy energiantuotantojärjestelmään muutosta mahdollistavia innovaatioita.

Polkuriippuvuus ja itseorganisoidutuminen ovat energiantuotantojärjestelmän muutoksessa sen kaksi vastakaista puolta. Polkuriippuva järjestelmä jumiutuu vanhoihin toimintamalleihin, eikä etsi uusia ratkaisuja. Itseorganisoiduva järjestelmä taas etsii epätasapainotilojen kautta uusia ratkaisuja ja ohjaa itse itseään. Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmässä tulisi heikentää polkuriippuvuutta aiheuttavia mekanismeja ja antaa itseorganisoidutumiselle vastaavasti tilaa ja aikaa. Maakunnan tulee vahvistaa omia energiantuotannon potentiaaleja kokeilun ja testauksen avulla, koska niiden kautta avautuu mahdollisuus innovaatioille ja energiantuotantojärjestelmän muutokselle.

AVAINSANAT: energiantuotanto, järjestelmä, muutos, polkuriippuvuus, itseorganisoidutuminen, Varsinais-Suomi

1. JOHDANTO

1.1. Tutkimuksen tausta

Energiantuotanto on yksi merkittävimmistä ilmastonmuutosta aiheuttavien päästöjen lähteistä. Fossiiliset polttoaineet muodostavat noin 90 prosenttia globaalista energiantuotannosta (Worldwatch Institute 2013). Maailman primäärienergian kulutuksen arvioidaan IEA:n (International Energy Agency) laskelmien mukaan kasvavan vuodesta 2008 vuoteen 2035 mennessä 36 prosenttia, eli keskimäärin 1,2 prosenttia vuodessa (IEA 2016). Energiantuotanto aiheuttaa suurimman osan maailman kasvihuonekaasupäästöistä ja siksi ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi tarvitaan kestävää uusiutuvaa energiantuotantoa korvaamaan nykyistä fossiilista energiantuotantoa.

Entistä monimutkaisemmista ja kompleksista ilmiöistä johtuen energiantuotantojärjestelmän muutoksessa tarvitaan yhteiskunnan toimintamallien ja rakenteiden muutosta. Nykyiset energiantuotannon varannot ovat rajalliset ja varannot ehtyvät vähitellen, eikä uutta varantoa synny hyödynnettäväksi. Sitä vastoin virrat ovat ehtymättömät ja niiden tarjoama energiantuotannon potentiaali on rajaton. Vähitellen energiantuotantojärjestelmät ovat siirtymässä varannoista virtojen hyödyntämistä kohti.

Pariisin ilmastopöytäkirjassa tavoitteena on suunnata investointivirrat kohti vähähiilistä ja ilmastokestävää kehitystä, sekä mahdollistaa valtioiden sopeutuminen ilmastonmuutokseen. Suomen kasvihuonekaasujen päästövähennyksen tavoitteena on 39 prosenttia vuonna 2030 vuoteen 2005 verrattuna. Uusiutuvan energiantuotannon tavoitteena vastavasti on tuotannon kasvattamisen ja hyödyntämisen lisääminen siten, että uusiutuvien osuus tuotannosta on vuonna 2020 yli 50 prosenttia. (Valtioneuvoston selontekokansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030 2017: 11–14.)

Kiinnostukseni energiantuotannon mekanismeihin syntyi työskennellessäni Turun ammattikorkeakoulun hankkeessa, jossa selvitettiin Varsinais-Suomen energiantuotannon biomassapotentiaaleja. Hyvin nopeasti hankkeen edetessä minulle selvisi, että energiantuotantojärjestelmä on monitasoinen, eikä ole olemassa helppoja ja nopeita ratkaisuja bio-

massojen ja uusiutuvien energialähteiden osuuden kasvattamiseksi maakunnan energiantuotannossa. Itselleni heräsi kiinnostus selvittää lähemmin niitä mahdollisuuksia ja haasteita, jotka vaikuttavat maakunnan uusiutuvaan energiantuotantoon. Varsinais-Suomessa paikallista biopotentialia on hyödynnettävissä runsaasti, ja sillä voitaisiin korvata fossiilista energiantuotantoa (Hallvar 2014: 115; Simola & Kola 2010: 6–7). Laskelmani osoittivat, että maakunnan biomassapotentiaalit mahdollistaisivat lämpöenergian tuottamisen 50 prosenttisesti maakunnan omilla biomassoilla. Bioenergiantuotannon edistäminen ja tehostaminen Varsinais-Suomessa on riippuvainen vallitsevasta keskitetystä fossiilisesta energiantuotannosta, mutta myös muusta uusiutuvasta energiantuotannosta maakunnassa.

1.2. Teoreettinen viitekehys

Tarkastelen Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän muutosta kompleksisen systeemiparadigman näkökulmasta. Kompleksisen systeemiparadigman avulla pyrin ymmärtämään energiantuotantojärjestelmän muutosta, kehittymistä ja uudistumisprosesseja. Lähtökohtana paradigmalle toimivat kompleksisuus- ja kaaostutkimus, jotka määrittävät systeemin normaalitilaksi epävakauden. (Stähle 2004: 227.)

Energiantuotantojärjestelmän kompleksisuus johtuu järjestelmän monitasoisesta vuorovaikutuksesta. Energiantuotantojärjestelmän muutoksen tarkastelun teoreettisena välineenä ja mallina toimii tutkielmassa Frank Geelsin (2002) monitasomalli (*Multi Level Perspective*). Vaikutteet kompleksisesta järjestelmäteoriasta näkyvät Geelsin esittämän sosioteknisen muutoksen teorian taustalla. Tutkielma painottuu monitasomallin kautta muutokseen vaikuttaviin tekijöihin: polkuriippuvuuteen, joka osaltaan hidastaa muutosta ja innovaatioihin, jotka mahdollistavat muutosta.

Tutkielman teoreettisena viitekehysenä toimii Geelsin (2002) sosioteknisen muutoksen malli. Sosioteknisessä järjestelmässä yhdistyvät teknologian ja ihmisen välinen vuorovaikutus. Energiantuotantojärjestelmä on monitasoinen, kompleksinen ja vuorovaikutteinen ja siksi muutoksen ymmärtäminen vaatii uudenlaisia lähestymistapoja. Kompleksisuusajattelun kautta voidaan täydentää perinteistä systeemiteoriaa kiinnittämällä huomiota

energiantuotantojärjestelmän vuorovaikutussuhteisiin. Kompleksisuusajatteluun sisältyvät oletukset energiantuotantojärjestelmän kehityksen epälineaarisuudesta, kytkeytyneisyydestä ja polkuriippuvuudesta.

Polkuriippuvuudella tarkoitetaan sitä, että aiemmat valinnat ohjaavat tulevia valintoja aikaisempien valintojen suuntaan. Polkuriippuvuutta on selvästi nähtävissä energiantuotantojärjestelmissä. Uusiutuvan energian käyttöönottoa on tutkittu monitasomallia hyödyntäen (Geels & Raven 2006; Verbong & Geels 2007). Raven (2006) on tutkinut energiantuotannon vaihtoehtoja. Verbong ja Geels (2007) ovat tutkineet uusiutuvan energian hyödyntämistä sähköntuotannossa. Kern ja Smith (2008) ovat hyödyntäneet monitasomallia tutkiessaan siirtymää kohti kestävämpää energiantuotantoa. Unruh (2000) on tutkinut puolestaan hiilituotannon lukkiutumia energiantuotannossa. (Aumanen 2010: 13.)

1.3. Tutkimusmenetelmät ja -kysymykset

Tutkielma on empiirinen tapaustutkimus, jossa on tavoitteena kuvailla Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän toimijoiden näkemyksiä energiantuotantojärjestelmän muutoksesta. Pääasiallisena tiedonkeruumetodina tutkielmassani käytin teemahaastatteluja. Haastattelujen tavoitteena oli löytää bioenergiantuotannon toimijankentän näkemyksiä Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän vahvuuksista ja heikkouksista muutoksessa kohti uusiutuvaa energiantuotantoa. Teemahaastattelut toteutettiin 13 bioenergiantuotantojärjestelmän toimijalle 30.5 – 13.6.2016 välisenä aikana.

Tutkielman haastateltavat valikoituvat Triple helix -mallin avulla. Varsinais-Suomen bioenergiantuotannon toimijakenttä muodostui kolmesta eri sektorista: bioenergiantuottajista, julkisen sektorin toimijoista ja koulutusorganisaatioista. Haastateltavat ovat toimijoita bioenergiantuotannon eri sektoreilta. Osa bioenergiantuotannosta on vakiintunutta ja järjestelmät ovat pitkälle kehittyneitä. Tästä esimerkkinä ovat alueen hakepolttolaitokset. Bioenergiantuottajiksi voidaan laskea myös biokaasulaitokset, jotka ovat vasta kehityksensä alkutaipaleella. Bioenergiantuotannossa on monta energiantuotantotapaa ja monta raaka-ainetta sekä energianlähdettä. En rajannut tutkielmassani bioenergiaa tar-

kasti tiettyihin tuotantotapoihin tai raaka-aineisiin, vaan tarkoituksena oli antaa haastatteluvien määrittää bioenergia omista lähtökohdistaan käsin. Tämän seurauksena tutkielman fokus laajeni koskemaan laajemmin uusiutuvaa energiantuotantoa bioenergiatuotannon sijaan.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten sosioteknisen monitasomallin maisemataso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosioteknisessä muutoksessa?
2. Miten sosioteknisen monitasomallin regiimitaso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosioteknisessä muutoksessa?
3. Miten sosioteknisen monitasomallin niche-taso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosioteknisessä muutoksessa?

Johdannon jälkeen määrittelen tutkielman viisi keskeistä käsitettä. Käsitteiden jälkeen tarkastelen tutkimukseni teoreettista viitekehystä. Neljännessä luvussa esittelen tutkimusaineiston ja menetelmän. Viidennessä luvussa analysoin haastattelujen kautta saatua aineistoa teoreettisen viitekehysten pohjalta. Tutkielman analyysiosa jäsentyy Geelsin monitasomallin tasojen mukaan. Kuudennessa luvussa vastaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Kuudennessa luvussa on analyysin pohjalta koottu yhteenveto ja Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän muutokseen liittyvää pohdintaa.

2. KÄSITTEET JA MÄÄRITTELYT

Systemi

Energiantuotantojärjestelmää voidaan pitää systeeminä, joka koostuu eri osista ja osien välisistä suhteista (Jalonen 2007: 59). Systeemin osat voivat kukin muodostaa oman systeeminsä. Energiantuotantojärjestelmä muodostaa sen eri osien avulla ”kokonaisuuden, joka on enemmän kuin osiensa summa” (Stähle 1998: 13–15). von Bertalanffy (1968) määritteli esittäessään yleisen systeemiteorian (*General Systems Theory*) systeemin itsenäiseksi kokonaisuudeksi, joka ylläpitää itseään osiensa keskinäisten vuorovaikutusten kautta (Peltoniemi, Isoaho, Hämäläinen, Nurmi & Nummela 2004: 6).

Systeemit jaetaan suljettuihin ja avoimiin systeemeihin. Avoimet systeemit muuttuvat hallitusti koko ajan ja pyrkivät kohti tasapainoa. Avoin systemi kommunikoi ympäristönsä kanssa. Se voi valita eri vaihtoehdoista tulevaisuutensa. (Stähle 2004: 224.) Suljettu systeemin on suljettu suhteessa ympäristöönsä (Jalonen 2007: 59). Dynaamiset systeemit ovat kompleksisia ja kehittyvät oman sisäisen dynamiikkansa avulla. Dynaamisen systeemin sisäistä prosessia kannattelevat palautesyklit, jotka aiheuttavat systeemin kyvyn itseorganisoitua. Itseorganisoituminen on Prigoginen (1967) mukaan systeemin yleinen ominaisuus. (Stähle 2004: 229.)

Kompleksisuus

Systemi muodostuu osista ja kompleksisuus syntyy osien välisestä vuorovaikutuksesta. Kompleksisuutta voidaankin ajatella systeemien luonnollisena osana. (Jalonen 2007: 150). Kompleksisessa systeemissä sen osia on vaikea erottaa toisistaan, koska ne ovat tiiviissä vuorovaikutuksessa toistensa kanssa ja muodostavat monimutkaisen kokonaisuuden. Kompleksisuus muodostuu systeemissä osiensa kautta, eikä osia tarkastelemalla voida ymmärtää systeemin kompleksisuutta. (Gershenson & Heylighen 2004; Peltoniemi ym. 2004: 18.)

Muutos

Muutoksella viitataan siihen, että tarkasteltavan järjestelmän tila on erilainen siirryttäessä yhdestä ajanhetkestä toiseen ajanhetkeen (Mannermaa 1991: 233–234). Muutosta ei tapahdu tasapainoisessa systeemissä, vaan muuttuakseen systeemin on oltava epävakaa. Nykyään muutos nähdäänkin systeemin normaaliksi tilaksi (Weick & Quinn 1999; Tsoukas & Chia 2002). Muutoksen hyvyyttä tai huonoutta ei voida määrittää suhteuttamalla muutosta systeemin arvoihin tai päämäärään (Sotarauta & Karppi 2009: 98).

Polkuriippuvuus

Polkuriippuvuudella ymmärretään systeemien uudistumista tai uudistumattomuutta (Boschma & Frenken 2006: 19; Pulkkinen 2007: 33; Schienstock 2004: 4). Polkuriippuvuuden perusajatuksena on, että systeemin nykyiset valinnat ohjaavat niitä tulevaisuuden valintoja, joita systeemi voi tehdä. Tehdyt valinnat rajaavat toisia valintoja ja mahdollistavat toisia. Valinnoista syntyy polku, johon systeemin tulevat valinnat perustuvat. (Arthur 1989, 1990).

Innovaatio

Innovaatio on idea, käytäntö tai väline, joka on omaksujalleen, yksilölle tai ryhmälle uusi. Oleellista on, että omaksuja ei ole vielä kyennyt muodostamaan joko hyväksyvää tai hylkäävää kantaa innovaatioon. (Laitinen 2008: 8; Rogers 2003: 12.) Usein innovaatio näytetään itsestäänselvytenä. Innovaatio voi olla luonteeltaan vähittäistä muutosta aiheuttava. Innovaatio voi olla aiempia käytäntöjä kokonaan muuttava asia tai ilmiö. (Ruuskanen 2004: 322)

Energiantuotantojärjestelmä

Määrittelen tutkielmassani Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosiotekniseksi järjestelmäksi, jossa yhdistyy teknologia ja ihmiset. Maakunnan energiantuotantojärjestelmässä vaikuttavat energiantuottajat ja -kuluttajat. Myös energian siirtoverkot ja järjestelmät kuuluvat energiantuotantojärjestelmän tarkastelutasoon. Tutkielmassa painottuu hajautetun ja keskitetyn energiantuotannon rooli. Hajautettu energiantuotanto on

vaikeasti määriteltävä kokonaisuus, jota on mahdollista tarkastella useasta eri perspektiivistä. Määrittelen hajautetun energiantuotannon mittakaavaltaan pienimuotoiseksi (1 – 20 MW) uusiutuviin energiamuotoihin perustuvaksi lähienergiantuotannoksi.

Tutkielman näkökulman mukaan maakunnan nykyinen energiantuotantojärjestelmä on keskitettyä, koska isot tuotantoyksiköt tukevat stabiilia tehokasta energiantuotannonjärjestelmää. Järjestelmää voisi tarkastella myös hajautettuna järjestelmänä, koska tuotantolaitokset ovat sijoittuneet hajautetusti ympäri maakuntaa. Tutkielmassa kuitenkin painotui pienen mittakaavan laitosten merkitys energiantuotantojärjestelmän muutoksen mahdollistajana, joten suurien tuotantoyksiköiden vuoksi määrittelen Varsinais-Suomen energiantuotannon keskitetyksi.

3. KOMPLEKSISEN JÄRJESTELMÄN SOSIOTEKNINEN MUUTOS

Sosiotekninen lähestymistapa antaa tutkielman näkökulman sosiaalisten ja teknisten ulottuvuuksien merkitysten tarkastelulle energiantuotantojärjestelmässä. Burnes (2004: 987–988) painottaa, että järjestelmää ei pitäisi kehittää eristyksissä sen sosiaalisesta ulottuvuudesta. Sosiotekninen lähestymistapa pyrkii sosiaalisen ja teknisen välisen vuorovaikutuksen ymmärtämiseen. Sosiotekninen tutkimussuuntaus syntyi, kun ymmärrettiin, ettei teknologian ja ihmisen välistä rajapintaa osattu hahmottaa. Herrmannin (2003: 62–63) mukaan sosiaalinen ja teknologinen osa ovat välttämättömiä sosiotekniselle järjestelmälle, koska ilman sosiaalista tai teknologista osaa ei ole sosioteknistä järjestelmää.

3.1. Kompleksiset itseorganisoituvat järjestelmät

Tarkastelen energiantuotantojärjestelmän sosioteknistä muutosta kompleksisen systeemi-paradigman kautta, joka luo näkökulman tutkielmani teoreettiselle tarkastelulle. Perustan paradigmojen jaottelun Stählen (2004) artikkeliin ”Itseuudistumisen dynamiikka”. Systeemiajattelun muodostaa kolme paradigmaa. Ensimmäisessä paradigmassa keskitytään mekaanisiin järjestelmiin, joissa esiintyy säännönmukaisuuksia ja pysyvyyttä. Toinen paradigma perustuu von Bertalanffyn (1968) avoimien systeemien teoriaan, jossa systeemit nähdään toistensa ja ympäristön kanssa kommunikoivina. Kolmatta systeemi-paradigmaa kutsun tutkielmassani kompleksiseksi systeemi-paradigmaksi. Paradigma keskittyy systeemin kykyyn sisäiseen muutokseen. Tarkastelen kolmannen paradigman kautta energiantuotantojärjestelmää, jonka normaalitila nähdään tutkielmassa tasapainottomana ja kaottisena. (Stähle 2004: 227–228.) Dynaamisen systeemin osien ja kokonaisuuden välisestä vuorovaikutuksesta muodostuu kompleksinen kokonaisuus. Systeemistä muodostuu kokonaisuutta ei voi ennakoida tarkastelemalla sen osia. (Jalonen 2007:143.) Tutkielman tavoitteena ei ole käydä kompleksisuusteorioita kattavasti läpi, vaan luoda näkökulmaa energiantuotantojärjestelmän muutokseen, jossa muutoksen lähteenä on järjestelmän epävarmuus ja tasapainottomuus.

Energiantuotantojärjestelmän muutosta luonnehtii informaation moniselitteisyys ja epävarmuus. Kompleksiset järjestelmät lisäävät kehityksen epävarmuutta sekä keskinäistä riippuvuutta. Tämä johtuu kompleksisille systeemeille ominaisista odottamattomista seurauksista ja epälineaarisista suhteista. Systemi voi olla avoin tietyille muutoksille ja samaan aikaan välinpitämätön toisille. (Jalonen 2007: 60–61; Stacey 1993: 23–28).

Mitleton-Kellyn (2003: 37–38) määrittelyn mukaan kompleksisen systeemin peruskomponentin muodostaa kytkeytyneisyys ja vuorovaikutus, joiden kautta ulkoinen ja sisäinen informaatio välittyy koko systeemiin. Hänen mukaan vuorovaikutuksesta johtuu, ettei kompleksisen järjestelmän yksityiskohtia voi ennakoita ja kytkeytyneisyys puolestaan vaikuttaa siihen, että systeemin kokonaisuus on enemmän kuin sen osien yhteenlaskettu summa. Ståhlen (2004: 232–233) mukaan systemi ei voi itseorganisoitua ilman palauteprosesseja (*feedback*) ja hän yhdistää palautteen systeemin iteraatioon. Yhteisevoluution (*co-evolution*) avulla voidaan selittää systeemin ja sen toimintaympäristön kehitystä (Mitleton-Kelly 2003: 28). Yhdenkään systeemin kehitys ei ole riippuvainen ainoastaan siitä itsestään, koska kompleksinen systemi on riippuvainen muista systeemin osista ja vuorovaikutussuhteista (Kauffman 1993: 237–238).

Itseorganisoituva järjestelmä muodostaa monimutkaisia kokonaisuuksia yksinkertaisista rakenteista ja emergenssillä tarkoitetaan jotain uutta, joka syntyy järjestelmässä itseorganisoitumisen kautta sattumalta. Itseorganisoituva järjestelmä muokkaa itse omaa tulevaisuuttaan, eikä huomioi systeemin ulkopuolelta kohdistuvaa ohjeistusta tai määräyksiä. (Stacey ym. 2000: 262.) Itseorganisoituminen ja emergenssi nähdään kompleksisuuden käsitteinä, jotka ovat toisiinsa kytkeytyviä (Jalonen 2007: 162).

3.1.1. Itseorganisoituva järjestelmä

Valitsin Ilya Prigoginen näkökulman itseorganisoituvista järjestelmistä tutkielmaani, koska sen avulla pystyn tarkastelemaan järjestelmän uusiutumista ja kehittämisprosesseja. Prigogine (1976) totesi tutkimustensa pohjalta, että itseorganisoituminen on systeemin yleinen ominaisuus. Energiantuotantojärjestelmän muutosta analysoitaessa Prigogi-

nen (1976) teoria antaa aineksia järjestelmän uudistumisprosessien ymmärtämiseen. Kaottisuus ja epäjatkuvuus nähtiin alun perin systeemin häiriötiloina, kunnes Lorenz (1963) toi tutkimuksillaan esille, että kaottisuus ja epäjatkuvuus kuvaavat systeemin normaalitilaa (Stähle 2004: 226). Itseuudistuvia systeemejä ovat tutkineet myös Humberto Maturana ja Fransesco Varela (1991). He korostavat systeemin ytimen merkitystä itseuudistumiselle. Lorenzin, Prigoginen sekä Maturanan ja Varelan näkemyksissä systeemi nähdään epälineaarisenä ja ennakoimattomana. (Jalonen 2007: 149–150.) Prigogine näki itseorganisoitumisen radikaalin uudistumisen näkökulmasta (Stähle 2004: 232–233).

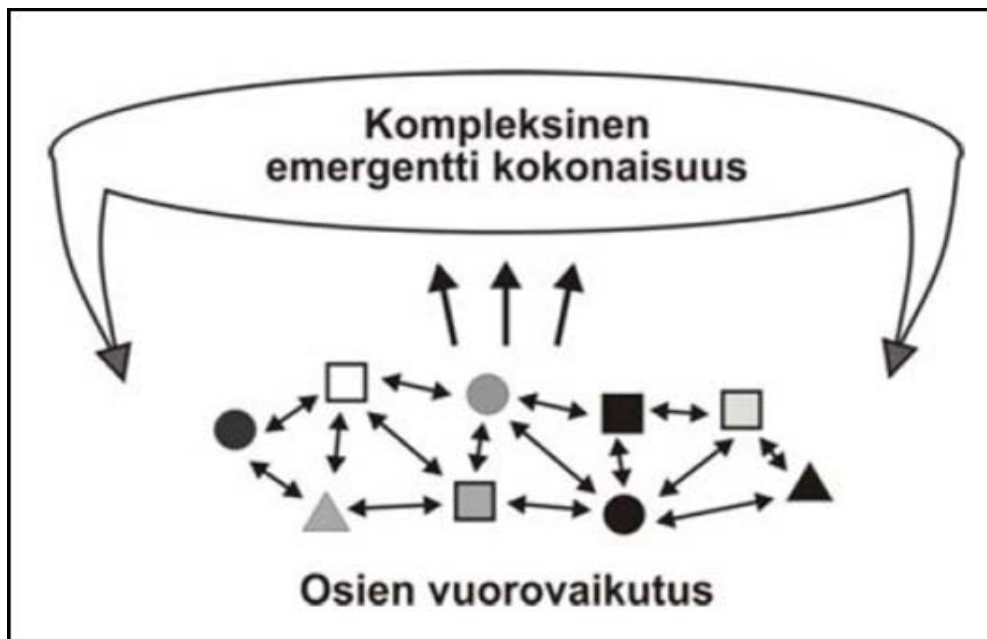
Itseorganisoitumisen prosessin kokonaiskuvan luomiseksi nostan esiin viisi Prigoginen käsitettä. Prigoginen teorian ydinkäsitteitä ovat: kaukana tasapainosta (*far from equilibrium*), entropia, iteraatio, bifurkaatio ja ajassa eteneminen. Itseorganisoituville systeemeille ajan hallitseminen on olennainen asia. (Stähle 2004: 234–235.) Systeemi ajautuu ulkoisten paineiden vuoksi kaaokseen tai epäjärjestyksen tilaan ja tämän jälkeen systeemi organisoituu taas uudelleen. Prigoginen mukaan uusi järjestys syntyy kaaoksen ja tasapainottomuuden kautta. (Prigogine & Stengers 1984: 178, 278, 292; Prigogine 1980: 100, 123.)

Kompleksisessa sosioteknisessä systeemissä informaatiota voidaan pitää entropian lähteenä (Jalonen 2007: 161). Itseorganisoituakseen systeemi tarvitsee entropian tuottamaan tasapainottomuutta (Stähle 2004: 231). Prigoginen mukaan kyky tuottaa ja poistaa entropiaa määrittävät systeemin mahdollisuuden itseorganisoitumiseen (Prigogine 1980: 123; Prigogine & Stengers 1984: 292). Iteraatiolla tarkoitetaan palauteprosesseja, jotka välittävät systeemin informaation ja uudet rakenteet kaikkialle. Iteraatio levittää informaatiota systeemin läpi ja sen seuraukset moninkertaistuvat ja yksittäiset tapahtumat saavat itseään suurempia seurauksia. (Prigogine & Nicolis 1989: 72, 219; Prigogine 1976: 95; Prigogine & Stengers 1984: 154.)

Bifurkaatiolla tarkoitetaan systeemin valinnan mahdollisuutta. Valinnan mahdollisuus avautuu silloin, kun systeemi on kaukana tasapainotilastaan. Bifurkaatio muodostaa aina uuden ratkaisun, joka ei ole looginen jatkumo edelliseen ratkaisuun. (Prigogine 1980: 105; Stähle 2004: 232.) Systeemin polkuriippuvuus syntyy bifurkaatiopisteissä tehdyistä

valinnoista, jotka ohjaavat tulevia valintoja menneiden valintojen suuntaisiksi. Bifurkaatiota voidaan ajatella myös innovaation lähteenä. (Prigogine & Nicolis, 1989: 74; Ståhle 2004: 233.) Bifurkaatiopisteessä entropian määrä laskee ja syntyy uusi järjestys (Prigogine & Stengers 1984: 169; Ståhle 2004: 233).

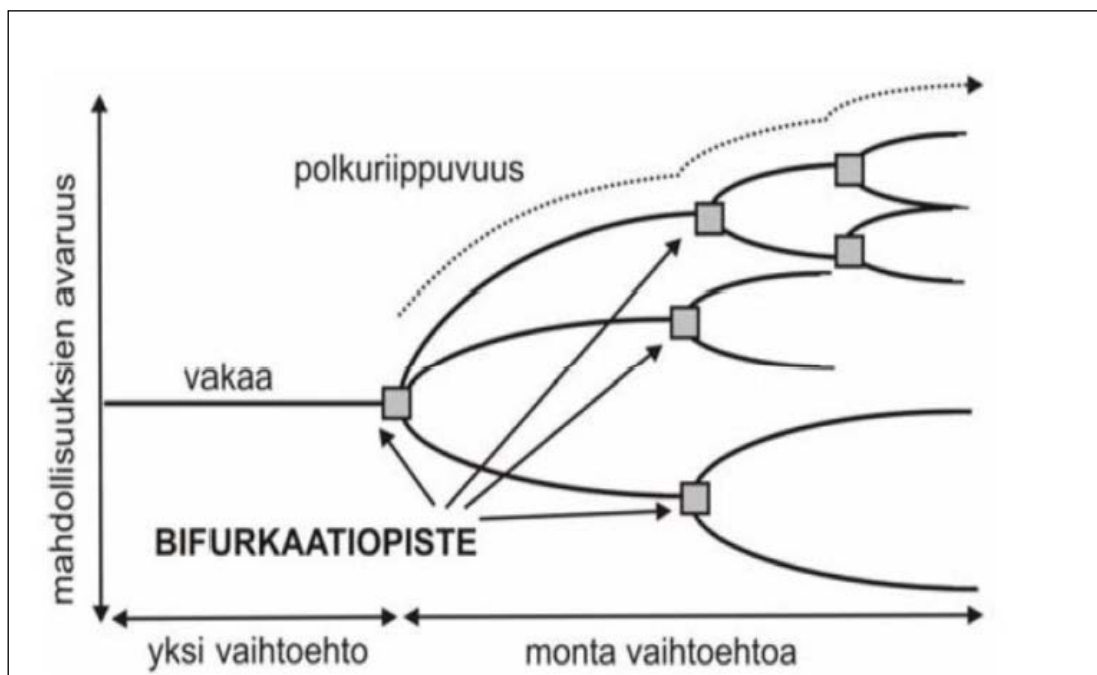
Systeemin itseorganisoitumisesta seuraa emergenttejä kehityskulkuja. Emergenssi on uusien rakenteiden ja toimintamallien kehittymistä kompleksisissa itseorganisoituvissa järjestelmissä (Kuvio 1) (Jalonen 2007: 162). Itseorganisoituessa systeemin kompleksisuus lisääntyy ja se on seurausta systeemin osien välisestä vuorovaikutuksesta (Jalonen 2007: 162; Mitleton-Kelly 2003: 40–42). Itseorganisoitumisen kautta syntyvää emergenssiä ei voida sen osien vuorovaikutuksen vuoksi johtaa takaisin emergenssin synnyttäneiden osien ominaisuuksiin tai toimintaan. (Anderson 1999: 221; Jalonen 2007: 161.)



Kuvio 1. Emergenssi muodostuu osien ja kokonaisuuden välisistä suhteista (Sotarauta 1996: 97).

3.2. Järjestelmän polkuriippuvuus

Polkuriippuvuudella (*path dependence*) viitataan kehitykseen, jossa järjestelmän aiemmat valinnat ohjaavat seuraavia valintoja. Valinnat ovat järjestelmän kehityksessä joko mahdollistavia tai rajaavia. Polkuriippuvuuteen yhdistetään kompleksisuusteoriassa bifurkaatiot ja bifurkaatiopisteiden kautta avautuva mahdollisuuksien avaruus. Innovaatiot ovat bifurkaatiopisteissä tapahtuvia uusia ideoita. (Jalonen 2007: 166; Mitleton-Kelly 2003: 34.) Polkuriippuvuuden perusidean mukaisesti tapahtumat ovat riippuvaisia aiemmista tapahtumista. Polkuriippuvuudessa on kyse tekijöistä, jotka asettavat järjestelmän muutokselle ehtoja. Nämä tekijät lukkiuttavat käytäntöjä ja ajattelutapoja tiettyihin polkuihin. (Mahoney 2000; Martin & Sunley 2006.). Järjestelmä on polkuriippuva, kun tietty valinta tukee seuraavaa valintaa samansuuntaiseksi. Riittävän pitkään samaa polkua edenneiden valintojen ja prosessien kohdalla tapahtunutta ei pystytä enää peruuttamaan. (Basanini & Dosi 2001: 43; Pierson 2000: 251; Schienstock 2004: 12.)



Kuvio 2. Polkuriippuvuus syntyy bifurkaatiopisteistä (perustuu Mitleton-Kelly 2003 ja Aula 1999, alun perin Nicolis & Prigogine 1989).

Järjestelmän kehityspolussa on erilaisia vaiheita. Stabiilissa vaiheessa vallitsevat deterministiset lait ja epästabiili vaihe sisältää bifurkaatiopisteitä, joissa järjestelmällä on valinnan mahdollisuus (Kuvio 2) (Mitleton-Kelly 2003: 34–35; Ståhle 2004: 233). Bifurkaatiopisteiden tunnistamisessa ja niihin reagoimisessa olennaista on ymmärtää ajoituksen merkitys (Prigogine 1967: 235; Ståhle 2004: 235). Solmukohtien vaihtoehdot muodostavat mahdollisuuksien avaruuden (*space of possibilities*) (Kuvio 2). Siirryttäessä yhdestä bifurkaatiopisteestä toiseen, on oikean ajoituksen näkökulma tärkeä. Systemin ajautuessa yhä kauemmaksi tasapainotilastaan ja mahdollisuuksien avaruuden auetessa systeemi voi tehdä valinnan tarjolla olevista vaihtoehdoista. Systemin muutos uuteen tasapainotilaan tapahtuu hyppäyksenä bifurkaatiopisteen kautta. Bifurkaatiopisteessä systeemi hylkää informaatiota ja uuden valinnan myötä syntyy uusi järjestys. Bifurkaatio tapahtumana on aina myös innovaation lähde. (Ståhle 2004: 233–235; Jalonen 2007: 280.)

Järjestelmän polkuriippuvuus voi muodostua lukkiutumaksi, jossa järjestelmä lukkiutuu noudattamaan tiettyä kehityksen polkua (Martin & Sunley 2006: 400). Tässä tutkielmassa lukkiutumaa tulkitaan energiantuotantojärjestelmän heikentyneenä kykynä itseorganisoiutumiseen. Lukkiutuma ei ole polkuriippuvuuden automaattinen taipumus, vaan pikemmin lopputulos tai malli (Martin & Sunley 2006: 418). Davidin (2001) mukaan lukkiutuneen järjestelmän sisäsyntyinen muutos lakkaa. Martin ja Sunley (2006: 406) tulkitsevat Davidia (2001) siten, että lukkiutuma on stabiili tila, josta irrottautuakseen järjestelmä tarvitsee ulkopuolisen ärsykkeen. (Pulkkinen 2007: 34–35.)

3.2.1. Itseään vahvistavat mekanismit

Käsittelen energiantuotantojärjestelmän polkuriippuvuutta Brian Arthurin itseään vahvistavan epälineaarisen polkuriippuvuusprosessin ja Paul Davidin polkuriippuvuusmallin kautta. Heidän erittelemät itseään vahvistavat mekanismit perustuvat taloudellisiin seikkoihin ja riippuvuussuhteisiin muiden toimijoiden kanssa. David (1985: 334) viittaa suuruuden ekonomiaan, investointien näennäiseen peruuttamattomuuteen sekä toimintojen keskinäisriippuvuuteen. Arthur (1994) erottaa itseään vahvistavista mekanismeista suuret

kiinteät kustannukset, oppimisvaikutukset, koordinoitvaikutukset sekä itseään vahvistavat odotukset. (Kairamo 2012: 7.) Tarkastelen energiantuotantojärjestelmän itseään vahvistavia mekanismeja Arthurin (1994) jaottelun mukaisesti.

Taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna sidotut pääomat ja kustannustehokkuuteen pyrkiminen ohjaavat pysymään tehdyssä valinnassa. Vaihtoehtoisiin ratkaisuihin ei haluta panostaa varsinkaan teknologian osalta, koska uudistukset ovat tyypillisesti kalliita, vaikka ratkaisut olisivat parempia ja tehokkaampia. Energiantuotantojärjestelmien inertia muutoksia vastaan johtuu pitkistä investointisykleistä infrastruktuuriin ja tuotantolaitoksiin. (Kairamo 2012: 5; Schienstock 2004: 5–6.)

Tuotantomäärien kasvaessa ja kokemuksen lisääntyessä oppimisvaikutukset ilmenevät alenevina kustannuksina. Uudet ja tehokkaammat ratkaisut eivät riitä houkuttelemaan siirtymistä toimivasta ja tehokkaasti hyödynnettävästä järjestelmästä pois. (Arthur 1994.) Useammat samaa ratkaisua hyödyntävät toimijat kasvattavat koordinointi- ja verkosto-vaikutuksia. Toimijoiden valitessa tietyn ratkaisun sen ympärille alkaa kehittyä muita toimintoja jotka kannustavat yksittäisen toimijaa liittymään mukaan ratkaisun toimintaympäristöön. (Kairamo 2012:7-8.) Itseään vahvistavilla odotuksilla Arthur (1994) tarkoittaa sitä, tietty ratkaisu kerää luottamusta yleistyessään ja saavuttaessaan laajemman toimintaympäristön.

3.2.2. Polkujen luominen

Garudin ja Karnøen (2001) polun luomisen käsite liittyy vahvasti polkuriippuvuuden käsitteeseen. Se eroaa kuitenkin historiaan painottuvasta polkuriippuvuudesta. Polun luomisessa toimijat ovat kehitysprosessin sisällä, kun taas polkuriippuvuudessa toimijat katsovat tapahtumaa ulkopuolisena. (Kairamo 2012: 9.) Tutkielman kannalta energiantuotantojärjestelmän uuden polun luominen on yhtä kiinnostava, kuin nykyisen järjestelmän polkuriippuvuuden mekanismit. Energiantuotantojärjestelmän muutoksen kannalta uuden polun luominen on avain asemassa.

Polkujen luominen kuvaa aktiivisten toimijoiden uuden toimintavan luomista järjestelmän sisältä. Uutta polkua luotaessa on vanhoista toimintamalleista poikettava. Asioita ei voida tehdä enää samalla tavalla ja uusien toimintatapojen omaksuminen aiheuttaa aluksi tehottomuutta. (Garud & Karnøe 2001: 23–24; Kairamo 2012: 9.) Uuden luomisessa on kyse asteittaisista muutoksista, joita toteutetaan suunnitellusti yhdessä eri toimijoiden kanssa. Garud ja Karnøe (2001: 2–3) kutsuvat uusia kehityspolkuja luovia toimijoita yrittäjiksi (*entrepreneurs*). Muutosvoima uudelle polulle saavutetaan aktivoimalla tärkeät toimijat (Garud & Karnøe 2001: 3; Kairamo 2012: 9). Garud ja Karnøe (2001: 11–12) puhuvat siirtymästä, kerrostumisesta ja muuntumisesta. Uuden polun luomiseen kuuluu kolme eri vaihetta: vanhojen polkujen horjuttaminen, uuden polun vahvistaminen ja verkostojen tehokas hyödyntäminen. (Lovio ym. 2011: 275.)

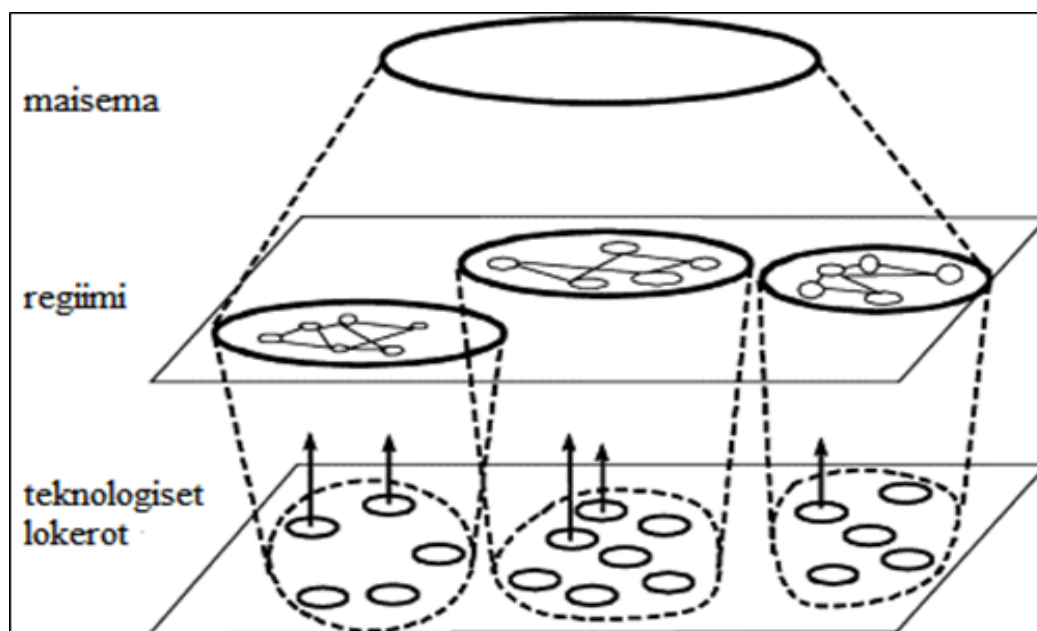
3.3. Sosiotekninen muutos

Sosioteknisessä muutoksessa tekninen ja sosiaalinen toimintaympäristö ovat vuorovaikutuksessa keskenään ja muokkaavat toisiaan (Bijker ja Law 1992). Rotmansin, Kempin, ja van Asseltin (2001) mukaan teknologinen siirtymä on sosiaalinen prosessi. Siirtymässä järjestelmä muuttuu rakenteellisesti. Sosioteknisellä muutoksen mallilla pyritään kuvaamaan kompleksisen järjestelmän muutosdynamiikkaa (Geels 2002, 2004; Geels & Schot 2007).

Tarkastelen kompleksisen järjestelmän sosioteknistä muutosta Geelsin monitasomallin avulla. Sosiotekninen järjestelmä on tutkielmassa liitetty yhteen innovaatioiden kanssa, koska tutkielmassa energiantuotantojärjestelmän innovaatiot nähdään impulssina muutoksen aikaansaamiseksi. Sosioteknisen monitasomallin avulla tarkastellaan järjestelmän siirtymistä toiseen toimintamalliin. Siirtyminen vaatii innovaatioita, jotka korvaavat aikaisemmat toimintamallit uusilla käytännöillä. Muutosta on haastava hallita, koska sosiotekninen järjestelmä on monimutkainen ja kykenee itseorganisoitumaan. Lähtökohdina tutkielmassa on näkemys siitä, että järjestelmän muutos edellyttää eritasoisten kehityskulkujen keskinäistä vuorovaikutusta, jonka seurauksena avautuu mahdollisuuksien avaruus. (Geels & Schot 2007: 408.)

3.3.1. Monitasomalli

Monitasomallin avulla Geels (2002) kuvaa muutosta yhdestä järjestelmästä toiseen. Geelsin (2002) malli sosiotekniselle muutokselle koostuu kolmesta tasosta: maisema (*landscape*), regiimi (*regime*) ja teknologiset lokerot (*niche*) (Kuva 3) (Aumanen 2010: 10–11). Monitasomallin kolmea tasoa voidaan tarkastella toisiinsa vaikuttavina elementteinä. Maisema on regiimin ulkopuolinen taso toimijoiden vuorovaikutukselle ja muodostaa mallin makrotason. Regiimi on mallin mesotaso, joka viittaa toimintaa mahdollistaviin ja haittaaviin sääntöihin. Innovaatioita syntyy teknologisissa lokeroissa monitasomallin mikrotasolla. Lokerot tarjoavat uusille innovaatioille suojatun kasvun ja kehittymisen ympäristön. (Aumanen 2010: 17–18; Geels 2002: 1260.)

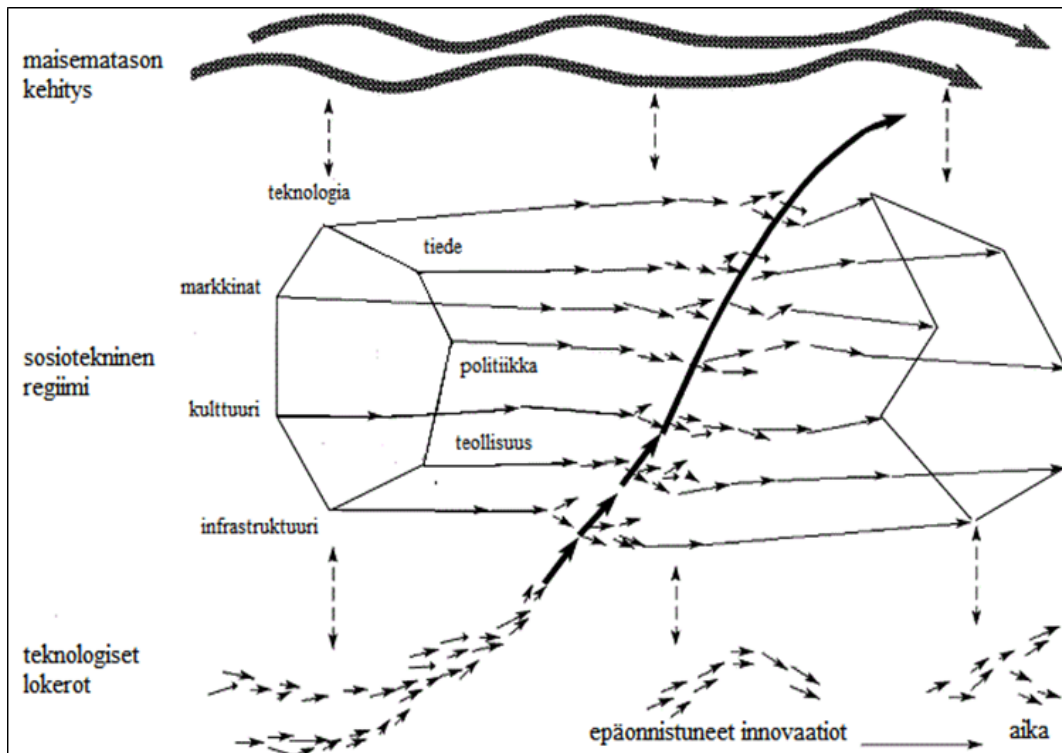


Kuvio 3. Geelsin monitasoiset siirtymät (Geels 2002: 1261).

Mallin makrotason muodostaa sosiotekninen maisema, joka sisältää järjestelmän kehitystä ohjaavat megatrendit. Sosiotekninen maisema aiheuttaa rakenteisiin vaikuttavan voiman (Kuvio 3). (Aumanen 2010: 14.) Sosiotekniseen maisemaan kuuluvat ulkoisen ympäristön dynaamiset elementit, vaikka onkin kohtalaisen stabiili rakenne. Sosioteknisen muutoksen mallissa innovaatioiden kautta syntyvä muutosvoima muuttaa regiimin

toimintaa. (Geels & Schot 2007: 400.) Innovaatiot syntyvät lokeroissa ja levitäkseen niiden on saatava aikaan muutos regiimeissä. Regiimit ovat stabiileja ja hitaita muuttumaan, koska niille on kehittynyt toimijoiden verkosto, joka haluaa pysyä valitulla kehityspolulla. (Aumanen 2010: 11.)

Regiimin toiminnan muuntuminen syntyy toimintaympäristössä tapahtuvista muutoksista, jotka luovat painetta regiimiin. Ympäristöstä kohdistuu muutospainetta regiimiin, kun regiimin toimintamallit eivät ole yhteensopivia muuttuvan toimintaympäristön kanssa. Vuorovaikutus on kaksisuuntaista, jolloin muutokset regiimeissä johtavat muutokseen myös toimintaympäristössä (Nieminen, Valovirta & Pelkonen 2011: 51). Regiimiin kohdistuva muutospaine avaa mahdollisuuksien avaruuden (Geels 2004: 913–914).



Kuvio 4. Teknologinen regimimuutos Geelsin monitasomallissa (Geels 2002: 1263).

Geels (2002: 1263) jaottelee sosioteknisen regiimin seitsemään ulottuvuuteen: teknologia, markkinat, kulttuuri, infrastruktuuri, teollisuus, politiikka ja tiede (Kuvio 4). Jokai-

sella ulottuvuudella on oma dynamiikkansa (Aumanen 2010: 15). Tutkielman lähtökoh-
tana ovat innovaatioiden vaikutukset energiantuotantojärjestelmän muutoksen ajurina.
Teknologisten lokeroiden innovaatiot aiheuttavat regiimeissä vääntöä (Kuvio 4). Synty-
vään muutokseen vaikuttaa maiseman regiimiin kohdistaman paineen suhde niche-tason
innovaatioiden kehitysvaiheeseen. (Aumanen 2010: 19–20; Geels ja Schot 2007: 402–
403.)

Monitasomallin kritisoijat ovat nostaneet esiin, ettei ole selvää kuinka mallin tasoja tulisi
soveltaa empiirisesti (Berkhout, Smith & Stirling 2004). Regiimimuutos nähdään yhteis-
senä prosessina, vaikka Berkhoutin ym. (2004) mukaan monitasomallin tulisi huomioida
myös muutosprosessin toimijat. (Aumanen 2010: 11.) Berkhout ym. (2004) toteavat
myös, että Geelsin monitasomalli painottaa liikaa teknologisten lokeroiden merkitystä re-
giimimuutoksessa. He korostavat, että jokainen muutos on erilainen, eikä niche-tason
roolia voida soveltaa kaikkiin tapauksiin. Genus ja Coles (2008) nostavat esiin myös
muutoksen määrittelyn ongelmallisuuden. Miten voidaan määrittellä regiimin radikaali tai
inkrementaalinen muutos? (Aumanen 2010: 11–12.) Tutkielman kannalta muutoksen
alun ja lopun määrittämisellä ei ole merkitystä, koska tutkielmassa muutos nähdään jat-
kuvana prosessina.

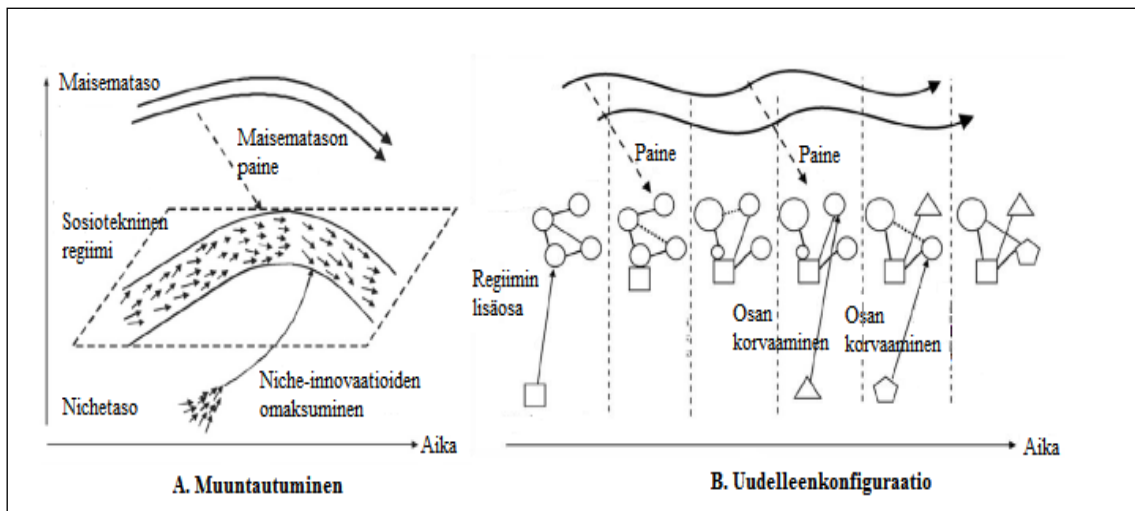
3.3.2. Tasojen välinen vuorovaikutus

Geelsin ja Schotin (2007) typologian mukaan monitasomallin eri tasot ovat vuorovaiku-
tuksessa toistensa kanssa. Regiimin muutospolun määrittää tasojen välisen vuorovaiku-
tuksen laatu ja sen ajoitus. Regiimin ja maisematason sekä niche-tason vuorovaikutus voi
olla muutosta vahvistavaa tai häiritsevää. (Aumanen 2010: 19–20; Geels & Schot 2007:
407.) Seuraavaksi tarkastelen Geelsin ja Schotin (2007) määrittelemiä regiimin muutos-
polkuja.

Ensimmäisessä muutospolussa käsitellään regiimin muuntautuminen (*transformation*)
(Kuvio 5 A.). Muutospolussa regiimin toimijat vastaavat maisematason paineisiin muok-
kaamalla kehityspolkuja. Muutos on regiimin toimijoista lähtevää sisäsyntyistä muuttu-
mista, jossa regiimin toimijat muokkaavat regiimin toimintaa ilman ulkoista painetta.

Muuntautumisen muutospolussa sosiotekninen regiimi muuttuu ilman, että teknologia uusiutuisi täysin. (Geels & Schot 2007: 407; Menna 2013: 28.)

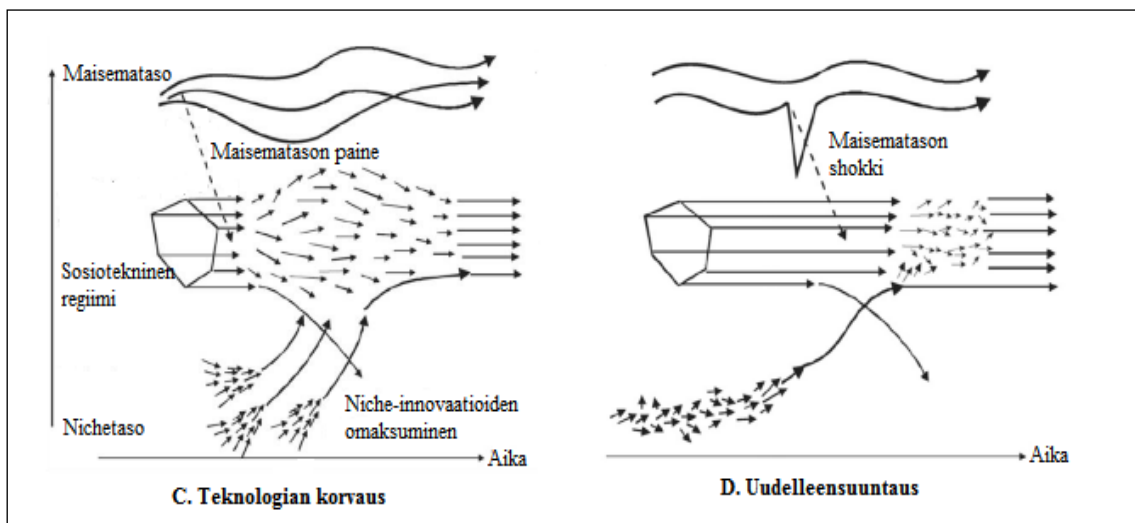
Uudelleenkonfiguraatiossa (*reconfiguration*) innovaatioilla on vahva suhde regiimiin ja muutospolussa toimijat omaksuvat niche-tason innovaatiot täydentämään hallitsevaa regiimiä (Kuvio 5 B.). Yhdistämällä vanhoja ja uusia ratkaisuja innovaatiot saattavat johtaa myös laajempiin muutoksiin. Laajemmat muutokset voivat taas aiheuttaa teknisiä muutoksia ja muutoksia käyttäjätottumuksissa luomalla tilaa uusille innovaatioille. (Menna 2013: 28; Verbong & Geels 2010: 1215.)



Kuvio 5. Geelsin ja Schotin muutoksen typologiat dynaamisen monitasomallin näkökulmasta A. – B. (Geels & Schot 2007: 407, 409).

Teknologian korvaus tapahtuu hetkellä, jolloin innovaatiot niche-tasolla ovat riittävän kehittyneitä ja regiimiin kohdistuu maisemasta voimakkaita muospaineita (*technological substitution*) (Kuvio 6 C.). Regiimiin kohdistuva paine luo niche-tason innovaatioille mahdollisuuden tulla osaksi hallitsevaa regiimiä, jolloin regiimin teknologia korvautuu täysin uudella. Teknologian korvauksen muospolku on tyypillinen, kun teknologiat vanhenevat ja uusien teknologioiden käyttöönotto mahdollistaa uudenlaisten käytäntöjen syntymisen. (Menna 2013: 28–29; Verbong & Geels, 2010: 1216.)

Suuntauksen poiston tai uudelleensuuntauksen (*de-alignment, re-alignment*) muutospolkulla muutos maisematasolla on laaja ja yhtäkkinen (Kuvio 6 D.). Maisematason paine aiheuttaa regiimitasolla suuren muutoksen, joka lopulta johtaa regiimin uudelleensuuntaukseen. Niche-tasolla syntyy tilaa innovaatioille ja syntyy innovaatioiden välistä kilpailua huomioista ja resursseista (Geels ja Schot 2007: 410). Muutos syntyy, kun regiimin toimijat eivät enää usko nykyisen järjestelmän tulevaisuuteen (Menna 2013: 29). Muutos on radikaali ja kehityskulussa on ominaista useamman niche-innovaation samanaikainen leviäminen. (Aumanen 2010: 20–21; Verbong & Geels 2010: 1216.)



Kuvio 6. Geelsin ja Schotin muutoksen typologiat dynaamisen monitasomallin näkökulmasta C. – D. (Geels & Schot 2007: 410, 412).

Muutospolkujen mallit ovat yksinkertaistettuja kuvauksia regiimin muutoksesta. Regiimit ovat jatkuvasti tasapainoon pyrkiviä kompleksisia järjestelmiä ja siksi on todennäköistä, että järjestelmässä kehittyy samanaikaisesti useita pieniä muutospolkuja. Muutospolut linkittyvät toisiinsa synnyttäen uusia muutospolkuja. Yksittäisiä muutostekijöitä on vaikea tunnistaa pienten ja jatkuvien muutosten vuoksi. (Menna 2013: 29; Verbong & Geels, 2010: 1216; Geels & Schot 2007: 411.)

4. MENETELMÄ JA AINEISTO

Tutkielmani on laadullinen analyysi, jonka empiria koostuu Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän toimijoille suunnatuista teemahaastatteluista. Metodologiseksi lähestymistavaksi valitsin teoriasidonnaisen sisällönanalyysin. Teoriasidonnaisen sisällönanalyysin avulla tarkastelen energiantuotantojärjestelmän sosioteknistä muutosta monitasomallin kolmeen eri tason avulla. Hyödynsin SWOT-analyysiä apuvälineenä teemahaastatteluiden laadinnassa ja aineiston klusterointi- ja abstrahointivaiheessa. Haastatteluiden SWOT-analyysissä yksi ja sama ilmiö voi kuulua useampaan nelikentän osioon, eli ilmiö voi olla vahvuus ja heikkous samaan aikaan (Heinonen, Hietanen, Härkönen, Kiiskilä & Koskinen 2003: 4-5). Esimerkkinä voidaan tarkastella energiantuotannon tukipolitiikkaa, joka samaan aikaan mahdollistaa ja tukee uusiutuvaa energiantuotannon polkua, mutta väärin suunnattuna se voidaan kokea uusiutuvan energiantuotannon uhkana. SWOT-analyysissä vahvuudet ja heikkoudet kytkeytyvät energiantuotantojärjestelmän sisäisiin ominaisuuksiin, kuten järjestelmän kompleksisuuteen. Mahdollisuudet ja uhat ovat järjestelmän ulkoisia tekijöitä, jotka tutkielman tulosten perusteella kohdistuivat energiantuotannon tukijärjestelmiin. (Heinonen ym. 2003: 5.)

4.1. Teemahaastattelu aineistonkeruumetodina

Teemahaastattelu perustuu ennalta suunniteltuihin teemoihin, jotka ovat jokaiselle haastateltavalle samat. Haastattelu on ennalta rakennettu ja suunniteltu teemojen pohjalta. (Hirsjärvi & Hurme 2001: 47–48; Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Teemahaastattelujen rakenne muodostui hyvin strukturoiduksi, koska halusin varmistaa, että tietyt tutkimusongelmien kannalta keskeiset aihepiirit tulisivat esille jokaisessa haastattelussa. Strukturoitu haastattelun rakenne on myös perusteltua, koska haastateltavat olivat heterogeeninen ryhmä energiantuotannon toimijoita. Haastattelujen runko ja teemat pysyivät kaikille haastateltaville samoina. Haastattelut muodostuivat seitsemän teeman ympärille ja hyödynsin kysymysten asetteluissa SWOT-analyysiä (Liite 1. – 2.).

Vaikka haastattelujen rakenne oli strukturoitu ja rakennettu ennalta suunniteltujen teemojen varaan, annoin haastateltaville tilaa tehdä omia tulkintojaan. En rajannut esimerkiksi bioenergiantuotantoa tiettyihin tuotantomuotoihin tai raaka-aineisiin, vaan haastateltavat määrittelivät bioenergian omista lähtökohdistaan käsin. Haastattelurunko muodostui seitsemän bioenergiantuotannon teeman ympärille: innovaatiot, koulutus, verkostot, tulevaisuus, talous, teknologia ja politiikka. Tuomen ja Sarajärven (2009: 77–78) mukaan haastatteluun etukäteen valittujen teemojen tulisi perustua tutkimuksen viitekehukseen eli tutkittavasta ilmiöstä jo tiedettyihin asiakokonaisuuksiin.

Hyödynsin triple helix -mallia valitessani haastateltavia energiantuotantojärjestelmän toimijoista. Triple helix -malli jakaa yhteiskunnan toimijat 1) julkishallintoon, 2) korkeakouluihin ja 3) yrityksiin. Näiden kolmen toimijan välisellä yhteistyöllä pystytään kasvattamaan tietyn alueen innovaatiotoimintaa. (Etzkowitz & Leydesdorff 2000: 109–110; Mäenpää 2014: 39–40.) Triple helix -malli rakentuu kolmesta ideasta. Ensimmäiseksi innovaatioiden nähdään syntyvän eri sektoreiden välisessä yhteistyössä. Toiseksi korkeakouluilla on keskeinen rooli innovaatiovuoropuhelun aikaansaajana. Kolmanneksi eri sektoreiden toimijoiden tulisi sekoittaa roolejaan keskenään, koska institutionaalisilla kokeiluilla voidaan synnyttää uusia innovaatioita. (Dzisah & Etzkowitz 2008: 101–102; Mäenpää 2014: 39–40.)

4.2. Teoriasidonnainen sisällönanalyysi

Eskola (2007: 162) kuvaa aineiston ja teorian suhdetta laadullisessa tutkimuksessa kolmella eri tavalla: aineistolähtöinen, teoriasidonnainen ja teorialähtöinen tutkimus. Analyysiyksiköt nousevat esiin aineistosta aineistolähtöisessä tutkimuksessa ja taas teorialähtöisessä analyysissä lähtökohtana on teoria ja aineistolla mitataan sen toteutumista. Teoriasidonnaisessa analyysissä aineisto liitetään teoreettisiin käsitteisiin ja tarkoituksena on löytää uusia näkökulmia tutkittavaan aiheeseen. Teoriasta nousevat teemat ohjaavat teoriasidonnaista analyysiä. (Eskola 2007: 162–163; Nikola 2012: 27–28.)

Teoriasidonnaisen analyysin päättelyn logiikka on abduktiivista, jolloin analyysissä yhdistetään aineistoa ja teoreettisia malleja (Tuomi & Sarajärvi 2002: 99). Sisällönanalyysissä pyritään kuvaamaan tutkimusmateriaali tiivistetyssä, pelkistetyssä ja yleisessä muodossa. Hirsjärvi ja Hurme (2001: 145–150) puhuvat aineiston kuvailusta, luokittelusta ja yhdistämisestä. Tutkielman haastatteluaineiston tulkinta tapahtuu aineiston luokittelun pohjalta.

4.3. Menetelmän soveltaminen aineistoon

Tutkielman aineiston analyysi pohjautuu pääosin Milesin ja Hubermanin (1994) aineistolähtöiseen sisällönanalyysimalliin. Malli jakautuu kolmeen osaan: 1) redusointiin, 2) klusterointiin ja 3) abstrahointiin. (Miles & Huberman 1994: 10, 248; Rytönen 2014: 31–32.) Aineiston analyysin ensimmäisessä vaiheessa, eli redusoinnissa, rajaan tutkimuksen kannalta oleellisen osan, jota tarkastelemalla saan vastaukset asetettuihin tutkimuskysymyksiin (Miles & Huberman 1994: 11, 55–56). Tuomi ja Sarajärvi (2002: 111) tarkoittavat aineiston pelkistämällä sitä, että aineistosta poistetaan kaikki epäolennainen.

Analyysin toisessa vaiheessa samaa tarkoittavat asiat yhdistetään alaluokiksi (Tuomi & Sarajärvi 2009: 101). Aineiston analysoinnissa klusteroinnin voidaan ajatella olevan osa myös aineiston abstrahointia. Abstrahointiprosessissa saman sisältöisiä alaluokkia yhdistellään toisiinsa ja abstrahointia jatketaan niin kauan kuin se on tarpeellista. (Rytönen 2014: 34.) Alkuperäisilmaukset muutetaan teoreettisiksi käsitteiksi ja johtopäätöksiksi, näin saadaan muodostettua yläluokat. (Tuomi & Sarajärvi 2009: 111.) Viimeinen vaihe abstrahoinnissa on yhdistävän pääluokan muodostaminen (Tuomi & Sarajärvi 2002: 115). Tutkielman haastatteluaineisto tiivistyi kolmeen pääluokkaan, jotka erosivat sisällöltään toisistaan. Tämä tapahtui siten, että yhdistin kaikki samaa teemaa sisältävät yläluokat yhdeksi kokonaisuudeksi. Pääluokkia syntyi jokaisen tutkimusongelman kohdalla yksi.

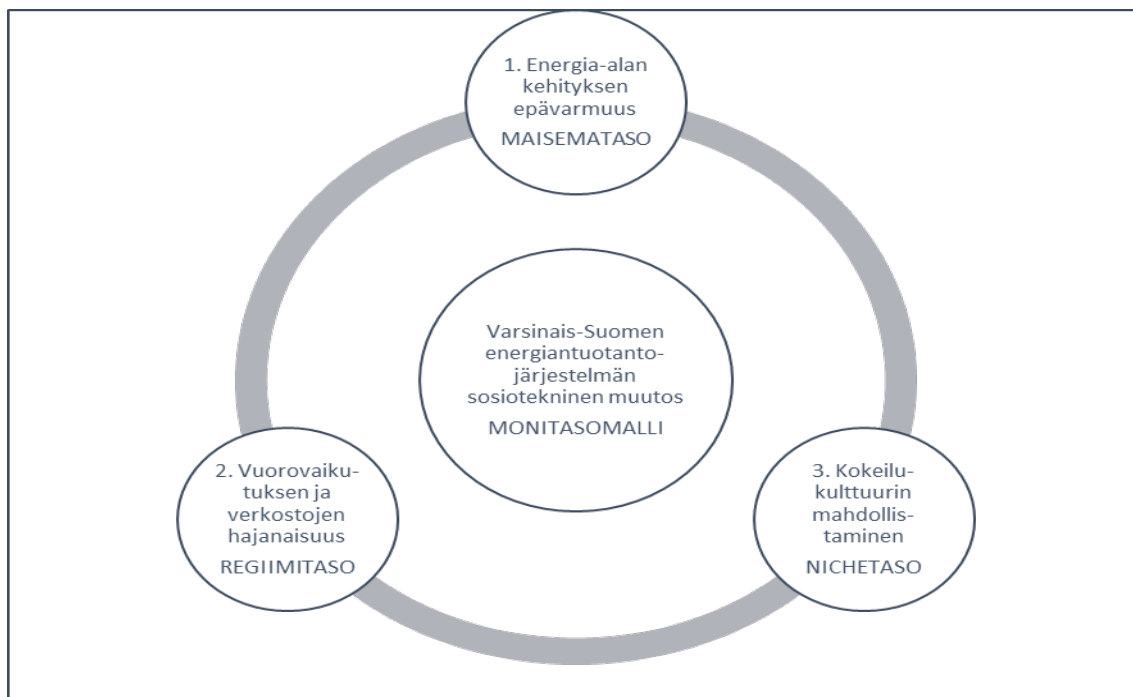
5. AINEISTOANALYYSI

Oleennaista tutkielman analyysissa on tunnistaa, että energiantuotantojärjestelmään vaikuttavat mekanismit ovat haastateltavien näkemysten mukaan nivoutuneet toisiinsa. Analyysin pääluokat eivät ole tarkkarajaisia ja toisiaan poissulkevia, vaan ne liittyvät toisiinsa vahvasti. Tutkimusaineiston analyysissa muodostui kolme pääluokkaa (Kuvio 7). Tarkastelen syntyneitä pääluokkia hyödyntäen Geelsin monitasomallin tasoja, jotka muodostuvat kolmesta monitasomallin tasosta: maisema-, regiimi- ja niche-tasosta. Monitasomallin tasot ja analyysin pääluokat tukeutuvat toisiinsa ja keskeistä analyysissa onkin näiden tasojen sisäinen dynamiikka ja niiden välinen vuorovaikutus. Tutkielman pääluokat ovat muodostuneet yhdistämällä yläluokat yhdeksi kokonaisuudeksi. Käyn analyysissa läpi muodostuneita pääluokkia palaamalla aineiston yläluokkiin ja analysoimalla pääluokkia yläluokkien avulla tutkielman teoreettisessa viitekehysessä.

Ensimmäisen pääluokan, energia-alan epävarmuuden, yläluokat muodostuivat energiantuotannon sääntely-ympäristöstä ja alan ennustamattomuudesta. Toinen pääluokka, vuorovaikutuksen ja verkostojen hajanaisuus, muodostui energiantuotantojärjestelmän polkuriippuvuuden ja uuden energiantuotannon polun luomisen yläluokista. Kolmas pääluokka, kokeilukulttuurin mahdollistamisen, muodostui käytännön kokeilun ja testauksen ja maakunnan omien energiantuotannon potentiaalien hyödyntämisen yläluokista. Haastateltavat on jaoteltu Triple helix -mallin mukaisesti kolmeen ryhmään: koulutusorganisaatiot (KO) 1–3, julkinen sektori (JS) 1–5 ja energiantuottajat (ET) 1–5.

Analyysin avulla vastaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten sosioteknisen monitasomallin maisemataso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosioteknisessä muutoksessa?
2. Miten sosioteknisen monitasomallin regiimitaso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosioteknisessä muutoksessa?
3. Miten sosioteknisen monitasomallin niche-taso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosioteknisessä muutoksessa?



Kuvio 7. Analyysin pääluokat tarkasteltuna Geelsin monitasomallin tasojen avulla.

Ensimmäisessä pääluokassa käsittelen energia-alan muutokseen liittyvää epävarmuutta maisematasolla (Kuvio 7). Energiantuotantojärjestelmä on itsessään epävarma ja kompleksinen. Epävarmuutta aiheuttavat maisemataso- elementit vaikuttavat energiajärjestelmän muutokseen ja ovat regiimin toimijoiden kontrollin ulkopuolella. Epävarmuus syntyy myös energiantuotantojärjestelmästä itsessään, kyse on järjestelmän kompleksisuudesta ja kyvystä itseorganisoitua. Toinen pääluokka muodostuu verkostojen ja vuorovaikutuksen merkityksestä, jota tarkastelen regiimitason polkuriippuvan luonteen kautta (Kuvio 7). Verkostoilla ja tasojen välisellä vuorovaikutuksella on merkitys muutoksen ylläpidossa. Järjestelmän polkuriippuvuudella kuvataan energiantuotantojärjestelmän hidasta kykyä reagoida muutokseen. Energiantuotantojärjestelmän regiimiä määrittelee tiettyjen teknologioiden, energiamarkkinoiden, tapojen ja säännösten muodostama rakenne. Nämä olemassa olevat rakenteet ja toimintamallit vastustavat muutosta ja aiheuttavat järjestelmän polkuriippuvuutta. Kolmannen pääluokan muodostaa niche-tason innovaatioiden merkitys energiantuotantojärjestelmän muutoksessa (Kuvio 7). Muutosta ei

tapahdu, jos asioita tehdään aina samalla tavalla kuin ennenkin. Innovaatiot nähdään analyysissä muutosta mahdollistavina tekijöinä, kun taas polkuriippuvuus nähdään muutosta hidastavana.

5.1. Energia-alan epävarmuus – maisemataso

Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän maisematasolla on haastateltavien mukaan yhteinen päämäärä ja tahtotila siirtyä kohti uusiutuvaa energiantuotantoa. Siirtymä uusiutuvaan energiantuotantoon nähtiin aikaisemmin mahdollisuutena, mutta nyt on selvää, että uusiutuvan energiantuotannon osuuden kasvattaminen on maakunnan ainoa vaihtoehto. Energiantuotannon muutoksessa on selvillä maakunnan kestävän energiantuotannon tavoite, mutta keinot, aikataulu ja kustannukset tavoitteen saavuttamiseksi ovat täynnä epävarmuutta.

”Tarvitsee olla hereillä ja silmät avoinna, energiantuotannon puolella ei voi oikein koskaan olla varma mistään.” (JS1)

Energiantuotantojärjestelmä on monitasoinen ja osan epävarmuudesta luo järjestelmän kytkeytyneisyys. Energiantuotantojärjestelmän muutos on sidottu vahvasti yhteiskunnan kehitykseen ja kyse on samanaikaisesta useampien tekijöiden ja rakenteiden muutoksesta. Maisematason tekijät luovat painetta järjestelmän regiimitasolle, eli sekoittavat energiantuotannon regiimin sisäisiä toimintoja ja aiheuttavat epävarmuutta.

”Ihmiset eivät oikein ymmärrä näitä energiantuotannon monia tasoja.” (ET3)

”Voidaan ajatella niin, että on paikallisia, alueellisia ja valtakunnallisia ratkaisuja. Tai niin kuin, että energiantuotannolla on erilaisia tasoja.” (ET5)

Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän maisemataso koostuu haastatteluaineiston perusteella seuraavista elementeistä: ilmastonmuutos, kansainväliset sopimukset, EU:n politiikka ja energiamarkkinat. Näistä elementeistä painotettiin erityisesti politiikan ja energiamarkkinoiden roolia muutoksessa ja nämä kaksi elementtiä koettiin epävarmuutta aiheuttaviksi. Epävarmuus syntyy osaksi siitä, että maisemataso tekijät ovat toi-

mijoiden kontrollin ulkopuolella, eikä elementtien vaikutusta toisiin elementteihin pystytä arvioimaan. Ennustamattomuus johtuu osaksi energiantuotantojärjestelmän sääntely-ympäristöstä. Lisäksi energiantuotantojärjestelmän muutoksen epävarmuutta voidaan tarkastella järjestelmän itseorganisoitumisen ja järjestelmän polkuriippuvuuden kautta.

Geelsin jaottelun perusteella politiikka ja markkinat ovat osa regiimin ulottuvuuksia. Tutkielmassa luokittelen EU:n energiapolitiikan ja energiamarkkinat kuitenkin osaksi maisematasoa. Ne ovat osa myös regiimiä, mutta globaalin kytkeytyneisyyden vuoksi tarkastelen tutkielmassa niitä myös osana maisematasoa. Poliitiikka määrittelee energiamarkkinoita ja siten molemmat maisematason ulottuvuudet vaikuttavat niche-tason innovaatioiden nousuun, luomalla painetta regiimille. Ilman markkinoiden ja politiikan suotuisuutta on energia-alan innovaatioiden mahdotonta päästä osaksi energiantuotantojärjestelmän regiimiä.

Seuraavaksi käyn tarkemmin läpi haastatteluaineistosta nousseita näkökulmia epävarmuudesta monitasomallin maisematason näkökulmasta. Ensimmäisessä alaluvussa käsitelen energiantuotannon sääntely-ympäristöä, jossa tukipolitiisilla valinnoilla ja ratkaisulla vaikutetaan energiamarkkinoihin ja jotka edelleen vaikuttavat energian hintaan ja sitä kautta investointihalukkuuteen ja järjestelmän muutokseen. Toisessa alaluvussa tarkastelen energiantuotantojärjestelmän ennustamattomuutta haastatteluista nousseiden esimerkkien avulla.

5.1.1. Energiantuotantojärjestelmän sääntely-ympäristö

Epävarmuutta aiheuttavat haastatteluaineiston mukaan globaaleihin markkinoihin sidotut energiamarkkinat ja EU:n energiapolitiikka. Maisematason politiikka koostuu EU:n ja valtiotason politiikasta, jotka määrittävät ne reunaehdot, joilla maakunnassa voidaan energia- ja aluepolitiikkaa toteuttaa. Maisematason paine syntyy EU:n ja valtion politiikassa tehtävistä päätöksistä, joissa pyritään hidastamaan ilmastonmuutosta vähentämällä ilmakehän päästöjä ja heikentämällä niiden vaikutuksia. Päätökset liittyvät energiantuotannon osalta päästötavoitteiden asetteluun ja tukipolitiikkaan. Epävarmuutta markkinoihin luovat etenkin energian hinta, mutta myös energiantuotannon raaka-aineiden hinta ja saatavuus.

”EU:n päätöksenteko on suoraan ohjannut, että mitkä tuotantomuodot menestyvät.” (JS1)

EU vaikuttaa tuotantotapojen lisäksi myös energian raaka-aineiden hintaan ja päästömääriin. Suomen energia- ja ilmastopolitiikkaa ohjaavat EU:n ilmasto- ja energiapoliittiset tavoitteet. Arvioitaessa energia- ja ilmastostrategiaa ilmastonmuutoksen pysäyttämisen kannalta ratkaisevaa on se, mikä on Suomen nettopäästövaikutus ilmakehään, eli hiilipäästöjen ja -nielujen kokonaissumma. Energiantuotannon raaka-aineiden kestävyyskriteereistä päättää EU ja Suomelle olisi tärkeää, että metsäbiomassojen päästöttömyys säilyisi. EU:n kestävyyskriteerit aiheuttavat epävarmuutta, niin tuottajissa kuin muissa toimijoissakin.

”Palaan siihen tukipolitiikkaan, että me ollaan tietenkin EU:n talutusnuorassa siinä, että mitä me saadaan tehdä bioenergian suhteen. EU:ssa on myös tehty näitä kestävyys- ja alkuperäkriteerejä, jotka valmistuessaan saattavat lyödä aika pahastikin korvalle. Meillä on jo kuitenkin toimivat sertifiointit täällä, kyllä niiden pohjalta pitäisi pystyä homma hoitamaan.” (JS5)

”Päästötaseita mietitään, niin ne ovat suurimmat uhat puun käytön osaltakin. Tuuleeko kaksinkertainen päästölaskenta? Puu ei olisikaan enää nollapäästöinen.” (JS1)

”Miten tuet vaikuttavat polttoaineen saatavuuteen? Se on aina haastavaa, kun ei tiedä mitä tapahtuu. Tuottajat eivät tiedä eivätkä toimittajatkaan tiedä. Se on se paljon puhuttu se tukipolitiikan häilyvyys. On vaikea tehdä pitkän ajan suunnitelmia.” (ET2)

Aineistosta nousi esiin myös aluetason politiikan merkitys. Erotan aluetason politiikan muista maisematason mekanismeista. Tulkintani mukaan aluetason poliittiset päätökset kuuluvat regiimin sisäiseen ympäristöön. Perustelen jakoani energiantuotantojärjestelmän mahdollisuuksilla vaikuttaa aluepolitiikkaan. Suuri osa Varsinais-Suomen energiantuotantolaitoksista on kunnallisessa omistuksessa, jolloin energiantuotantolaitokset voidaan laskea osaksi kunnallispolitiikkaa, koska aluetason politiikka heijastuu energia-alan päätöksiin ja päinvastoin. Maisematason tekijät osaltaan ohjaavat isoja linjoja, mutta kunnilla on vapaus toteuttaa strategisia energiapoliittisia tavoitteitaan oman mallinsa mukaan.

”Tietysti lainsäädäntö on usein aina kompromissi, kun siellä on monta päättäjää ja kaikki vaativat omia näkökulmiaan.” (KO2)

”Alueelliset uhat ovat poliittisia.” (ET3)

”Politiikka tekee välillä tällaisia hassuja ratkaisuja, kun kaikkea yritetään sovittaa yhteen, päätöksistä tulee järjettömiä tai epärealistisia.” (KO2)

”Tukipolitiikka tekee sen, ettei järkevin (energiantuotannon) ratkaisu aina voita.” (ET3)

Taloudelliset ja poliittiset mekanismit sitoutuvat tiukasti toisiinsa, kun tukipolitiikka ohjaa osaltaan energiantuotannon markkinoita. Poliittisilla päätöksillä on suoria ja epäsuoria vaikutuksia energiantuotannon taloudelliseen toimintaan. Esimerkiksi verotuksella pysytään ohjaamaan uusiutuvan energian raaka-aineiden kilpailukykyä.

”Sellainen omalaatuisuus on vielä, että yhteistuotannon (CHP) rasitteena on, että sähköntuotantoon käytetty polttoaine on verotonta ja lämmöntuotantoon käytetty polttoaine on verollista. Se aiheuttaa puliveivaamista. Lämmön tuotannossa biomassat ovat kilpailukykyisiä mutta sähköntuotannossa ei.” (ET3)

Öljyn alhainen hinta oli haastateltavien mukaan yksi suurimmista energiantuotantojärjestelmän muutosta hidastavista tekijöistä, koska energian tuottaminen öljyllä on halvempaa, kuin uusiutuvilla raaka-aineilla. Matala öljyn hinta tukee nykyistä energiantuotannon polkua ja uusiutuvan energiantuotannon polun on vaikea kilpailla nykyistä keskitettyä ja kustannustehokasta tuotantoa vastaan.

”Öljyn hinta on ollut tavattoman alhaalla ja siihen liittyvät kaikki muutokset.” (JS1)

Matala energian hinta ja energiantuotannon epävarma toimintaympäristö vaikuttavat energiantuotantojärjestelmän investointeihin. Investoinnit ovat tärkeässä roolissa energiantuotantojärjestelmän muutoksessa, koska investointeja tarvitaan, jotta tuotanto voi kehittyä. Koukeroinen tukiviidakko aiheuttaa hankaluuksia ja haastateltavat näkevät investointituet mielekkäämpinä kuin tuotantotuet. Tuulienergian syöttötariffin kautta nähdään mitä voi tapahtua, kun tiettyä tuotantomuotoa tuetaan. Seurauksena on sähkön hinnan romahtaminen ja sitä kautta investointien jäätyminen, koska halpa energia ei innosta tuotantojärjestelmien investointeihin.

”Sähkön tuotannolla ei oikein mitään saa kannattavaksi. Tämän hetkinen markkinahinta on niin alhaalla.” (JS1)

”Investoinnit ovat erityisen haastavia, kun kukaan ei tiedä miten politiikalle käy ja ne muuttuvat aina neljän vuoden välein, nykyisen hallituksen kanssa kahden.” (ET3)

”Taloudellinen mahdollisuus ja uhka on energian hinta. Kun se nousee, se mahdollistaa, jos se laskee, se mahdollistaa paljon vähemmän.” (JS3)

”Uhkana uutta laitosta hankkiessa ovat nuo tukipolitiikat. Nyt on vielä toistaiseksi saanut tukia biolaitoksille. Nyt kannattaisi tehdä investointeja, kun siitä tulevaisuudesta ei tiedä yhtään mitään. Kuinka paljon ja missä vaiheessa mitään tukia tullaan enää saamaan. Se on ehkä sellainen isoin juttu.” (ET2)

Energia-alan epävarmuus johtuu tekijöistä, joita ei voi ennustaa ja joilla on kuitenkin suuri taloudellinen vaikutus toimintaan. Energiamarkkinoita ohjaa tukipolitiikka, eikä energiantuotanto toimi puhtaasti markkinoiden varassa. Suuret tukipoliittiset päätökset voivat heilauttaa järjestelmää suuntaan ja toiseen. Juuri tukipolitiikka määriteltiin haastateltavien keskuudessa osittain epäonnistuneeksi ja vaikeasti ennustettavaksi. Päätökset ovat usein kompromisseja, jolloin lopputulokset saattavat olla osittain päättömiä. Tuet ovat säädetty isojen toimijoiden mukaan ja tiukat päästörajoitteet tukevat suurta ja tehokasta tuotantoa, joka vahvistaa halvan öljyn ohella nykyistä energiantuotannon polkua.

5.1.2. Energiantuotantojärjestelmän ennustamattomuus

Oikein kohdennetut tukitoimet vahvistavat uuden energiantuotannon polun syntymistä. Jos tukia ei kohdenneta oikein, ne saattavat vahvistaa nykyistä energiantuotantojärjestelmää entisestään. Eli mekanismit, jotka on suunniteltu tukemaan uusiutuvaa energiantuotantoa, voivat toimia energiantuotannon muutosta vastaan hidasteena, tai jopa esteenä. Esimerkkinä huonosti kohdennetusta energiantuotannon tukitoimesta haastateltavat pitivät tuulivoiman syöttötariffia. Syöttötariffilla pyrittiin tukemaan uusiutuvaa sähköntuotantoa, mutta sen vaikutuksia ei kuitenkaan kyetty ennakoimaan. Syöttötariffi, eli tuotantotuki, loi kilpailuvääristymän, jossa tuulivoimalayhtiöitä suositaan muiden energiamuotojen kustannuksella. Syöttötariffit aiheuttavat sähkön keinotekoisia polkuhintoja ja tilanne on huolestuttava, kun uuden sähköenergiantuotannon rakentaminen Suomeen ei enää ole kannattavaa sähkön hinnan ollessa pohjalla. Hallitus aikoo jatkaa uusiutuvan

sähkön tuotantotukea ja hallitus kaavailee tarjouskilpailuun perustuvaa, niin sanottua teknologianeutraalia tuotantotukea. Käytännössä tämä kuitenkin olisi tuulivoimatuen jatkamista eri muodossa, sillä tuulivoima todennäköisesti voittaisi tarjouskilpailun. (YLE Uutiset 2016a.)

”Tuki ja lainsäädännölliset asiat vaikeuttavat tuotantoa. Sähkön syöttötariffi on tavallaan yksi esimerkki epäonnistuneesta tukimekanismista. Se oli vähän hassua, että se sidottiin siihen sähkön tuotantoon. Senhän pitäisi olla toimintaympäristökohtainen.” (ET5)

”Syöttötariffin valmistelussa mietittiin hintoja ja kaikki meni pieleen.” (JS1)

”Sähkön markkinat ovat kriittiset, kun sitä ei kannata tuottaa. Keinona vaikuttaa asiaan on syöttötariffin purkaminen ja tuen muuttaminen investointitueksi.” (ET3)

”Ei kannata tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon vaikka polttoaine olisi ilmainen. Tällä hetkellä on sähkön hinta niin alhainen.” (ET1)

Esimerkkinä Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän monitasaisuudesta ja enustamattomuudesta toimii Turun Seudun Energia Oy:n rakenteilla oleva monipolttoainelaitos. Haastateltavia pyydettiin arvioimaan vuonna 2017 valmistuvan monipolttoainelaitoksen vaikutuksia maakunnan bioenergiantuotannon toimijakenttään. Uusi laitos tulee arvioiden mukaan nostamaan maakunnassa biopolttoaineilla tuotetun lämpöenergian määrää noin 1 200 GWh:lla. Laitos koettiin kaikkien vastaajien osalta positiiviseksi, mutta sen vaikutuksia alueen toimijakenttään ei kyetty täysin arvioimaan. Suurimmat epävarmuudet liittyivät biomassojen saatavuuteen ja hintaan. Maakunnan tasolla uuden laitoksen vaikutukset voivat olla yllättävät, kun yksi toimija vaikuttaa kytkeytyneisyyden vuoksi myös alueen muihin toimijoihin vuorovaikutuksen ja palauteprosessien kautta. Yksi laitos vaikuttaa myös koko maakunnan energiantuotantojärjestelmään. Täysin ei voida siis arvioida uuden laitoksen merkitystä maakunnan bioenergiantuotantojärjestelmälle, vaikkakin vaikutukset voidaan arvioida pääsääntöisesti positiivisiksi.

”Polttoaineen riittävyys on sellainen mistä on paljon puhuttu nyt, kun Naantalin laitos on tulossa. Miten se vaikuttaa siihen saatavuuteen?” (ET2)

”Uusi laitos lisää kilpailua raaka-aineesta ja yrittäjät voivat kokea uhkana, kun isot volyymit halventavat (raaka-aineen) hintaa.” (JS2)

”Naantalin laitos vaikuttaa ehkä hintaan, kun ovat valmiita siitä maksamaan korkeampaa hintaa. Mutta kyllä varmasti myös kilpailua on olemassa olevien laitosten kanssa. Vaikea tietenkin ennustaa ihan tarkkaan.” (JS5)

Esimerkkinä energiantuotantojärjestelmän itseorganisoidumisesta tarkastelen sähköverkkoyhtiö Caruna Oy:n siirtomaksujen hinnannostoista (YLE Uutiset 2016b) aiheutunutta energiantuotantojärjestelmän itseorganisoidumista, jonka emergenttina lopputuloksena voidaan ajatella kotitalouksien roolin energiantuottajina kasvaneen. Caruna Oy:n energian siirtomaksujen hinnannosto ja sitä seurannut kotitalouksien oman energiantuotannon kasvu tulivat esiin esimerkinomaisesti useammassa haastattelussa. Samalla haastateltavat nostivat esiin myös suljetut energian siirtoverkot ja niiden merkityksen energiantuotantojärjestelmän muutoksessa. Nykyisten energian siirtoverkkojen voidaan ajatella ylläpitävän keskitetyn energiantuotannon järjestelmää.

Energiantuotantoyksikön voidaan pienimmillään ajatella olevan kotitalous. Ennen kotitaloudet nähtiin vain energian ostajina ja nyt myös mahdollisina myyjinä. Energiantuottajina kotitaloudet saattavat tulevaisuudessa vaatia energiansiirtojärjestelmien avaamista. Jo nykyään sähkön siirtoverkonhaltijoilla on mahdollisuus liittää pienvoimaloita verkkoihinsa (Sähkömarkkinalaki 1995/386, 9§).

”Tarvitaan avoin verkko johon kaikki voisivat tuottaa energiaa. Joku omistaa verkon ja se on sen verkko. Ei näistä verkoista käydä oikein keskustelua. Eikä asiaa ole edes kyseenalaistettu.” (JS2)

”Verkossa energia maksaa paljon, mutta jos sitä rupeaa myymään, ei siitä sitten kuitenkaan saa mitään. Verot ja siirtomaksut vievät osuuden.” (ET1)

Energiantuotantoon liittyy aina globaali ulottuvuus ja raaka-aineiden ja energian hinnat määräytyvät ainakin osaksi globaalien energiemarkkinoiden mukaan. Vaikka energia tuotettaisiin täysin paikallisilla raaka-aineilla, hajautetuissa yksiköissä, vaikuttavat globaalit markkinat energiantuotantoon. Varsinais-Suomessa voidaan tehdä energiantuotannon osalta paikallisia pienen mittakaavan ratkaisuja, mutta silti maakunta on osa globaalia energiantuotannon järjestelmää, koska energiaan liittyvät globaalit megatrendit vaikuttavat myös Suomessa. Tämä on merkki energiantuotantojärjestelmän kytkeytyneisyydestä.

”Jos maailmalta ajattelee niin energijakeiden hinnat vaikuttavat. Öljyn hinta on ollut tavattoman alhaalla ja siihen liittyvät kaikki muutokset. Tietysti se halpa öljy syrjäyttää helposti myös bioenergiaa.” (JS1)

”Fossiilisten hinta heiluu, nyt ne tuli alas mutta ne voi mennä myös ylös, joka nopeuttaisi siirtymää.” (JS2)

”Jos meidän käyttämälle puulle keksitään parempaa käyttöä, niin se saattaa heijastua meille. Jos puusta keksitään tehdä (liikenteen) polttoainetta, niin sen hinta kaksinkertaistuu. Se nousee sellaiselle tasolle, jolla me ei enää kilpailla.” (ET3)

Toimintaympäristön monimutkaistuminen liittyy maisematason globaaleihin energiamarkkinoihin ja kansainvälisiin päästötavoitteisiin. Varsinais-Suomen energiantuottajien kannalta tämä tarkoittaa globaalien tason päästötavoitteiden noudattamista ja vähähiiliseen tuotantoon siirtymistä.

5.2. Vuorovaikutuksen ja verkostojen hajanaisuus – regiimitaso

Analyysin toisen pääluokan muodostavat energiantuotantojärjestelmän regiimitason vuorovaikutus ja verkostot, jotka mahdollistavat uuden energiantuotannon polun luomisen. Ensimmäisessä alaluvussa käsitellään energiantuotantojärjestelmän regiimin polkuriippuvaa luonnetta, josta johtuu regiimin hidas reagoitokyky. Toisen alaluvun muodostavat uuden polun luomisen edellytykset, joiden avulla voidaan luoda energiantuotantojärjestelmän uutta polkua.

Energiantuotantojärjestelmän regiimi on stabiili, koska sille on kehittynyt moninaisten toimijoiden verkosto ja muutokset regiimissä ovat usein inkrementaaleja. Aineistoista nousi esiin energiantuotantojärjestelmän verkostojen ja toimijoiden hajanaisuus sekä olemassa olevien verkostojen sekava suhde toisiinsa.

”On paljon eri taloja ja kehittäjiä ja organisaatiota kuntien tasolla ja oppilaitosten tasolla. Se on hajanaista. Pitäisi ottaa maakunnallisesti sellainen malli, että kootaan kaikki kehittämistahot yhteen. Maakunta on pieni ja toimet muutaman ihmisen hartioilla. Voimavarat tulisi kytkeä yhteen.” (JS1)

”Kaikkien toimijoiden pitäisi olla mukana.” (ET5)

”Pienten toimijoiden kannalta näkisin, että kannattaisi yhdistyä ja tehdä hommaa kokonaisvaltaisemmin. Markkina menee siihen suuntaan, että näistä tulee hirveän paikallisia. Tällainen osuuskuntatyyppinen toiminta, jossa olisi useampi omistaja, voisi olla ratkaisu. Se olisi todella suotavaa. Silloin olisi myös varaa kehittää toimintaa ja sitä tarvitaan.” (ET3)

”Tätä alaa on hieman syytettykin siitä, että viestitään eri asioista ja strategiat ovat olleet hajanaisia. Toiseltaan se on ollut normaalia kilpailuakin, että on erilaisia strategioita yrityksillä.” (ET5)

Tilannetta saattaa selittää se, että energiantuottajat ovat tahoillaan erillisiä tuotantolaitoksia, joilla on omat toimintamallit ja yritystoiminnan verkostot. Julkisen sektorin ja koulutuslaitosten puolella oli havaittavissa laajempia kehitysverkostoja, mutta niidenkin mainittiin olevan osittain hajanaisia ja sekavia.

”Sellainen yhteistoiminta eri toimijoiden välillä ei ole kovin kehittynyt.” (KO1)

”Verkostoja on luotu monen näköisiä. Suomessa ei ole kansallista verkostoa. Nykyinen on aika sirpaloitunut. On edunvalvontaa ja metsäpuolta, biokaasua jne. Jokainen puhuu vaan omasta, kun niissä pitäisi puhua kaikki asiat yhteen ja sen takia ainoa oikea sateenkaari on uusiutuvien edistämisen tavoite.” (JS1)

5.2.1. Polkuriippuva energiantuotantojärjestelmä

Haastatteluaineiston perusteella voidaan todeta, että energiantuotantojärjestelmän muutos on Varsinais-Suomessa käynnissä ja joidenkin polkuriippuvuutta aiheuttavien mekanismien vaikutusta on kyetty vaimentamaan. Tarkastelen Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän polkuriippuvuuden mekanismeja Arthurin (1994) jaottelun mukaan. Suuret kiinteät kustannukset ovat ominaisia energiantuotannossa ja etenkin energian siirrosta verkostot sitovat suuren määrän pääomia. Energiantuotantojärjestelmän ympärille muodostuneiden rakenteiden hylkääminen on vaikeaa, vaikkakin useampi haastateltava painotti, että nykyiset laitokset ovat tulleet tiensä päähän ja nyt olisi mahdollista tehdä uusia investointeja. Laitosten rakennuskustannukset sitovat pääomia ja vaikka itse energiantuottaminen saataisiin kannattavaksi, ei energiantuotanto riitä syömään laitoksen rakentamisesta johtuvia pääomakustannuksia. Arthur (1994) toteaaakin, että yksi suurimmista polkuriippuvuutta aiheuttavista mekanismeista on kiinteät kustannukset.

Tutkielman aineiston perusteella energia-alalla polkuriippuvuutta aiheuttavaksi mekanismeiksi voidaan ajatella myös energiantuotannon muuttuvia kustannuksia, joilla saattaa olla yhtä suuri vaikutus kuin kiinteillä kustannuksilla. Aineiston perusteella voidaan ajatella, että kiinteät kustannukset liittyivät lähinnä uusien laitosten alkuinvestointeihin ja muuttuvat kustannukset hyödynnettäviin energiantuotannon raaka-aineisiin. Jokainen haastateltava mainitsi öljyn hinnan merkityksen energiantuotantojärjestelmän muutoksessa.

”Sellaiset energiat, joiden muuttuvat- ja käyttökustannukset ovat kaikista pienimmät valtaavat koko ajan alaa eli ne energiat missä polttoaineella on merkittävä hinta, totta kai syrjäytyy pitkässä juoksussa.” (JS1)

”Suomessa on paljon sellaista infraa, joka on rakennettu ja sitten ajatellaan, ettei sitä voi enää käyttää. (Infran) Hyödyntäminen pienentää alkukustannuksia.” (ET1)

”Biokaasulaitoksen rakentamiskustannukset ovat niin suuret, ettei toiminta ole kannattavaa. Itse energiantuotannosta saisi kyllä kannattavaa.” (KO3)

Investointikyky ja halukkuus ovat tärkeät tekijät muutoksessa. Nykyisiin investointimahdollisuuksiin vaikuttaa energian alhainen hinta, etenkin halvan sähkön hinta. Mahdollisuuteen tehdä investointeja vaikuttaa tukipolitiikka ja useat haastateltavat mainitsivat investointitukien tärkeyden. Useampi haastateltava kuitenkin mainitsi sijoittajien jo suuntaavan investointejaan kohti uusiutuvia energiantuotantomuotoja.

”Suuri raha vetäytyy fossiilisilta ja kääntyy uusiutuvien puolelle. Sijoittajat ovat tehneet jo valintaa ne vetävät rahat pois fossiilisista ja laittavat uusiutuviin. Riskirahoittajia näille hankkeille alkaa löytyä.” (JS1)

Polkuriippuvuutta aiheuttavat oppimisvaikutukset aiheuttavat sen, että ajan kuluessa kehittyneiden keskittyneiden energiantuotantolaitosten jakelujärjestelmät ovat hioutuneet tehokkaiksi. Energiantuotannon verkostoa osataan hyödyntää nykyisessä keskitetyn energiantuotannon mallissa, kun taas hajautetun energiantuotannon osalta ei ole vielä toimivaa ja tehokasta toimintamallia.

”Se öljyllä lämmittäminen on niin vaivatonta. Se varmaan painaa siinä vaakakupissa, kuitenkin enemmän kuin kotimaisuus.” (ET4)

Energiantuotantojärjestelmässä tietyn ratkaisun ympärille muodostunut verkosto ja osaminen pitävät järjestelmän kehittymisen sille syntyneillä urilla, joista on vaikea päästä eroon. Monimutkaisuuden lisääntyminen ja yhteisvaikutuksen kasvu lisäävät järjestelmän osien riippuvuuksien määrää, jolloin innovaatiot syntyvät osaksi energiantuotannon regiimiä.

”Vanhat rakenteet helposti ohjaavat sitä uutta (uusiutuvaa energiantuotantoa), vaikka se ei olisikaan hyvä asia.” (KO2)

”Tuijotetaan vaan sitä vanhaa, vaikka uudet voisivat olla jopa joiltain osin parempia.” (ET5)

Mutta näkyvässä on jo vähitellen polkuriippuvuutta heikentävien mekanismien kasvu, kun kiinnostus uusiutuvaan energiantuotantoon on maakunnassa kasvussa. Uusi uusiutuvan energiantuotannon teknologia korvaa fossiilista tuotantoa mutta myös uusiutuvan energiantuotannon teknologiaa tehokkaammilla energiantuotannon ratkaisuilla.

”Tämä (metsäenergian) tilanne tuntuu hieman jämähtäneen, jos jätetään Naantalilaitos pois laskuista. Uudet uusiutuvat ovat kiinnostavampia ja seksikkäämpiä kuin tämä bioenergia.” (JS5)

Useat haastateltavat toivat esiin uusien innovaation mahdollistavan koko energiantuotantojärjestelmän muuttumisen tavalla, jota emme voi edes vielä ennakoida. Suurin epävarmuus liittyy juuri tulevaisuuden ennakointiin. Investointeja vältetään ja odotetaan mitä tapahtuu. Kehitys kehittyy hurjaa vauhtia ja hidastaa osaltaan muutosta, kun odotetaan yhä kustannustehokkaampia tuotteita ja järjestelmiä. Esimerkkinä yllättävästä kehityssuunnasta voisi toimia aurinkoenergian huima kasvu ja kehitys, johon kukaan ei tuntunut luottavan.

”Ne odotusarvot mitkä teknologialle ja sen kehittymiselle on, niin hidastavat muutosta.” (KO3)

5.2.2. Uuden energiantuotannon polun luominen

Tässä alaluvussa tarkastelen uuden energiantuotannon polun luomista regiimistä käsin, huomioiden maisematason vaikutukset. Uuden polun luominen lähtee verkostosta käsin,

jossa toimijoiden välisestä vuorovaikutuksesta syntyy uusia toimintamalleja, jotka mahdollistavat uusien teknologioiden hyödyntämisen.

”Mahdollisuuksia (bioenergian liiketoiminnassa) on paljon, enkä osaa sanoa mikä olisi varma.” (KO2)

Haastateltavien näkemys oli, että tulevaisuudessa energiaa tuotetaan yhä enemmän uusiutuvilla polttoaineilla ja siirtyminen tapahtuu kohti hajautettua energiantuotantojärjestelmää, jossa keskitetyt suuret tuotantolaitokset toimivat säätövarana. Energiantuotantojärjestelmän muutoksen hidasteiksi mainitaan vielä häilyvä tukipolitiikka ja keskitetty energiantuotannon polkua tukevat lainsäädäntö ja päästötavoitteet. Esimerkiksi pienen mittakaavan energiantuotantolaitokset eivät pysty samaan tehokkuuteen kuin suuret keskitetyn tuotannon laitokset ja esimerkiksi tiukat päästörajoitteet saattavat toimia esteenä hajautetulle energiantuotannolle, kun laitoksilla ei ole varaa investoida kalliiseen kaasujen puhdistusteknologiaan.

”Isot toimijat tekevät hallaa pienemmille, ne haluavat tehdä uusia ja tiukempia (päästö) rajoja. Sillä tehdään sitten pienten toiminta vähän mahdottomaksi.” (ET4)

Monet energiantuotannon tukimekanismeista on suunniteltu tukemaan uusiutuvaa energiantuotantoa, mutta tuet saattavat kuitenkin käytännössä toimia uusiutuvaa energiantuotannon hidasteen tai kiristää uusiutuvien tuotantomuotojen välistä kilpailua. Tuilla pitäisi pyrkiä tukemaan aidosti uutta energiantuotannon polkua, joka korvaisi maakunnan fossiilista energiantuotantoa. Nyt voidaan ajatella uusiutuvien energiantuotantomallien kilpailevan keskenään samoista tuista ja markkinaosuuksista. Tilanne tulisi kääntää niin, että uusiutuvien tuotantomallien tuet mahdollistaisivat kilpailun fossiilisia energiantuotantomalleja vastaan ja uusiutuvalla energiantuotannolla korvattaisiin fossiilista energiantuotantoa.

”Tuntuu, ettei poliittisesti haluta tuottaa sitä sähköä omavaraisesti. Jos haluttaisiin, se olisi mahdollista kaikille pienille ja myös niin, että myyminen verkkoon olisi mahdollista. Jos tällaista haluttaisiin, siihen puututtaisiin poliittisesti.” (ET4)

”Suuret laitokset on rakennettu ja ne on kiinnitetty johonkin tiettyyn tekniikkaan, joihin soveltuvat vain ne tietyt polttoaineet.” (JS1)

Uusiutuvalla ja hajautetulla energiantuotannolla halutaan haastateltavien näkemysten mukaan täydentää nykyistä keskitettyä tuotantoa. Uusi energiantuotantojärjestelmän polku ei ole haastateltavien mielestä täysin syrjäyttämässä nykyistä keskitettyä tuotantoa ja muutoksen arvioidaan olevan asteittaista. On mahdollista, että maakunnan energiantuotantojärjestelmän muutoksessa syntyy samanaikaisesti useita eri muutospolkuja kohti uusiutuvaa energiantuotantoa.

”Olen hajautetun kannalla. Nimenomaan niin, että hajautetulla pystytään hyödyntämään niitä pieniä sivuvirtoja. Sellaisia mitä isot ei pysty hyödyntämään. Se energia kannattaa käyttää tuotannossa. Se mullistaa kyllä systeemiä.” (ET1)

”Nyt on se keskittyminen vauhdissa. Mutta kyllä se hajaantuminenkin sieltä tulee jossain vaiheessa. Kun tarpeeksi keskitytään, niin siitä (energiantuotannosta) tulee niin joustamatonta.” (ET4)

Aineistosta ei nouse varsinaisia nykyisen energiantuotannon polun horjuttamiseen tähtäviä mekanismeja. Aineistossa painottuu uusiutuvan energiantuotannon kehityksen mahdollistaminen. Muutoksen tulisi tapahtua uutta energiantuotannon polkua vahvistamalla; purkamalla lainsäädännölliset esteet ja kohdentamalla poliittiset tukitoimet uusiutuvaan energiantuotantoon.

”Tuulivoiman energiaa ei saa myydä edes naapurille. Se on aivan järjetöntä. Eikä käytetylle myllylle saa tukia. Kokonaisuuden kannalta nämä ovat järjettömiä ratkaisuja.” (ET4)

Keskitetty energiantuotanto tukeutuu usein Suomen ulkopuolelta tuotaviin energiantuotannon raaka-aineisiin, hajautettu tuotanto taas hyödyntää tyypillisesti paikallisia energialähteitä, jolloin voidaan päätellä hajautetun energiantuotannon olevan aluetaloudellisesti kannattavampaa, kuin keskitetty energiantuotanto.

”Kyllä me ollaan nyt sellaisessa murros ja muutos vaiheessa, että tietyt (uusiutuvat) polttoaineet ja hinnat ajavat ohi.” (JS1)

5.3. Kokeilukulttuurin mahdollistaminen – niche-taso

Tarkastelen innovaatioiden vaikutusta energiantuotantojärjestelmän muutokseen niche-tason kautta. Ensimmäisessä alaluvussa tarkastelen käytännön kokeilun ja testauksen merkitystä energiantuotantojärjestelmän muutoksessa. Uusiutuvan energiantuotannon tutkimuksessa ja kehityksessä testaus ja kokeileminen ovat merkittävässä roolissa. Toisessa alaluvussa tarkastelen maakunnan omien energiantuotannon potentiaalien kehittämistä ja hyödyntämistä. Kehittämällä omia vahvuuksia maakunta pystyy erikoistumaan ja luomaan uusia energiantuotannon liiketoimintamahdollisuuksia.

”Meidän liiketoimintamahdollisuudet eivät ole metsävaroihin perustuvaa. Vaan sa-noisin tutkimukseen ja kokeiluun liittyvää uudempaa.” (KO2)

Uusiutuvassa energiantuotannossa eri tuotantomenetelmät ovat eri kehityksen vaiheissa. Biokaasun osalta tärkeäksi mahdollisuudeksi todettiin pilottilaitosten rakentaminen ja prototyypin testaus, kun taas polttolaitosten osalta tekniikka koettiin jo kehittyneeksi, eikä innovaatioilla nähty olevan suuria vaikutuksia laitosten toimintaan.

”Innovaatiot eivät heti vaikuttaisi. Nämä ovat kuitenkin isoja ratkaisuja ja investointeja. En usko dramaattisiin muutoksiin tuotanto ja valmistustekniikan osalta. Tämä vesihöyryprosessi on niin loppuun kehitelty. Kaasutukseen liittyvät innovaatiot voivat vaikuttaa meihinkin. Todella mullistavia juttuja olisi esim. varastointi, nimenomaan sähkön varastointi.” (ET3)

5.3.1. Käytännön kokeiluja ja testausta

Maakunnassa energiantuotantoon liittyvät tutkimukset ja selvitykset tulisi saattaa kokeilun ja testaamisen tasolle. Pilottilaitosten ja demonstraatioiden avulla pystytään testaamaan maakunnan omia energiantuotannon potentiaaleja ja erikoistumismahdollisuuksia.

”Laboratorioissa voidaan katsoa tiettyjä juttuja, mutta sitten tarvitsisi rakentaa se pilotti tai demo johonkin. Ei voida vain selvittää ja selvittää. Sitä kokeilukulttuuria kaivattaisiin.” (ET5)

”Pilotteja ja kokeiluja tarvitaan, ei niinkään enää niitä esiselvityksiä, niitä on jo tehty niin paljon. Kyllä uskokin, että nyt on ymmärretty se asia. Ollaan parempaan suuntaan menossa ja on laajemmin ymmärretty se, että se oikeasti poikisi käytännön innovaatioita ja työllisyyttä, niin sitten täytyy rohkeasti kokeilla vaan kaikenlaista.” (KO2)

Hajautetut pienemmän mittaluokan laitokset ovat mahdollisuus eri teknologioiden ja raaka-aineiden kokeilun ja testaamisen hyödyntämisessä. Suuret energiantuotantolaitokset käyttävät luotettavia raaka-aineita ja jo olemassa olevaa kehittyntä ja optimoitua teknologiaa.

”Silloin kun tehdään pienempiä paikallisia ratkaisuja, voidaan hyödyntää pienempiä virtoja. Isot laitokset rakentavat laitoksensa varman biomassan varaan, jolloin ne eivät pysty hyödyntämään pienempiä jakeita.” (ET1)

”Sieltä (kunnasta) käsin sallittiin sellainen kokeilumeininki. Yleensä mielellään otetaan vaan valmis konsepti ja lopputulos.” (JS4)

Erilaiset demot ja pilottilaitokset voisivat toimia ratkaisuna energiantuotannossa esiintyvään muna-kana-ongelmaan. Energian raaka-aineista ruoko on hyvä esimerkki maakunnassa esiintyvistä muna-kana-ongelmasta, jossa ongelman muodostaa ruokomassan puutteellinen keräystekniikka. Ruokomassaa olisi maakunnan rannoilla hyödynnettävissä energiantuotannossa, mutta ilman kustannustehokasta keräysteknologiaa jäävät ruokomassat hyödyntämättä. Kalustoa ei kehitetä, koska ruokomassoille ei ole kehittynyt energiantuotannon markkinoita puutteellisen keräysteknologian vuoksi.

”Ruo’on kohdallakin on surtu, kun ei sellaista keräyskalustoa ole. Kalusto ei ole kehittynyt, koska ei ole ollut hyödyntäjiä, eli on ollut tämä muna-kana-ongelma.” (KO2)

Suurimpana esteenä kokeilemisessa ja testaamisessa koettiin energiantuotantojärjestelmän sääntely-ympäristö. Energiantuotantoon liittyvä lainsäädäntö, direktiivit ja päästörajoitteet koettiin rajoittaviksi. Energiantuotannon tukijärjestelmät on Suomessa suunnattu suurille toimijoille ja sen vuoksi tukijärjestelmät eivät tue niche-tasolla tapahtuvaa energiantuotantojärjestelmän kehitystä. Teknologisissa lokeroissa tapahtuva kehitys usein tuikahtuu regiimitason vahvojen toimijoiden alle.

”Siinä saattaa käydä niin, että kehitys pysähtyy. Kyllä ne pienet yrittäjät ovat niitä innovaattoreita, jotka vievät asioita eteenpäin. Helposti tuollainen iso yritys se tekee sillä perinteisellä tyylillä ja meidän (pienien) rooli on tehdä ja kokeilla. Harvemmin ne (isot) ovat todellisuudessa niitä kehittäjiä. Tietenkin vievät omaa prosessiaan eteenpäin. Kaikki nämä uudet jutut on lähtenyt näistä pienistä.” (ET1)

”Hevosien lanta on siinä mielessä hyvä esimerkki, että siinä sellainen direktiivien liian tiukka tulkinta teki käytännössä mahdottomaksi kaikki kokeilut ja hankkeet.

Siinä tarvitaan sellaista väljyyttä, kokeilla voi aina kaikkea. Ja niiden kokeilujen juuri pitäisi tuoda se esiin onko liikaa päästöjä. Sitä ei saisi etukäteen sitoa johonkin.” (KO2)

Energiantuotantojärjestelmän muutospolut syntyvät energiantuotantojärjestelmän eri tasojen välisen vuorovaikutuksen kautta. Muuntautumisessa muutos on riippuvainen energiantuotantojärjestelmän regimien sisäisten toimijoiden teoista. Esimerkkinä muuntautumisen muutospolusta Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmässä voidaan pitää fossiilisia polttoaineita hyödyntävien lämpölaitosten tuotannon siirtymistä kohti uusiutuvilla raaka-aineilla tuotettua energiaa. Esimerkkinä muuntautumisen muutospolusta Varsinais-Suomessa voidaan pitää Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n siirtymistä kivihiihlen poltosta kohti hakkeen polttoa.

”Vanhasta tuotannosta ne suuret yksiköt säilyy sellaisena perusvoimavarana. Se muiden (uusiutuvien) osuus tulee samalla kasvamaan ja monipuolistumaan. Ja jos-sain kohdassa se mullistuu kokonaan ja vanhat hylätään.” (KO2)

Toisessa muutospolussa regimi asettuu uudelleen hyödyntämällä energiantuotantojärjestelmän niche-tason innovaatioita. Innovaatiot täydentävät nykyistä energiantuotannon regimiä erilaisten energian- ja lämmöntuotantoon liittyvien ratkaisuiden, kuten aurinkopaneelien tai maalämmön, käyttöönotto ei vaadi suuria muutoksia regimissä. Esimerkkinä uudelleenasettumisen muutospolusta voidaan pitää aurinkoenergian hyödyntämistä kaukolämpölaitoksissa perinteisen polttotekniikkaan perustuvan lämmöntuotannon ohella.

”Ollaan mietitty, että mitkä ovat mahdollisuudet näihin muihin energiantuotantoihin kuin vaan siihen kaukolämpöön. Periaatteessa meillä olisi mahdollisuus monien muuhunkin juttuun.” (ET2)

”Täytyisi löytää sellaisia juttuja, jotka täydentävät toisiaan.” (ET1)

Vielä toistaiseksi biokaasun tuotannossa on kyse jätteiden käsittelystä. Ratkaisu saattaisi olla soluttaa bioenergiantuotanto osaksi muita kokonaisuuksia ja uudelleenasettumisen muutospolkua. Samalla pystytään lisäämään energiantuotannon luotettavuutta ja hyödyntämään mahdollisesti muita bioenergiantuotannon sivuvirtoja.

”Kehitys menee koko ajan eteenpäin, mutta siinä tarvitsisi pysyä mukana. Nythän biokaasulaitokset ovat jätteen käsittelylaitoksia ja niiden tulot perustuvat porttimaksuihin. Jossain vaiheessa niistä tulee energiantuotantolaitoksia. Se, kestää kyllä jonkun aikaa.” (ET1)

Teknologisen korvaavuuden muutospolussa regiimiin kohdistuva paine luo mahdollisuuden innovaatioille. Esimerkkinä voidaan pitää kotitalouksien siirtymistä kohti omaa energiantuotantoa ja energiaomavaraisuutta. Nyt on saatavilla halpaa energiantuotannon teknologiaa, jota voidaan hyödyntää kotitalouksissa.

”Sen olen huomannut ihan viime aikoina, että Carunan hinnannousun seurauksena, into omaan energiantuotantoon on noussut ihan älyttömästi. Silloin et ole riippuvainen niistä (energiaverkoista).” (KO3)

Neljäs muutospolku käsittää hallitsevan regiimin murtumisen ja uudelleenjärjestymisen. Äkillisenä maisematason muutoksena voidaan kuvitella esimerkiksi energiantuotannossa tapahtuvaa onnettomuutta, joka muuttaa energiantuotannon toimintaympäristöön liittyviä asenteita. Japanin ydinonnettomuus vaikutti saksalaisten energiantuotantoon liittyviin asenteisiin, jonka seurauksena ydinvoimasta tullaan Saksassa luopumaan. (YLE Uutiset 2011.)

”Tulevaisuudessa tulee tapahtumaan jotain mitä me ei osata vielä ajatellakaan ja niillä tulee olemaan iso rooli.” (KO2)

5.3.2. Maakunnan energiantuotantopotentiaalien hyödyntäminen

Sosioteknisen muutoksen tarkastelu keskittyy tässä alaluvussa teknologisten nicheinnovaatioiden mahdollisuuksiin nousta muutoksen kautta osaksi regiimiä. Energiantuotantojärjestelmän epävarmassa toimintaympäristössä on tuettava asteittaisia innovaatioita, jotka pystyvät korvaamaan hallitsevaa järjestelmää. Haastateltavat painottivat kokeilemisen ja testaamisen mahdollisuutta ja he näkivät innovaatiot merkittävinä muutosta edistävinä tekijöinä. Energiantuotantojärjestelmän tulee etsiä uutta ja kehittyä koko ajan. Siten pystytään vaikuttamaan toimintaympäristön epävarmuuteen ja järjestelmän polkuriippuvuuteen. Energiantuotantojärjestelmän muutos onkin tarkoituksellisesti linkitetty tutkielmassa yhteen innovaatioiden kanssa.

”Innovaatiot ovat A ja O, että ollaanko pelissä mukana vai eikö.” (JS1)

”Metsä on Suomen voimavara, mutta se ei ole Varsinais-Suomen voimavara. Meidän täytyy miettiä muita vaihtoehtoja.” (KO2)

Haastateltavat painottivat maakunnan omien energiantuotannon potentiaalien hyödyntämistä. Samalla haastateltavat kuitenkin totesivat, ettei maakuntaan ole kehittynyt vahvaa energiantuotannon osaamisen keskittymää. Heidän mielestään osaamista ja koulutusta tulisi ohjata maakunnan omien vahvuuksien mukaan. Maakunnassa olisi tilaisuus luoda omille energiantuotannon potentiaaleille kehittämisen lokeroita, jotka toimisivat normaalien markkinarakenteiden valintasääntöjen ulkopuolella ja tarjoaisivat uusille innovaatioille suojatun kasvualustan.

”Vahvistetaan meidän vahvuuksia, turha lähteä kilpailemaan sellaisesta osaamisesta mikä on jo toisaalla vahvaa.” (KO2)

”Varsinais-Suomessa ei olla alun perin lähdetty mukaan siihen vahvaan energiaosaamisen kehittämiseen ja nyt ollaan niin myöhässä jo. Ettei kannata enää lähteä, kun muut ovat jo edellä.” (ET2)

”Osaamista on ja innovatiivisuutta on, mutta ei sitä oikein osata valjastaa.” (JS2)

”Mutta me tarvitsemme erikoistumista, koska sillä me pärjätään myöskin ulkomailla.” (KO2)

”Nykyiset päätöksenteko ja lupaprosessit ovat aika pitkiä. Voi helposti mennä vuosikymmen siitä, kun lähdetään.” (JS2)

Energiantuotantojärjestelmän muutoksessa on kyse myös sosiaalisten käytäntöjen muutoksesta, jotka ovat teknologisten innovaatioiden omaksumisen kannalta keskeisessä asemassa.

”Suurin innovaatio täytyy tapahtua ihmisten päässä.” (KO1)

”Ja tuota, (hajautetun energiantuotannon) ongelmana vois sitten tietysti olla, että tulee sama ongelma vastaan kuin tuulivoimassa. Ihmiset eivät halua tällaisia pienempiä tai isompia laitoksia nurkkiinsa. Näyttää siltä, että täällä Varsinais-Suomessa tullaan torppaamaan tuulivoiman rakentaminen.” (KO1)

”Kyllähän nämä vanhat ja perinteisen energian tuottajat on sen myöntänyt ja huomannut, että ei kannata nojata enää vain näihin vanhoihin. Siinä putoaa aika nopeasti kelkasta.” (KO2)

”Ilmapiiressä on tapahtumassa muutos.” (JS2)

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Miten sosioteknisen monitasomallin maisemataso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosiotekniseen muutoksessa?

Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän maisemataso tukee uusiutuvaa energiantuotantoa maakunnassa. Uusiutuvan energiantuotannon osuuden kasvattaminen on maakunnan ainoa vaihtoehto, eikä vastakkainasettelua fossiilisten ja uusiutuvien energialähteiden välillä enää ole. Maakunnan energiantuotannon muutoksessa on selvillä kestävä energiantuotannon tavoite, mutta keinot ja aikataulu tavoitteen saavuttamiseksi ovat täynnä epävarmuutta. Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän toimintaympäristö on kohtalaisen stabiili. Maisematason tekijät luovat painetta järjestelmän regiimitasolle, eli sekoittavat energiantuotannon regiimin sisäisiä toimintoja ja aiheuttavat epävarmuutta ja lopulta mahdollistavat muutoksen. Maisematason elementit luovat Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosiotekniseen muutoksen epävarmuutta. Muutokseen vaikuttavina maisematason elementteinä ovat energiantuotantojärjestelmän sääntely-ympäristö ja ennustamattomuus. Osa epävarmuudesta johtuu siitä, etteivät energiantuotantojärjestelmän toimijat pysty vaikuttamaan maisematason elementteihin.

Maisematason elementeistä ja järjestelmän monitasoisuudesta johtuva epävarmuus aiheuttaa energiantuotantojärjestelmässä ristiriitoja, joiden kautta energiantuotantojärjestelmä pystyy itseorganisoitumaan. Ristiriidat luovat itseorganisoitumista energiantuotantojärjestelmän muutoksessa. Ollakseen luova ja uudistumiskykyinen energiantuotantojärjestelmän on oltava riittävän kaoottinen. Se on mahdollista, mikäli energiantuotantojärjestelmän toimintaympäristö ei kontrolloi voimakkaasti muutosta. Energiantuotantojärjestelmässä tulisi mahdollistaa useiden erilaisten toimintamallien kehittyminen.

Sääntely-ympäristö tukee uusiutuvaa energiantuotantoa, mutta samalla tiukka sääntely rajoittaa kokeilua ja testaamista energiantuotantojärjestelmässä. Tutkimuksen ja testaamisen rajoittamisella vahvistetaan nykyistä energiantuotannon polkua. Epävarmassa tilanteessa pyritään kontrolloimaan energiantuotantojärjestelmää, kun päinvastoin järjes-

telmälle tulisi antaa tilaa ja aikaa itseorganisoidumiselle. Ulkoisen manipuloinnin ja sääntely-ympäristön kontrollin sijaan tulisi keskittyä siihen, kuinka luodaan olosuhteet sille, että maakunnan energiantuotantojärjestelmän kyky luovuuteen säilyy ja kehittyy itsenäisesti koko ajan. Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän kompleksisuuden ja monitasoisuuden vuoksi energiantuotantojärjestelmän kehityksen suuntaamiseksi kohti uusiutuvaa energiantuotantoa ei ole olemassa yhtä suoraviivaista ratkaisua.

Energiantuotantojärjestelmän ennustamattomuus johtuu järjestelmän kompleksisuudesta ja kyvystä tuottaa emergenttejä kehityskulkuja, joita ei voida ennustaa järjestelmän osista. Energiantuotantojärjestelmän kompleksisuus johtuu järjestelmän monitasoisesta vuorovaikutuksesta. Kun energiantuotantojärjestelmä ymmärretään kompleksisena, se auttaa näkemään mekanismeja ja mahdollisuuksia, joiden avulla järjestelmän kehitykseen voidaan vaikuttaa. Kompleksisuuden vuoksi tulisi suosia mahdollisimman ketteriä energiantuotannon järjestelmiä, jotka pystyvät reagoimaan emergenttien lopputulosten kautta muuttuvaan toimintaympäristöön.

Varsinais-Suomen energiantuotanto koostuu isoista lämmöntuotannon yksiköistä, jotka ovat sijoittuneet hajautetusti ympäri maakuntaa. Tulkintani mukaan maakunnan energiantuotantojärjestelmä on keskitettyä, koska isot tuotantoyksiköt tukevat stabiilia ja tehokasta energiantuotantoa. Maakunnan sääntely-ympäristön voidaan sanoa tukevan uusiutuvaa energiantuotantoa, mutta se ei kuitenkaan vielä tunnusta hajautetun energiantuotannon mahdollisuuksia. Keskitetyn energiantuotannon nähdään edustavan nykyistä energiantuotannon polkua ja hajautettu energiantuotanto nähdään haastajan asemassa. Energiapoliittisissa keskusteluissa asetetaan usein vastakkain hajautetun energiantuotannon heikoudet ja keskitetyn tuotannon vahvuudet. Ne mielletään toisistaan poikkeaviksi ratkaisuiksi ja siksi niiden ei koeta tukevan toisiaan. Hajautetun energiantuotannon ei uskota turvaavan kasvavaa energian tarvetta, jolloin etusijan energiapoliittisissa päätöksissä saa usein tehokas keskitetty energiantuotanto. Kun poliittisilla päätöksillä tuetaan nykyistä keskitettyä energiantuotannon polkua mahdollisuudet muutokselle kapenevat. Kyse on energiantuotantojärjestelmän polkuriippuvuudesta, jossa nykyinen polku vahvistuu entistään, eikä vaihtoehtoisille ratkaisuille jää tilaa kehittyä.

2. Miten sosioteknisen monitasomallin regiimitaso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosiotekniseen muutoksessa?

Varsinais-Suomen energiantuotannon muutoksessa regiimi aiheuttaa inertiaa käynnissä olevaa muutosta vastaan. Muutokset Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmässä ovat regiimin vaikutuksen vuoksi asteittaisia ja nykyistä energiantuotannon polkua tukevia. Maakunnan energiantuotannon regiimillä vallitsee keskitettyjen suurten tuotantolaitosten ja energiantuottajien perinne. Muutoksessa nämä regiimin keskeiset toimijat pyrkivät ohjaamaan kehitystä tukemaan olemassa olevaa tuotantomallia. Voidaan puhua muuntumisen ja uudelleenkonfiguraation muutospolusta. Siinä regiimin muutos on järjestelmän toimijoiden hallinnassa. Varsinais-Suomessa nykyisen keskitetyn energiantuotannon rinnalle syntyy tulevaisuudessa hajautettua energiantuotantoa, joka toimii keskitetyn energiantuotannon rinnalla.

Polkuriippuvuus ja itseorganisoituminen ovat energiantuotantojärjestelmän muutoksessa sen kaksi vastakkaista puolta. Muutoksessa polkuriippuva järjestelmä jumiutuu vanhoihin toimintamalleihin, eikä etsi uusia ratkaisuja. Itseorganisoituva järjestelmä taas etsii epätasapainotilojen kautta uusia ratkaisuja ja ohjaa itse itseään. Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmässä tulisi heikentää polkuriippuvuutta aiheuttavia mekanismeja ja antaa itseorganisoitumiselle vastaavasti tilaa ja aikaa.

Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän muutoksen yhteydessä käytän termiä ”polun leventäminen” uuden polun luomisen sijaan. Energiantuotantojärjestelmän polun leventämisessä on kyse tuotannon tekijöiden ja toimintaympäristön laajentamisesta, joka pohjautuu olemassa olevan energiantuotannon polun hyödyntämiseen. Leventämällä energiantuotannon polkua pystytään vaimentamaan regiimin polkuriippuvaa vaikutusta, kun regiimi muodostuu tulevaisuudessa laajemmasta valikoimasta energialähteitä ja energialajeja. Varsinais-Suomen muutospolkuun otetaan mukaan uusiutuvan energiantuotannon ratkaisuja, kuitenkin niin, että nykyinen energiantuotannon polku pysyy sääntövoimana. Aluelämpölaitokset siirtyvät uusiutuviin polttoaineisiin muuntautumisen muutospolun lailla.

Maakunnan energiantuotantoa tulee ajatella kokonaisuutena, jossa kaikki toimijat ovat saman ”sateenvarjon” alla. Maakuntaan ei kannata luoda kokonaan uutta energiantuotannon polkua destabiloimalla nykyistä, vaan hyödyntää olemassa olevaa järjestelmää. Uuteen energiantuotannon polkuun tehdyt sijoitukset voivat menettää arvonsa ”yhdessä yössä” järjestelmän emergenttien lopputulosten johdosta. Kompleksisessa järjestelmässä tulisi tavoitella asteittaisia muutoksia, jotta pystytään reagoimaan toimintaympäristön emergentteihin lopputuloksiin.

Energiantuotannosta on tulossa yhä alueellisempaa ja paikallisempaa. Päätöksien ja suunnittelun tulee tapahtua yhä lähempänä energianhyödyntäjiä eli kuluttajia. Pienen mittakaavan energiantuotantojärjestelmän toimijat ja laitokset tulevat tulevaisuudessa täydentämään yhä suuremman osuuden maakunnan energiantuotannosta ja energia tullaan tuottamaan yhä lähempänä kuluttajia. Hyödyntämällä eri energian tuotantotapoja ja maakunnan raaka-aineita levennetään olemassa olevaa energiantuotannon polkua ja siten pystytään vaimentamaan polkuriippuvuutta aiheuttavia tekijöitä. Leveässä kestävän energiantuotannon polussa ei voida tukeutua yhteen energiantuotannon teknologiaan tai raaka-aineen lähteeseen, koska muutoksessa tulisi tutkia erilaisia vaihtoehtoja. Tulevaisuudessa maakunnassa tarvitaan yhä ketterämpiä energiantuotannonlaitoksia, jotka pystyvät reagoimaan toimintaympäristön muutoksiin.

3. Miten sosioteknisen monitasomallin niche-taso ilmenee Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmän sosioteknisessä muutoksessa?

Varsinais-Suomen energiantuotannon sosiotekniseen muutokseen vaikuttavat innovaatiot syntyvät niche-tasolla. Niche-taso mahdollistaa energiantuotantojärjestelmän regiimin muutoksen innovaatioiden kautta. Pienet energiantuotantojärjestelmän toimijat niche-tasolla nähdään maakunnan energiantuotantojärjestelmän innovaattoreina. Kaikkea niche-tason potentiaalia ei ole pystytty maakunnassa valjastamaan ja kehittäminen ja testaaminen ovat muutaman toimijan harteilla. Sääntely-ympäristön koetaan rajoittavan energiantuotantojärjestelmän kokeilua ja testaamista maakunnassa. Toiminta koetaan aktiivisemmaksi jos sääntely-ympäristön liika kontrollointi saataisiin poistettua. Rajoittamalla uu-

sien teknologioiden ja toimintamallien testausta, voidaan sääntely-ympäristön ajatella tukevan olemassa olevaa energiantuotantojärjestelmää. Maisemataso ja niche-taso eivät tällä hetkellä tue energiantuotantojärjestelmän muutosta kohti hajautettua energiantuotantoa. Tasot tukevat uusiutuvaa energiantuotantoa, mutta hajautetun energiantuotannon toimintamallit eivät saa vielä samanlaista tukea kuin keskitetty energiantuotanto. Maisematason sääntely-ympäristön tulisi aiheuttaa painetta nykyiseen energiantuotannon regiimiin, jotta mahdollisuudet innovaatioille avautuisivat. Tällä hetkellä sääntely-ympäristö tukee nykyistä keskitettyä energiantuotannon polkua.

Sääntely-ympäristön tulisi luoda painetta regiimille sallimalla erilaiset kokeilut ja testaukset käytännössä. Sitä kautta pystytään nostamaan esiin toimivat ratkaisut ja myös tuomaan esiin ne ratkaisut, jotka eivät toimi tai vaativat vielä kehitystyötä. Tuloksena voidaan pitää myös sitä, ettei jokin teknologia tai toimintamalli toimi osana Varsinais-Suomen energiantuotantojärjestelmää.

Energiantuotantojärjestelmän muutoksen uhkana nähdään liian tiukka sääntely, jolla voidaan tukahduttaa kokeilut ja testaukset ja niiden kautta syntyvät innovaatiot. Epävarmuutta energiantuotannon toimintaympäristössä pyritään hallitsemaan tiukalla sääntelyllä, vaikka järjestelmälle tulisi antaa tilaa ja aikaa olla ”kaaoksen reunalla”. Voidaan ajatella, että kaaos tai tasapainottomuus on uuden järjestyksen lähde, koska epävakaus on perusehto sille, että järjestelmällä on mahdollisuus itseorganisoitua. Epävarma toimintaympäristö synnyttää uusia ratkaisuja ja toimintamalleja, jotka ovat muutoksen voimavara kohti kestävämpää energiantuotantoa Varsinais-Suomessa. Monitasomallissa muutoksella ei ole selkeää syytä tai ajuria, jotta muutos tapahtuu, täytyy eri tasojen dynamiikan muodostua toisiaan tukevaksi.

Maakunnan potentiaalit löytyvät testaamalla ja kokeilemalla. Luomalla maakuntaan energiantuotannon kokeilukulttuuria mahdollistetaan omien energiantuotannon potentiaalien hyödyntäminen. Maakunta tarvitsee nopeasti ja ketterästi reagoivan energiantuotantojärjestelmä, jossa tuotantomuodot tukevat toisiaan. Hajautetuissa yksiköissä tulee hyödyntää maakunnan omaa energiantuotantopotentiaalia, koska paikallisilla ratkaisulla on suora

yhteys maakunnan aluetalouteen ja hajautetuissa pienemmän mittakaavan laitoksissa pystytään hyödyntämään maakunnassa syntyviä sivuvirtoja. Uutta ei luoda tekemällä asioita niin kuin aina ennenkin.

Monitasomalli mahdollistaa energiantuotantojärjestelmän tarkastelun monella tasolla ja mahdollisia jatkotutkimuksen näkökulmia on useita. Nichedynamiikka tunnetaan vielä rajoitetusti ja tutkielman perusteella jäin kaipaamaan tarkempaa niche-tason tarkastelua. Entä jos järjestelmällä ei ole vielä havaittavissa niche-tasoa? Miten nichet muodostuvat? Miten niche-tasoa pystytään vahvistamaan erilaisissa energiantuotannon toimintaympäristöissä? Miten nichet muodostuvat ja ovat vuorovaikutuksessa toisten niche-tasojen kanssa?

LÄHDELUETTELO

- Anderson, Philip (1999). Complexity Theory and Organization Science. *Organization Science* 10: 3, 216–232.
- Arthur, Brian (1989). Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *The economic journal* 99: 394, 116–131.
- Arthur, Brian (1990). Positive feedbacks in the economy. *Scientific American*, 262: 2, 92–99.
- Arthur, Brian (1994). *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. The University of Michigan Press. Michigan.
- Aula, Pekka (1999). *Organisaation kaaos vai kaaoksen organisaatio? Dynaamisen organisaatioviestinnän teoria*. Helsinki: Loki-Kirjat.
- Aumanen, Viivi (2010). *Energiaregimi muutoksessa: Diskursiivinen tarkastelu energia-politiikasta sosioteknologisenä muutoksena*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Bassanini, Andrea & Giovanni Dosi (2001). When and how chance and human will can twist the arms of clio: an essay on path dependence in a world of irreversibilities. *Teoksessa: Path dependence and creation*, 48–68. Toim. Garud Raghuram & Peter Karnøe. Mahwah, N.Y.: Lawrence Erlbaum,
- Berkhout, Frans, Adrian Smith & Andy Stirling (2004). Socio-technological regimes and transition contexts *Teoksessa: System innovation and the transition to sustainability: theory, evidence and policy*, 48–75. Toim. Boelie Elzen, Frank Geels & Kan Green. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, Inc.
- Bijker, Wiebe & John Law (1992). *Shaping technology/building society: Studies in sociotechnical change*. Cambridge, Massachusetts: The MIT press.

- Boschma, Ron & Koen Frenken (2006). Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. *Journal of economic geography* 6: 3, 273–302.
- Burnes, Bernard (2004). Kurt Lewin and the planned approach to change: a reappraisal. *Journal of Management Studies* 41: 6, 977–1002.
- David, Paul (1985). Clio and the Economics of QWERTY, the *American Economic Review* 75: 2, 332–337.
- David, Paul (1994). Why are institutions the 'carriers of history'? Path dependence and the evolution of conventions, organizations and institutions. *Structural change and Economic dynamics* 5: 2, 205–220.
- David, Paul (2001). Path dependence, its critics and the quest for 'historical economics', in Garrouste and Ioannides (eds.) *Evolution and path dependence in Economic Ideas*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, Inc.
- David, Paul (2007). Path dependence: a foundational concept for historical social science. *Cliometrica*, 1: 2, 91-114.
- Dzisah, James & Henry Etzkowitz (2008). Triple Helix Circulation: The Heart of Innovation and Development. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development* 7: 2, 101–115.
- Eskola, Jari (2007). Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat. Laadullisen aineiston analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa: *Ikkunoita tutkimusmetodeihin II. Näkökulmia aloittelevalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin*, 159–183. Toim. Juhani Aaltola & Raine Valli. Juva: PS-kustannus.

- Etzkowitz, Henry & Loet Leydesdorff (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and "Mode 2" To a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Research Policy* 29, 109–123.
- Garud, Raghu & Peter Karnøe (2001). Path Creation as a Process of Mindful Deviation. *Teoksessa: Path Dependence and Creation*, 1-38. Toim. Raghu Garud & Peter Karnøe. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Geels, Frank (2002). Technological transitions as evolutionary recon-figuration processes: a multi-level perspective and a case-study, *Research Policy* 31: 8-9, 1257–1274.
- Geels, Frank (2004). From Sectoral Systems of Innovation to Socio-Technical Systems: Insights about Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory, *Research Policy* 33: 5, 897–920.
- Geels, Frank (2005). Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective *Technological Forecasting & Social Change* 72, 681–696
- Geels, Frank (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research policy* 39: 4, 495–510.
- Geels, Frank & Rob Raven (2006). Non-linearity and Expectations in Niche-Development Trajectories: Ups and Downs in Dutch Biogas Development (1973–2003). *Technology Analysis & Strategic Management*, 18: 3–4.
- Geels, Frank & Johan Schot (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417.
- Genus, Ausley & Anne-Marie Coles (2008). Rethinking the multi-level perspective of technological transitions. *Research policy* 37: 9, 1436–1445.

- Gershenson, Carlos & Francis Heylighen (2004). How can we think the complex? Teoksessa: *Managing Organizational Complexity: Philosophy, Theory and Application*, 47–61. Toim. Kurt Richardson. Greenwich, Connecticut: Information Age Publishing.
- Hallvar, Anna (2014). *Varsinais-Suomen biomassapotentiaalien hyödyntäminen bioenergiatuotannossa*. Turun ammattikorkeakoulu. Tampere: Juvenes Print Oy.
- Heinonen, Sirkka, Olli Hietanen, Ene Härkönen, Kati Kiiskilä & Laura Koskinen (2003). Kestävän kehityksen tietoyhteiskunnan SWOT-analyysi. TUTU-julkaisuja 4/2003.
- Herrmann, Thomas (2003). Learning and teaching in socio-technical environments. Teoksessa: *Informatics and the Digital Society*, 59–71. Toim. Tom J. van Weert & Robert K. Munro. Boston, MA: Springer.
- Hirsjärvi, Sirkka, Pirkko Remes & Paula Sajavaara (2007). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.
- Hirsjärvi, Sirkka & Helena Hurme (2001). *Tutkimushaastattelu*. 2. painos. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.
- IEA, International Energy Agency (2016): *World Energy Outlook 2016*. Saatavissa 18.9.2017: <http://www.iea.org/newsroom/news/2016/november/world-energy-outlook-2016.html>
- Jalonen, Harri (2007). *Kompleksisuusteoreettinen tulkinta hallinnollisen tehokkuuden ja luovuuden yhteensovittamisesta kunnallisen päätöksenteon valmisteluun*. Tampereen teknillinen yliopisto, nro 693.
- Jantsch, Erich (1980). *The Self-organizing Universe: Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*. New York: Pergamon.

- Kairamo, Anna (2012). Hajautetun energiantuotannon edistäminen Pirkanmaalla. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Kauffman, Stuart (1993). *The Origins of Order. Self-organization and Selection in Evolution*. New York: Oxford University Press.
- Kern, Florian & Adrian Smith (2008). Restructuring energy systems for sustainability? Energy transition policy in the Netherlands. *Energy policy* 36: 11, 4093–4103.
- Laitinen, Pertti (2008). *Innovaatioiden omaksumista edistäviä ja ehkäiseviä tekijöitä*. Kuopio: Kuopion yliopisto.
- Lorenz, Edward (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the atmospheric sciences* 20: 2, 130-141.
- Lovio, Raimo, Peter Mickwitz & Eva Heiskanen (2011). Path dependence, path creation and creative destruction in the evolution of energy systems. *The Handbook of Research on Energy Entrepreneurship*, 274.
- Mahoney, James (2000). Path dependency in historical sociology. *Theory and Society* 29: 4, 507– 548.
- Mannermaa, Mika (1991). In search of an evolutionary paradigm for futures research. *Futures* 23: 4, 349–372.
- Martens, Pim (2006). Sustainability: Science or Fiction? *Sustainability; Science, Practise & Policy* 2: 1, 36–41.
- Martin, Ron & Peter Sunley (2006). Path Dependence and Regional Economic Evolution. *Journal of Economic Geography* 6: 4, 395–438.

- Maturana, Humberto & Francisco Varela (1991). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. Lontoo: D. Reidel Publishing Company.
- Menna, Lauri (2013). *Liian pieni, liian suuri: Low2No-hankkeen merkitys hiilineutraalia yhdyskuntarakennetta tavoiteltaessa*. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Miettinen, Reijo (1999). The riddle of things: Activity theory and actor-network theory as approaches to studying innovations. *Mind, Culture, and Activity* 6:3, 170–195.
- Miles, Matthew & Michael Huberman (1994). *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage Publications.
- Mitleton-Kelly, Eve (2003). Ten principles of complexity & enabling infrastructures. Teoksessa: *Complex systems & evolutionary perspectives of organisations: The application of complexity theory to organisations*, 23–50. Toim. E. Mitleton-Kelly. Elsevier Science Ltd.
- Mäenpää, Antti (2014). *Älykkään erikoistumisen mittaaminen: Esimerkkinä Pohjanmaan triple helix -tutkimus*. Vaasa: Vaasan yliopisto.
- Nieminen, Mika, Ville Valovirta & Antti Pelkonen (2011). *Systeemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos*. Kirjallisuuskatsaus. Kuopio: Kopijyvä Oy.
- Nikola, Katri (2012). *Köyhän yksineläjänaisen kokemukset ja roolit*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Our Common Future (1987). *World Commission on Environment and Development (WCED)*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Pierson, Paul (2000). Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics, *American Political Science Review* 94: 2, 251–267.

- Prigogine, Ilya (1967). Introduction to thermodynamics of irreversible processes. New York: Wiley.
- Prigogine, Ilya (1976). Order through fluctuation: Self-organization and social system. Teoksessa: Evolution and Consciousness: Human Systems in Transition, 93–133. Toim. Erich Jantsch.
- Prigogine, Ilya (1980). From being to becoming: Time and complexity in the physical sciences. San Francisco: Freeman.
- Prigogine, Ilya & Isabella Stengers (1984). Order Out of Chaos: Man's New Dialogue With Nature. New York: Bantman books.
- Prigogine, Ilya & Gregoire Nicolis (1989). Exploring complexity: An introduction. New York: Freeman.
- Pulkkinen, Riina-Leena (2007). Kehittäjäverkoston johtaminen pienellä kaupunkiseudulla: Kehittäjäverkoston johtamisen merkitys ja mahdollisuudet alueen luodessa uusia kehityspolkuja. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Raven, Rob (2006). Towards alternative trajectories? Reconfigurations in the Dutch electricity regime, *Research Policy* 35: 4, 581–595.
- Raven, Rob & Geert Verbong (2009). Boundary crossing innovations: Case studies from the energy domain, *Technology in Society* 31, 85–93.
- Rogers, Everett (2003). Complex adaptive systems and the diffusion of innovations. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal* 10: 3, 1–26.
- Rotmans, Jan, René Kemp, & Marjolein van Asselt (2001). More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight* 3, 15–31.

- Ruuskanen, Petri (2004). Innovaatioiden sosiaalisuus ja sosiaalinen pääoma. Teoksessa: Innovaatiopolitiikka – Kenen hyväksi, keiden ehdoilla?, 32–48. Toim. Tarmo Lemola & Petri Honkanen. Helsinki: Gaudeamus.
- Rytönen, Tuomas (2014). Yliopiston opettajien käsityksiä opetuksen interaktiivisuudesta. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Saaranen-Kauppinen, Anita & Anna Puusniekka. (2006). KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Saatavissa 1.8.2017: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>
- Schienstock, Gerd (2004). From path dependency to path creation: A new challenge to the systems of innovation approach. Teoksessa: Embracing the Knowledge Economy. The Dynamic Transformation of the Finnish Innovation System, 1-18. Bodmin, Cornwall: Edward Elgar Publishing Inc.
- Simola, Antti & Jukka Kola (2010). Bioenergian tuotannon aluetaloudelliset vaikutukset Suomessa. Helsingin yliopiston taloustieteen laitoksen julkaisuja, nro 49.
- Sotarauta, Markku (1996). Kohti epäselvyyden hallintaa: Pehmeä strategia 2000-luvun alun suunnittelun lähtökohtana. Acta Futura Fennica, nro 6.
- Sotarauta, Markku & Ilari Karppi (2009). Aluekehittäminen ja alueellisen muutoksen hallinta. Teoksessa: Governance: Uuden hallintatavan jäsentyminen, 138–155. Toim. Ilari Karppi & Lotta-Maria Sinervo. Tampere: Hallintotieteiden keskus
- Stacey, Ralph (1993). Strategic Management and Organizational Dynamics. London: Pitman Publishing.
- Stacey, Ralph, Douglas Griffin & Patricia Shaw (2000). Complexity and Management: Fad or Radical Challenge to Systems Thinking. Washington DC: Routledge.

- Ståhle, Pirjo (1998). *Supporting a System's Capacity for Self-renewal*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Ståhle, Pirjo (2004). Itseuudistumisen dynamiikka: Systemeijattelu kehitysprosessien ymmärtämisen perustana. Teoksessa: *Yksilö, kulttuuri, innovaatioympäristö: Avauksia aluekehityksen näkymättömään dynamiikkaan*, 222–255. Toim. Markku Sotarauta & Kati-Jasmin Kosonen. Tampere: Tampereen yliopistopaino.
- Tsoukas, Haridimos & Robert Chia (2002). On Organizational Becoming: Rethinking organizational Change. *Organization Science* 13: 5, 567–582.
- Tuomi, Jouni & Anneli Sarajärvi (2002). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Tuomi, Jouni & Anneli Sarajärvi (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi tutkimuksen välineinä*. Helsinki, Tammi.
- Unruh, Gregory (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy* 28: 12, 817–830.
- Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030 (2017). Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, *Energia*, 4: 2017.
- Varela, Francisco & Johnson, David (1976). On observing natural systems. *The Co-Evolution Quarterly*, Summer Issue, 26–31.
- Verbong, Geert & Frank Geels (2007). The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960-2004) *Energy Policy* 35, 1025–1037.
- Verbong, Geert & Frank Geels (2010). Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting and Social Change* 77: 8, 1214–1221.

Weick, Karl & Robert Quinn (1999). Organizational change and development. Annual review of psychology 50: 1, 361–386.

von Bertalanffy, Ludvig (1968). General system theory. Teoksessa: The Science of Synthesis: Exploring the Social Implications of General Systems Theory, 103–142. Toim. Debra Hammond. Boulder, Colorado: University Press Colorado.

von Bertalanffy, Ludvig (1972). The history and status of general systems theory. Academy of Management Journal 15: 4, 407–426.

Worldwatch Institute (2013). Fossil Fuels Dominate Primary Energy Consumption. Saatavissa 10.5.2016: <http://www.worldwatch.org/fossil-fuels-dominate-primary-energy-consumption-1>.

YLE Uutiset (2016a): Hallitus laittoi ilmasto- ja energiavoitteet uusiksi – jatkossa lähes kolminkertainen määrä uusiutuvaa tankkiin. Saatavissa 19.7.2017: <http://yle.fi/uutiset/3-9314034>

YLE Uutiset (2016b): Jopa miljoonan lisälasku – Carunan hintaveivaus yllätti kunnatkin. Saatavissa 19.7.2017: <https://yle.fi/uutiset/3-8652360>

YLE Uutiset (2011): Saksa sulkee kaikki ydinvoimalansa vuoteen 2022 mennessä. Saatavissa 24.7.2017: <https://yle.fi/uutiset/3-5368386>

LIITTEET

LIITE 1. Teemahaastattelurunko: julkinen sektori & koulutusorganisaatiot

HISTORIA

1. Miten bioenergiantuotanto on kehittynyt Varsinais-Suomessa?
2. Millaista tukea organisaationne antaa bioenergiantuotannolle?
3. Mitkä tekijät estävät bioenergiantuotannon kasvua ja kehitystä Varsinais-Suomessa?
4. Miten bioenergiantuotanto vaikuttaa alueen elinkeinorakenteeseen?

NYKYTILANNE

5. Mitkä taloudelliset mahdollisuudet ja uhat vaikuttavat bioenergiantuotannon kasvuun ja kehitykseen?
6. Mitkä ovat alan teknologisia mahdollisuuksia ja hidasteita?
7. Mitkä poliittiset seikat mahdollistavat ja rajoittavat bioenergiantuotantoa?
8. Mikä on koulutuksen merkitys bioenergiantuotannon kehittämisessä?

TULEVAISUUS

9. Millaiset liiketoimintamahdollisuudet bioenergiantuotannolla on tulevaisuudessa Varsinais-Suomessa?
10. Miten bioenergiantuotannon alaan liittyvät innovaatiot voivat vaikuttaa alan kehitykseen?
11. Mihin suuntaan Varsinais-Suomen energiantuotanto kehittyi tulevaisuudessa?
12. Miten kuvailisitte bioenergiatuotannon kehittämisverkostoa? Mitkä ovat tärkeimmät yhteistyökumppaninne?

LIITE 2. Teemahaastattelurunko: energiantuottajat

HISTORIA

1. Miksi ja miten yrityksenne aloitti bioenergiatuotannon?
2. Mitkä tahot tukivat toiminnan aloittamista?
3. Millaisia esteitä oli toimintaa aloitettaessa?
4. Miten yrityksenne energiantuotanto ja toiminta on muuttunut vuosien varrella?

NYKYTILANNE

5. Mitkä taloudelliset mahdollisuudet ja uhat vaikuttavat yrityksenne bioenergiatuotannon kasvuun ja kehitykseen?
6. Mitkä ovat yrityksenne teknologisia mahdollisuuksia tai hidasteita?
7. Mitkä poliittiset seikat mahdollistavat ja rajoittavat yrityksenne toimintaa?
8. Mikä on koulutuksen merkitys toiminnallenne?

TULEVAISUUS

9. Millaiset liiketoimintamahdollisuudet yrityksellänne on tulevaisuudessa Varsinais-Suomessa?
10. Miten bioenergiatuotannon alaan liittyvät innovaatiot voivat vaikuttaa yrityksenne kehitykseen ja kasvuun?
11. Mihin suuntaan Varsinais-Suomen energiantuotanto kehittyy tulevaisuudessa?
12. Miten kuvailisitte bioenergiatuotannon kehittämisverkostoa? Mitkä ovat tärkeimmät yhteistyökumppaninne?