

# Maatila energiajärjestelmän muutoksessa – hajautetun energiantuotannon tulevaisuuksien rakentamisesta

JANI LUKKARINEN

*Historia- ja maantieteen laitos, Itä-Suomen yliopisto*



*Lukkarinen, Jani (2015). Maatila energiajärjestelmän muutoksessa – hajautetun energiantuotannon tulevaisuuksien rakentamisesta (Farm in the energy transition – on the construction of futures of dispersed energy production). Terra 127: 1, 3–15.*

**S**ustainable energy production solutions have gained momentum in energy production systems during recent decades. Technological developments, along with the transitions taking place in forestry, farming and energy networks, have produced opportunities for bioenergy production. However, the promotion and production of bioenergy takes place at the junction of complex networks of policy-making and sociotechnical systems. This article, based on a case-study of a pioneering forest bioenergy project on a farm in Eastern Finland, studies the obstacles, negotiations and solutions of four sociotechnical networks: agricultural policy, electricity network governance, energy-wood markets and technological development. The geographically specific technological arrangements, bureaucratic practices and market principles are revealed and transformed as a new actor enters the system. Research shows how these alternative futures are produced and made present through anticipatory practices that can be analysed through a threefold typology: calculative futures, imaginary futures and performative futures.

**Key words:** Energy system, locality, co-production, practice

*Lukkarinen, Jani*, Department of Geographical and Historical Studies, University of Eastern Finland, Yliopistokatu 2, P. O. Box 111, FI-80101 Joensuu. E-mail: <jani.lukkarinen@uef.fi>

Energiajärjestelmät ovat sosioteknologisia järjestelmiä, jotka eivät koostu vain koneista, putkista, kaivoksista, jalostamoista ja laitteista, vaan myös ihmisistä, jotka suunnittelevat ja valmistavat teknologioita, kehittävät ja hallitsevat rutiineja sekä käyttävät ja kuluttavat energiaa. (Miller ym. 2013)

Omavaraisuus on suhteellista ja sidoksissa siihen kuinka laajaa aluetta tarkastellaan. (Wihersaari & Hallanaro 2013)

Energiajärjestelmän kehityksessä on kyse laajoista yhteiskunnallisista muutoksista, jotka yhdistävät toimijoita yli perinteisten politiikan ja talouden sektoreiden. Energiamarkkinoiden kehityksessä, pyrkimyksissä hallita ilmastonmuutosta ja energiaturvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä korostuu kansainvälinen viitekehys. Esimerkiksi ilmastonmuutosta ja siihen liittyvää energiapolitiikkaa tuetaan määrätietoisesti globaalina ilmiönä niin tie-teessä kuin laajemmassa yhteiskunnallisessa keskustelussakin (Miller 2004). Uusiutuvien energia-

muotojen lisääminen on myös noussut kansainvälisten sopimusten keskiöön, koska niiden edistäminen ei suoraan häiritse olemassa olevia tuotantokenteitä. Toteutuessaan uudet energiamuodot synnyttävät kuitenkin hitaasti eteneviä, monimutkaisia ja maantieteellisesti eriytyneitä toiminta- ja vuorovaikutusketjuja, jotka ulottuvat monelle mittakaavatasolle.

Uusiutuvan energiantuotannon lisäämisestä ja energiatehokkuuden parantamisesta käytetään yleisesti *kestävän energiantuotannon* käsitettä, jolla voidaan viitata tuulivoimapuistojen kaltaisiin keskitettyihin tai yksittäisten talojen tasolle ulottuviin hajautettuihin ratkaisuihin. Energialähteen uusiutuvuus ei kuitenkaan takaa tuotannon kestävyttä, sillä periaatteessa mitä tahansa energianlähdettä voidaan hyödyntää myös kestäättömästi. Kestävyyden nimissä voidaan tavoitella energiantuotannon omavaraisuutta millä tahansa tarkastelun tasolla paikallisesta ylikansalliseen (ks. Peura 2013: 320–321).

Euroopan unionissa tavoitellaan 20 prosentin uusiutuvan energian osuutta vuonna 2020, minkä tueksi jäsenmaat ovat valmistelleet kansallisia uusiutuvan energian ohjelmia. Tavoitteiden toteutuksessa EU-alueen uusiutuvasta energiasta 60 prosenttia tuotettaisiin bioenergialla, josta kaksi kolmasosaa on tarkoitus kattaa puuperäisillä polttoaineilla (Kangas 2013). Puupolttoaineet ovat helposti ja tasaisesti saatavilla, niiden hyödyntäminen kiinnittyy olennassa oleviin tuotantoketjuihin ja niiden käyttöön liittyvä teknologia on pitkälle kehitettyä.

Toistaiseksi puuperäisten polttoaineiden edistämistä ovat rajoittaneet etenkin taloudelliset ja institutionaaliset esteet sekä tuotantoketjujen puutteet (McCormick & Käberger 2007). Käytännössä tämä on näkynyt puu- ja energiamarkkinoiden keskitetyn rakenteena sekä suurten toimijoiden hallitsevana roolina. Niinpä esimerkiksi Suomen viimeaikaisia ydinvoimapäätöksiä tehtäessä bioenergia on voitu esittää osana samaa energiapolitiittista ratkaisua ydinvoiman kanssa (Kojo 2009). Toisaalta viimeaikaisessa biotalouteen liittyvässä keskustelussa on nähtävissä paineita siirtyä hajautettuun malliin, jossa raaka-aineen jalostus tapahtuu lähellä käyttäjiä ja jossa energiantuotannolla on aiempaa tärkeämpi asema metsäteollisuudessa (Donner-Amnell ym. 2011: 233).

Suomessa energiaosuuskuntien ja lämpörytittäjyyden toimintamalleja on pidetty esimerkkinä onnistuneesta paikallisen tason verkostojen rakentamisesta ja sosiaalisesta innovaatiosta, jossa tuotannon hyödyt eivät karkaa tuotantoalueen ulkopuolelle (Okkonen & Suhonen 2010; Huttunen 2012). Etenkin haja-asutusalueiden julkisia kohteita ja pienen mittakaavan lämmitysverkkoja hoitavien lämpörytittäjien määrä on kasvanut vuoden 1993 kolmesta nykyiseen yli 500 yrittäjään (Vuorio 2013). Paikallinen bioenergiantuotanto on kuitenkin sidoksissa laajempiin metsäteollisuuden korjuuketjuihin ja käytäntöihin. Bioenergiantuotanto linkittyy muuhun metsätalouteen yhtäältä puuntuottoa edistävänä harvennuspuun käyttömuotona sekä toisaalta kilpailijana kitupuun markkinoilla (Åkerman 2005).

Metsien energiakäyttö on perinteisesti ollut puun käytön yhteiskunnallisen hierarkian alapäässä (Wihersaari & Hallanaro 2013). Metsäteollisuuden esittämät laskelmat raaka-aineen tarpeesta ja puun hintakehityksestä ovat vaikuttaneet ratkaisevasti bioenergian saamaan yhteiskunnalliseen tukeen ja energiantuotannon mahdollisuuksiin. Bioenergian poliittinen suosio on vaihdellut eri aikoina riippuen etenkin kilpailu-, vienti- ja aluepoliittisista pyrkimyksistä sekä ilmastopoliitikasta (ks. Rytteri & Lukkarinen 2014). Samalla bioenergia on asettunut osaksi laajempia energiapolitiittisia valintoja, jotka vaikuttavat hyötyjen, kustannusten ja riskien jakau-

tumiseen yhteiskunnassa. Energijärjestelmät hahmotetaan kuitenkin edelleen yhteiskunnallisessa keskustelussa pääasiassa teknologisesta näkökulmasta, jolloin niiden suunnittelussa kiinnitetään vähän huomiota energian tuotannon ja käytön ympärille rakentuviin yhteiskunnallisiin ja taloudellisiin rakenteisiin (Miller ym. 2013: 135).

Lähestyn artikkelissani energijärjestelmien sosioteknistä muutosta yksittäisen maatilan bioenergiailaitoshankkeessa kohtaamien verkostojen näkökulmasta. Verkosto tarkoittaa tässä yhteydessä etenkin vastoinikäymisten ja uusien tulkintojen paikkoja, joissa maatilalle paikantuva energiantuotanto tehdään mahdolliseksi (Latour 2005: 128–133). Artikkelini empiirinen osa muodostuu taustatutkimuksesta, jossa tarkastelen maatalouspolitiikan, sähköverkkojen hallinnan, energiapuunmarkkinoiden ja teknologian kehityksen verkostoja.

Laajennan artikkelissani energijärjestelmän muutokseen ja metsäbioenergian edistämiseen liittyvää keskustelua maantieteellisesti paikantuviin maatalouspolitiikan, energiaverkkojen hallinnan, puuraaka-aineen jalostuksen ja teknologiakehityksen verkostoihin. Tarkastelen, minkälaisia esteitä sosioteknisiin järjestelmiin sitoutuneet käyttäjät muodostavat paikallisten energiahankkeiden toteutukselle ja miten uusia toimintatapoja muodostuu osana pioneeriluontoista energiahanketta. Tarkastelussani keskityn ennakoivan toiminnan käytäntöihin, joissa ad hoc -toiminta rakentuu laskennallisten tulevaisuuksien, kuvitteellisten tulevaisuuksien ja performatiivisten tulevaisuuksien kautta (Anderson 2010). Artikkelini rakentuu siten, että teorian, menetelmän ja tapausesityksen jälkeen kuvaan bioenergiainhankkeen kytkeytymistä neljään verkostoon. Keskityn erityisesti maatilan energiantuotannon käynnistämiseen vastaan tulleisiin esteisiin ja vastoinikäymisiin. Lopuksi palaan sosiotekniseen järjestelmään sitoutuneisiin ennakkoinnin käytäntöihin, jotka yhtäältä tekevät uudenlaisen toiminnan tilan mahdolliseksi ja toisaalta rajoittavat sitä.

## Bioenergia, sosiotekniset järjestelmät ja muutoksen ennakointi

Bioenergiaa pidetään varteenotettavana maatalouselinkeinona, jonka toivotaan parantavan erityisesti heikosti menestyvien alueiden työllisyyttä, monipuolistavan maatalojen tuotantorakennetta ja lisäävän sosiaalista kestävyyttä (Leskinen ym. 2006; Huttunen 2012). Toisaalta on laskettu, ettei energiapuun hakkuilla ja korjuulla ole merkittävää suoraan työllistävää vaikutusta. Energiapuusta saatavat alueelliset hyödyt rakentuvat osana laajempia alue-

talouden arvoketjuja, joissa puuraaka-ainetta jalostetaan metsäteollisuuden moniin tarpeisiin (Vatanen 2010: 51). Bioenergian varaan perustuva paikallinen energiatuotanto kuitenkin parantaa alueen energiaomavaraisuutta vähentämällä tuontienergian tarvetta. Tämä on ollut pitkään tärkeä peruste bioenergian edistämiseksi.

Energiantuotantoon kohdistuva mielenkiinto maaseudulla perustuu erityisesti nouseviin sähkönhintoihin ja maatalousyrittäjien riippuvuuteen suurista sähköntuottajista. Jos energiantuotanto onnistutaan sisällyttämään maatilan käytäntöihin, avautuu maatalousyrittäjille sekä taloudellista liikkumavaraa että uusia tuotantonäkymiä. He voivat esimerkiksi myydä ylimääräistä sähköä tai investoida runsaasti energiaa vaativiin tuotantorakennuksiin, kuten kasvihuoneisiin. Metsäbioenergia muodostaa myös uudenlaisen sidoksen energiantuotannosta kiinnostuneiden maatalojen ja metsätalouden yrittäjien välille, koska energiapuun markkinat ovat hyvin paikallisia. Paikallisuuden korostaminen toimikin kilpailullisena valttina suhteessa vallalla oleviin tuotannon rakenteisiin. Sen avulla voi painottaa bioenergian tuottamaa arvonlisäystä sekä hyötyjen jakautumista paikallisissa taloudellisissa ja sosiaalisissa verkostoissa (Marsden & Smith 2005).

Maaseudun toimijoilla on aiempaa suurempia paineita järjestäytyä paikalllähtöisesti sekä rakentaa paikallisia verkostoja, mikäli he haluavat aktiivisesti osallistua tulevaisuuden muotoutumiseen (Oksa 2006). Energiaomavaraisuuden tavoite on esimerkki bioenergiaan kytkeytyvien, paikallisesti ja ylipaikallisesti määrittävien materiaalien ja poliittisten tavoitteiden artikuloinnista. Bioenergialla ei kuitenkaan ole vakaata yhteiskunnallista asemaa, vaan sen saamia merkityksiä ja kytköksiä rakennetaan osana metsä-, energia- ja maatalouspolitiikan kansallisia kenttiä (Åkerman ym. 2010).

Metsäpolitiikassa ja metsäteollisuuden toiminnassa bioenergian rooli on kasvanut viimeisten kahden vuosikymmenen aikana. Puun energiakäytön lisäys on aiheuttanut myös ristiriitoja. Bioenergian asemaa on pyritty määrittämään osana laajempaa globalisoituneeseen metsäteollisuuteen ja metsien käyttöön liittyvää yhteiskunnallista arvokeskustelua (esim. Niskanen ym. 2008). Samaan aikaan sillä on ollut selviä paikallisia vaikutuksia. Esimerkiksi lämpölaitosinvestoinnit ja energiaosuuskunnat ovat lisänneet metsänomistajien ja teollisuuden alihankkijoiden omaehtoisen toiminnan tilaa tarjoamalla vaihtoehtoisia tulonhankinnan ja toiminnan muotoja (Åkerman ym. 2010). Metsien kasvatuksessa aiemmin vallalla olleen, selluteollisuudelle suunnatun ainespuun saatavuuden turvaamiselle perustuvan metsänkasvatuksen mallin rinnalle on viime aikoina hyväksytty myös vaihto-

ehtoisia kasvatuskäytäntöjä (Leskinen 2007). Metsäteollisuuden tuotannon supistuessa Suomessa ja siirtyessä globaaliin etelään energiatuotteista on tullut sekä kiinteä osa tuotantoprosesseja että varteenotettava kehityssuunta suurille yhtiöille (Donner-Amnell ym. 2011). Metsien energiakäyttöä koskevaa yhteiskunnallista keskustelua on kuitenkin leimannut ristiriita tuotannon teollisen mittakaavan ja hajautetun mallin välillä (Rytteri & Lukkarinen 2014). Metsien käytön poliittikan kannalta onkin olennaista pohtia, mitkä osat puusta päätyvät energiaksi, kuka hoitaa jalostuksen ja miten energiantuotanto järjestetään.

Myös kansallisessa energiapolitiikassa on pitkään pidetty yllä tuotannon keskitettyä rakennetta, jota perustellaan hyötysuhteen parantamisella ja teollisuuden edullisen energiansaannin varmistamisella. Valtiolla on ollut tärkeä rooli niin korporativistisen rakenteen rakentamisessa kuin monopoliin purkamisessa ja vapaiden sähkömarkkinoiden tuottamisessakin (Vehmas 2011: 109). Kyse on laajasta energiantuotannon ja -jakelun ympärille rakentuneesta yhteiskunnallisesta toimijoiden ja käytäntöjen verkostosta, joka tuo yhteen energiateknologian kehittäjiä, kansallisia säädösjärjestelmiä, energiakäytön tottumuksia sekä sähköön liittyvää teknologiaa (Miller ym. 2013). Monet nykyiset käytännöt ja materiaaliset artefaktit tukevat tuotannon keskittymistä ja suurta mittakaavaa. Tämä vaikuttaa ratkaisevasti myös hajautetun ja uusiutuvan energian hankkeiden toteutumiseen (Ottinger 2013).

Maatalouspolitiikan alueella bioenergiantuotanto kytkeytyy osaksi kannattavuuslaskelmia, joilla esitetään sekä vaihtoehtoisia toimintatapoja että sopeutumismahdollisuuksia hegemonisen aseman saavuttaneelle teollisen mittakaavan maataloustuotannolle (Marsden ym. 1999). Niin institutionaaliset, taloudelliset kuin ekologisestikin muutospaineet lisäävät tarvetta kehittää monipuolisempia tuotteita, tuotantoprosesseja ja teknologioita (Darnhofer ym. 2010). Myös poliittiset ja taloudelliset tukijärjestelmät ovat vähitellen avautumassa avoimemmalle ymmärrykselle maatalouden toiminnasta.

## Sosioteknisen muutoksen sommittumat ja tulevaisuuden epäjatkuuus

Bioenergian kehitys asettuu osaksi *sosioteknisten järjestelmien* muutoksia, jotka eivät ole alisteisia kapeille poliittikan sektoreille tai yksittäisille teknologioille. Pikemminkin sosioteknisissä järjestelmissä on kyse teknologian historiallisesta yhteiskunnallisesta tuottamisesta (ks. Hughes 1983). Sosioteknisten muutosten on nähty olevan seurausta joko laajoista yhteiskunnallisista muutospaineista

tai hallituista poliittisista prosesseista (Meadowcroft 2009). Muutoksella ei kuitenkaan ole välttämättä selkeää päämäärää. Pikemminkin kyse on erilaisten mahdollisuuksien samanaikaisesta läsnäolosta arakisissa valinnoissa, tarpeissa ja käytännöissä (Shove & Walker 2010). Uusia sosioteknisiä kehityspolkuja avautuu varsinkin silloin kun uudet toimintatavat, arvot tai teknologian muodot eivät sovi yhteen vallitsevien käytäntöjen kanssa (Weber 2003: 157; Markard ym. 2012). Esimerkiksi Rob Ravenin ja kumppanien (2012) mukaan sosioteknisten järjestelmien muutosta tarkasteltaessa korostuu tilallinen ulottuvuus, jolloin on tärkeämpää kysyä ”missä” kuin ”milloin” tai ”kuka”.

Sosioteknisen järjestelmän käsitettä on pidetty arvolutautuneena, koska se suuntaa ajattelua järjestelmätason rakenteisiin ja suuren mittakaavan ratkaisuihin (Jørgensen 2012). On kuitenkin tärkeää huomata, että järjestelmät ovat asymmetrisiä, heterogeenisiä ja epätasaisia. Näin ollen muutoksen mittakaava on pikemminkin toiminnan ja toimijoiden rakentamien kytkösten tulosta kuin ennalta määrätty ominaisuus (Raven 2012). Toimijat voivat myös toimia useilla eri institutionaalisilla ja maantieteellisillä mittakaavoilla, eivätkä lähtökohtaisesti jaa näkemystä sosioteknisen järjestelmän muodosta tai koosta (Brown ym. 2012). Materiaalisten ja sosiaalisten osien toiminta ei ole siten alisteista kokoonpanolle, jolloin sosiotekniset järjestelmät voidaan hahmottaa yhteiskunnallisina sommittumina (*assemblage*, ks. Bennett 2005).

Bioenergian tuotanto kokoa yhteen paikallisesti eriytyvän joukon sosiaalisia toimijoita kansainvälisten metsäyhtiöiden alihankkijoista, virkamiehistä ja suurista energialaitoksista teknologiayrittäjiin, sähkön alkuperäistä kiinnostuneisiin kuluttajiin ja aluekehittäjiin. Kokoonpanossa on mukana myös ei-inhimillisiä toimijoita, kuten haketuskoneita, investointitukia, sähköverkon jännitestarandeja ja teknologiakokeiluja, jotka vaikuttavat toiminnan saamaan muotoon. Paikalliset ratkaisut energiantuotannon aloittamisessa, polttoainevalinnoissa ja teknologiakokeiluissa vaikuttavat myös laajemmin sosioteknisen järjestelmän toimintaan muokkaamalla sommittuman sosiaalista ja materiaalista raajasta.

Vaikka sosioteknologinen muutos näyttäytyy sekä maatilan että verkostojen osalta *ad hoc* -tyyppisenä sopeutumisenä, on muutoksessa ja uusien käytäntöjen tuottamisessa kyse ennakoiavasta toiminnasta. Maantiiteilijä Ben Anderson (2010) käsitteellistää ennakoivan toiminnan käytäntöjen perustuvan ”kontingentille ja epäjatkuvalle käsitykselle tulevaisuudesta” (*contingency and discontinuity of future*). Mahdollisten tulevaisuuksien näkyväksi tekemiseen käytetään laskennallisia, kuvitteellisia ja performatiivisia keinoja. Laskennallisissa tulevai-

suuksissa epävarmuuksia ja riskejä rajataan ja määritellään esimerkiksi listaamalla, laskemalla ja ekstrapoloimalla. Kuvitteelliset tulevaisuudet muodostuvat tarinoista ja visioista, jotka saattavat poiketa radikaalisti vallitsevasta tilanteesta. Performatiivisissa tulevaisuuksissa on kyse tulevaisuuksia koskevan tiedon kokemuksellisesta ja osallistuvasta tuottamisesta esimerkiksi simulaatioiden, näytelmien ja tapahtumien välityksellä.

Ennakkoinnin käytännöt vaikuttavat nykyhetkessä monin tavoin. Tiedollisten kohteiden avulla tuotetaan standardoituja ja hallittavia tulevaisuuskuvia, jotka toimivat välittäjinä paikallisten kokemusmaailmojen sekä talouden ja teknologian kehityskulkujen välillä. Toiminta tuottaa kuitenkin myös materiaalisuuksia, jotka avaavat näistä tarinoista poikkeavia polkuja. Muutoksen analysoinnissa ja ennakkoinnissa olennaista onkin muutoksen kokemuksellinen, affektiivinen ulottuvuus, jonka kautta toimijat kiinnittyvät tai irtoavat tulevaisuuden kehityskuluista.

## Maatila tapaustutkimuksen paikkana

Kuittilan lypsykarjatilalle Nurmeksen Savikylässä rakennettiin bioenergiailaitos syksyllä 2012. Maatilalla on 150 lypsylehmeä, eli noin kymmenen prosenttia koko kunnan lehmistä (Maa- ja metsätalousministeriön... 2014). Tila on jonkin verran keskimääräistä suurempi, mutta rakenteeltaan varsin tyypillinen elintarviketuotannon keskittymisen ja tehostumisen aikakauden maatila. Suomessa lypsykarjan keskittyminen yhä harvempiin tiloihin on tarkoittanut maatalouden entistä intensiivisempää koneistumista ja sähkönkulutuksen kasvua maitotiloilla. Muutoksen myötä energian rooli on korostunut maatilojen kannattavuuslaskelmissa, ja energiaomavaraisuutta tukevista bioenergiainvestoinneista on tullut ajankohtaisia.

Kuittilan tilalla ajatus energiantuotantoon siirtymisestä syntyi vuonna 2007, jolloin maatilalle rakennettiin uusi, kahden lypsyrobotin navetta. Runsaasti energiaa vaativien koneiden myötä tilan vuotuinen sähkölasku nousi noin 50 000 euroon. Kaikkiaan maatilan rakennusten ja prosessien energiankulutus on yli miljoona kilowattituntia vuodessa. Tämä vastaa noin 50 sähkölämmitteisen omakotitalon vuotuista kulutusta (Haapakoski & Huikuri 2011).

Oman energiatuotannon aloittaminen Kuittilan tilalla kuvastaa yhtäältä ulkopuolisten rakenteiden (vähittäiskaupan toimintaperiaatteiden ja taloudellisten tukijärjestelmien) aiheuttamaa muospainetta ja toisaalta maatilojen perinteistä pyrkimystä sopeutua yhteiskunnan muutoksiin (van der Ploeg 2003). Maatiloja voidaankin tarkastella prosessi-

maisina paikkoina, joiden muodot ja määritelmat eivät ole kiinteitä tai pysyviä, vaan toimijoiden tuottamien kytkösten ja tulkintojen tuloksia. Maatiloja ei tule kuitenkaan nähdä laajojen järjestelmien passiivisina solmukohtina, vaan muutoskertomusten tuottamisen ja kokeilun tiloina.

Hanketyön tuottamat yhteistyön verkostot ja tiedollinen tuki ovat vaikuttaneet olennaisesti myös Kuittilan maatilan bioenergiaprojektin toteutumiseen. Pielisen Karjalan Kehittämiskeskuksen ja Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun toteuttama Pielisen ”Karjalan bioenergiaverkostot ja -virrat” -hanke on ohjannut teknologiavaihtoehtojen tarkastelua, rahoitusmallin kehittämistä sekä itsenäisen hakkeentuotannon mahdollisuuksien selvittämistä (ks. Pohjois-Karjalan strategia 2010; Pielisen-Karjalan Kehittämiskeskus 2014). Samalla Kuittilan puunkaasutushankkeesta muotoiltiin bioenergian pientuotannon mallikohde, joka on yksi harvoista maatilatason sähköntuotannon esimerkeistä (ks. Nurmeslainen tila... 2012; Maavara 2014).

Kuittilan tilalla energia tuotetaan metsähakkeesta kaasuttamalla. Hake hankitaan paikallisilta energiapuun tuottajilta ja kuivataan maatilalla. Sähköä ja lämpöä tuottava pien-CHP-laitos (*combined heat and power*) on rakennettu konttiin, joka on sijoitettu metsähaketta syöttävän siilon viereen (kuva 1). Kaasutusprosessissa puuhake kuumennetaan hapettomissa olosuhteissa yli tuhannen asteen lämpötilaan, jolloin muodostuu etenkin vetyä ja hiili-

monoksidia, eli häkää. Tämän jälkeen kaasu jäähdytetään ja poltetaan energiaksi, jolloin noin kolmasosa muodostuvasta energiasta on sähköä ja loput lämpöä. Sähkö kuluu pääasiassa maatilan omiin tarpeisiin, mutta ylijäämä on mahdollista myydä sähköverkkoon markkinahinnan ollessa sopivalla tasolla. Lämpö johdetaan kilometrin mittaisella vesiputkistolla navettaan, maatilan rakennuksiin, alueella sijaitsevaan konepajaan ja hakkeen kuivamoon.

Kuittilan esimerkki on kiinnostava paikallisen ennakoituvuuden ja sosioteknisten järjestelmien muutosten tulkintojen näkökulmasta. Ensinnäkin Kuittilan maatilalla käytöön otettu teknologia edustaa uutta vaihetta suomalaisen sähköverkon ja energiapuun markkinoiden kehityksessä, koska se perustuu hajautettuun korkean jalostusasteen sähköntuotantoon. Toiseksi hanke on saanut osakseen runsaasti alueellista, valtakunnallista ja kansainvälistäkin huomiota. Lisäksi tapaus on tehnyt näkyväksi runsaasti esteitä, vastoinkäymisiä ja ristiriitoja, jotka liittyvät teknologisen järjestelmän siirtävävaiheeseen. Jännitteet paljastavat yhteiskunnallisen murrosvaiheen, jossa vanhat tiedolliset kehetykset ja niitä tukevat tiedolliset käytännöt saavat rinnalleen uusia kilpailevia tulkintoja energiantuotannon järjestämiseksi (Alastalo & Åkerman 2012: 36–38).

Sosioteknisen järjestelmän muutoksessa on kyse prosessista, jossa teknologiaan sidottu tieto ja yhteiskunnallisen hallinnan käytännöt muodostavat



Kuva 1. Kuittilan tilan hakesiilo ja puukaasutuslaitos. Etualalla kaasutuslaitos, johon puu johdetaan taustalla olevasta hakesiilosta tyhjiöputkea pitkin. (Kuva: Jani Lukkarinen, 12/2013)

*Figure 1. The woodchip silo and wood gasification unit at the front is connected by a vacuum pipe to the woodchip silo behind it. (Photo: Jani Lukkarinen, 12/2013)*



joiden tuotanto- ja jalostusketjut oli valjastettu palvelemaan lämpökeskuksia ja suuria voimaloita, joille kelpasi huonompilaatuinen hake.

## Yritysmuoto maatalouden määrittelyssä

Tuntuu, että eihän siitä tule mittään. Sitten Pikeksi [Pielisen Karjalan Kehittämiskeskus PIKES Oy] keksi, että perustetaan yritys ja yrityspuolelta haetaan sitä avustusta.

Maatilan näkökulmasta bioenergiainvestointi on taloudellinen ratkaisu, jolla pyritään hallitsemaan muun muassa suurista rakennuksista ja pitkistä etäisyyksistä johtuvia energiakustannuksia (ks. Phillips & Dickie 2014). Sähkönkulutuksen vähentämiseksi ei kuitenkaan ole tarjolla yksinkertaisia ratkaisuja, koska koneistunut maataloustuotanto kuluttaa jatkuvasti kasvavia määriä energiaa. Energiantuotannon sisällyttäminen osaksi maatilan toimintoja muodostuukin loogiseksi siirtymäksi, jolla lisätään maatilan omaa määräysvaltaa ja leikataan kustannuksia.

Bioenergian tuotanto on yksi keskeinen mahdollisuus maaseudun elinkeinotoiminnan monipuolistamiseksi. Rahoituksen näkökulmasta hajautettu bioenergian tuotanto on kuitenkin hajanainen kehityskohde. Suomalaisen maatalouden tukirakenteessa korostuvat maataloustuotannon jatkuvuus ja suuri mittakaava, kun taas energiantuotanto on edistetty erillisillä hankerahoituksilla. Myös Kuittilan tila kohtasi perinteisen tukiajattelun selvittäessään alueellisen Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen (ELY) maaseutuosastolta:

Keväällä käytettiin ekana ELY-keskukselta maaseutuosaston miehiä, niin ne lupasi... kymmenen rosenttiako ne lupas sitä avustusta. Sitten ne sano, että sähkötyöt eivät kuulu ollenkaan siihen [avustuksen piiriin]. Ne sano, että ne on valmistelevia töitä.

Maaseutuosasto teki vastauksessaan kaksi tärkeää rajausta. Ensinnäkin tukitaso määriteltiin normaalin maataloustuen näkökulmasta. Hanketta ei arvioitu teknologisen kehityksen tai maatalouselinkeinojen muutoksen näkökulmasta, vaan maatilan tyypillisenä kehitystoimintana. Samalla uudenlaisen teknologian ja tuotantotavan käyttöönottoon liittyvää taloudellista riskiä siirrettiin yhteiskunnalliselta tukijärjestelmältä maatilan omistajalle. Toiseksi, infrastruktuuriin liittyvät työt rajattiin tuen ulkopuolelle, vaikka noin puolet hankkeen arvioidusta 350 000 euron kustannuksista koitui 1960-luvulta peräisin olevan sähköjärjestelmän uusimisesta ja lämpöverkon rakentamiseen liittyvistä putkitöistä. ELY:n tulkinnan mukaan investointi rajautui kaasutuslaitoksen laitehankintaan, joten toteutuk-

sen teknistaloudellisiin reunaehtoihin ELY:n ei tarvinnut ottaa tukiratkaisuissaan kantaa. Ehdotetuilla rajauksilla tuen suuruudeksi olisi muodostunut noin 23 000 euroa.

Mikäli tämä olisi ollut lopullinen päätös, olisi Kuittilan puunkaasutuslaitos jäänyt rakentamatta. Tilanne alkoi elää, kun bioenergian parissa toimivat alueellisen kehittämiskeskuksen hanketoimijat kiinnostuivat maatilalle suunnitellusta teknologiainvestoinnista. Pielisen Karjalan kehittämiskeskus PIKES:n ja Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun yhteishanke ”Karjalan bioenergiaverkostot ja -virrat” oli käynnistynyt syyskuussa 2011 ja etsi mallikohteita alueellisen bioenergiajärjestelmän kehityksestä. Kuittilan tila sopi hankkeen tarpeisiin hyvin, koska se edusti paikallista mittakaavaa ja uudenlaisen teknologian käyttöä. Kehityshankkeen alkuperäinen rooli oli laskea laitosinvestoinnin kustannusarvio sekä tarkastella hakkeen tuotannon ja toimituksen tuotantoketjuja. Hankkeen edustajat ehdottivat, että Kuittila hakisi tukia ELY-keskuksen yritysosastolta maaseutuosaston sijaan. Tukien saamiseksi Kuittilan oli kuitenkin perustettava maatilan muusta toiminnasta erillinen yritys, joka hallinnoisi sähkölaitoksen energiantuotantoa ja vastaisi sähkön myynnistä.

Kuittilan järjestäytyminen yritysmuotoon mahdollisti rahoittajille bioenergiainvestoinnin tarkastelun uudesta näkökulmasta. Kaasulaitokselle myönnettiin lopulta 35 prosentin investointituki, jonka piiriin kuuluivat myös hakevaraston rakentaminen sekä sähkö- ja putkityöt. ELY-keskuksen yritysosasto tulkitsi, ettei yrityksen toiminta olisi mahdollista ilman sähköverkko-yhteyden ja sähköjärjestelmän päivittämistä. Tuen kokonaissuurudeksi muodostui noin 112 000 euroa – lähes viisinkertainen summa maatalousosaston ehdottomaan investointitukeen verrattuna.

Investointituessa bioenergiahanketta ei käsitelty enää yksittäisen maatilan kannattavuusarviointina, vaan uusiutuvan energiantuotannon, teknologiakehityksen ja hakkeenjalostuksen mallitapauksena. Kokeilu sai samalla yhteiskunnallisen innovaation piirteitä. Kapean teknologisen tarkastelun sijaan se tulkittiin uudenlaisen toimintatavan ympärille rakentuvaksi kokeiluksi. Siten kehittämishankkeella oli keskeinen asema paikallisen energiantuotannon tukemisen mahdollistavien tietokäytäntöjen ja rahoitusjärjestelmän joustojen muotoutumisessa.

Rahoitusjärjestelmää on muutettu Kuittilan hankkeen aloittamisen jälkeen. Vuoden 2013 alusta ELY-keskusten maaseutuosaston tukia bioenergiahankkeille nostettiin 35 prosenttiin (Maatalouden investointituki... 2012). Bioenergian erityis- asemaa perustellaan investointien vaatimilla korkeilla kertakustannuksilla, joiden avulla parannetaan maataloustoiminnan kokonaiskannattavuutta.

Toisaalta kyse on tukijärjestelmän selkeyttämisestä ja keinosta vastata ilmastonmuutoksen ja uusiutuvan energian tavoitteisiin ruohonjuuritasolta käsin. Taloudellista tukijärjestelmää on siis sopeutettu tuotannon sosiotekniseen muutokseen ja muokattu myös ilmastotavoitteita paremmin tukevaksi.

## Sähköverkon jäykkyys ja jousto

Siinä oli se paperihomma, kun eivät oikein ite tienneet, että mitä ovat vailla. Oishan myös toimitettu vaikka minkälaisista paperia.

Rahoituspäätöksen viivästyminen ja yritysmuotoon järjestäytyminen veivät aikaa. Tukipäätös saapui 1. syyskuuta 2012, vaikka alkuperäisten suunnitelmien mukaan rakennustöiden oli tarkoitus alkaa jo kesällä. Tukipäätöksen myötä Kuittilan neuvottelupöytään kutsuttiin joukko uusia toimijoita. Tärkeisiä yhteistyökumppaneiksi nousivat alueellisia sähköverkkoja hallinnoivat sähköyhtiöt, joiden tehtävänä on varmistaa verkkoon syötettävän sähkön riittävä määrä ja laatu. Energian ostohinta määräytyy kantaverkon yhteen sitomilla pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla (esim. Ruostetsaari 2010). Sähkö kuitenkin tuotetaan aina paikallisesti ja sen on täytettävä tietyt tekniset vaatimukset.

Pienten sähköntuottajien kohdalla verkkoon liittymisen käytännöt vaihtelevat. Ylä-Karjalassa sähköverkkoa hallinnoi Pohjois-Karjalan Sähkö, mutta Kuittilan maatilan sähköntoimittajana toimi Lappeenrannan energia. Syksyllä 2011 vanhan sähköyhtiön jäsenlehdessä *Elämää & Energiaa* julkaistiin laaja artikkeli, jossa esiteltiin piensähkön tuotantoa tulevaisuuden hajautettuna energiaratkaisuna ja käsiteltiin sähköverkkoon liittymisen juridisia, teknisiä ja maantieteellisiä reunaehtoja (Kärri 2011). Artikkelissa arveltiin, että hajautettujen energiatuotannon ratkaisujen yleistyessä sähköyhtiöt luopuvat roolistaan energiantuottajina ja keskittyvät verkkotoimintoihin. Kuittilan isännän ottaessa yhteyttä sähköyhtiöön kyseinen tulevaisuus osoittautui kaukaiseksi maalailuksi:

Meille Lappeenrannan energiasta tuli sähkö. Sieltä jo syksyllä tuli lehti ja siinä oli mitenkä tulevaisuudessa on hajautettu sähköntuotanto – pientuotanto ja hyö on vaan sellainen kantaverkko tulevaisuudessa. Sitten minä nyt soitin, että pitää olla sopimus, että hyö ostaa ja myyvät sitä. Ne sano, että hyö ei oo vielä niin pitkällä siinä ostohommassa... hyö ei vielä semmoista sopimusta pysty tekemään.

Seuraavaksi Kuittilan pitikin kääntyä paikallisen sähköyhtiön, Pohjois-Karjalan Sähkön puoleen. Viime vuosina on pyritty purkamaan sähkön pien-

tuotantoon liittyviä taloudellisia ja juridisia esteitä (esim. Hallituksen esitys 2006). Sähkön jakeluverkon hallinnoijalla on lakisääteinen velvollisuus liittää verkkoon kaikki ympäristövaatimukset ja tekniset vaatimukset täyttävät sähköntuottajat. Käytännössä tämä tarkoittaa sähköntuottajalle liittymäsopimuksessa määrättyjen jännitearvojen sisällä pysymistä. Prosessi on kuitenkin käytännössä melko monimutkainen, jos kyseessä on uusi teknologinen toimija.

Kuittilassa sähköntuotantosopimuksen laatiminen edellytti runsaasti paperityötä ja lukuisia sähköyhtiön vierailuja maatilalle. Uudenlaisen sähköntuotantomuodon kelpuuttaminen sähköverkkoon edellytti kokeita ja mittauksia paikan päällä. Lisäksi sähkön pientuotannon hitaan etenemisen vuoksi sopimuskäytännöt vaativat runsaasti tilanekohtaista harkintaa. Ratkaisuna Kuittilaan laadittiin erilliset sopimukset sähköverkkoliitännöistä, sähkön myynnistä ja sähkön ostamisesta. Lisäksi maatilan sähköjärjestelmän uusiminen edellytti 1960-luvulta periytyneiden sähköistysten muunnostöitä. Vanhat navetan, asuinrakennuksen ja metallipajan verkkoliittymät ja muuntajat korvattiin yhdellä sähkölinjalla, jonka kautta sekä verkkoon syötettävä että sieltä otettava sähkö kulkevat.

Paikallisesta näkökulmasta sähköyhtiön maalaama tulevaisuuskuva vaikuttaa tavoiteltavalta, mutta se edellyttää vakiintuneiden toimintatapojen muutosta. Sähkömarkkinoiden toiminta seuraa edelleen osin logiikkaa, jossa sähköyhtiöt vastaavat tuotannosta, markkinoinnista ja verkon operoinnista. Varsinkin kulutushuiput ja kysynnän heilahtelut edellyttävät säätövoimaa, josta vastaavat suuret sähköntuotannon yksiköt. Järjestelmän muutoksen myötä toiminnot ovat kuitenkin hitaasti eriytyessä ja muuttumassa joustavammiksi. Sähkön hintakehitys yhdistettynä energiateknologian mittakaavan pienentymiseen ja hinnan halventumiseen on tehnyt hajautetusta energiantuotannosta varteen otettavan elinkeinon. Lisäksi pioneeritoimijoiden keräämät kokemukset ja heidän saamansa näkyvyys lisäävät verkon joustoa ja parantavat uusien toimijoiden pääsyä energiantuotannon kentälle.

## Metsähakkeen kesyttäminen

Ite me kuivataan se hake, kun ei oo semmosta kuivaa haketta. Pitäis olla jonkinlaiset markkinat ja varastoja.

Metsähake oli valokiilassa Kuittilan CHP-laitoksen avajaisissa. Sähköntuotanto käynnistettiin hakkeella, joka oli valmistettu Venäjän Karjalasta tuodusta keloapuusta. Kyseessä on polttamisen kannalta optimaalinen raaka-aine, jolla varmistettiin avajais-



spektaakkelin onnistuminen. Samaan aikaan hakeutusnäytöksessä paikallinen energiapuun tuottaja valmisti kuorma-autolastillinen metsähaketta. CHP-laitoksen kannalta kyseinen laikkahakkurilla tuotettu hake olisi kuitenkin ollut tuhoisa. Sen käyttäminen olisi keskeyttänyt prosessin liian hienon palakoon ja korkean kosteusprosentin takia. Avajaisseremonian kannalta esillepano oli onnistunut, mutta se ei taannut laitoksen toimintaa arjessa.

Ongelmat alkoivat hankkeen rahoituspäätökseen viivytystä syksyyn saakka. Maatilalle rakennettiin yli tuhannen kiintokuution suuruinen hakevarasto, jossa kaasutus- ja palamisprosessin hukkalämpöä käytetään hakkeen kuivaamiseen. Kuivaaminen on kuitenkin mahdotonta, jos laitoksen toiminta ei ole jatkuvaa tai jos ulkolämpötila laskee pakkaselle. Talvella suurin osa lämpöenergiasta johdetaan asuinrakennusten, konepajan ja navetan lämmitykseen, joten normaalisti energiapuu kuivataan pääasiassa kesäkuukausina. Rakennustöiden viivästyksen vuoksi haketta ei kuitenkaan ehditty varastoida kesällä, ja poikkeuksellisen sateinen syksy 2012 teki tilanteesta vieläkin vaikeamman. Riittävän kuivan hakkeen löytäminen Pohjois-Karjalasta osoittautui mahdottomaksi, joten CHP-laitos seisoi tulevat talvikuukaudet lähes käyttämättömänä.

Kaasutuksessa puu kuumennetaan hapettomissa olosuhteissa 900–1 200 celsiusasteen lämpöön. Kaasutuksen onnistumiseksi hakkeen kosteusprosentti ei saa ylittää 15:ttä. Muuten tavoiteltu lämpötila jää saavuttamatta. Pohjois-Karjalassa hyvin kuivana energiapuuna markkinoitujen hake-erien kosteusprosentit olivat 18 ja 20. Lisäksi puun palakoon pitää olla oikea. Oksanpätät tai liian suuret kappaleet hakkeen seassa tukkivat hakkeensyötön, ja liian hieno raaka-aine tukahduttaa kaasutusprosessin. Jälkimmäinen kävi selväksi, kun Kuittilan tilalla yritettiin korjata raaka-aineen kosteusprosenttia käyttämällä puupellettejä, jotka kuitenkin murenivat sahajauhoksi.

Talven ja kevään 2013 aikana tehtiin useita kokeiluja laitoksen käynnistämiseksi, mutta tuloksena oli vain lyhyitä käyttöjaksoja ja turhautumista:

Pitää olla älyttömän hyvää laatua. Se on tuommonen se palotila, jossa se pallee. Niin eihän sinne, jos menee muutama kourallinen sitä huonoo, niin se sammuu se moottori. Lämpötila laskee heti. Sen pitäisi olla ihan sataprosenttisen täyslaatuista koko ajan.

Vaikka puun kaasutukseen liittyviin ongelmiin varauduttiin puutteellisesti, eivät ne tulleet toimijoille täytenä yllätyksenä. Raaka-aineen kosteuden vaikutus hyötysuhteeseen on polttotekniikan perustavia periaatteita. Myös teknologian kehittäjät olivat esitelleet isännälle ja hanketoimijoille poltto-

prosessin hyötysuhdetta kuvaavia taulukoita, joissa tuotetun energian määrä laskee nopeasti raaka-aineen kosteuden kasvaessa. Taulukko ei kuitenkaan kertonut, että prosessi keskeytyy kokonaan, mikäli raaka-aine on liian kosteaa.

Tapaus paljasti laajan alueellisen puutteen hake-markkinoissa. Itä-Suomen hakemarkkinat ja metsähakkeen varastot eivät pystyneet täyttämään korkeatasoista raaka-ainetta tarvinneen toimijan teknisiä vaatimuksia. Energiapuumarkkinoilla on keskittynyt lämpölaitosten sekä suurten CHP-laitosten raaka-ainetarpeen täyttämiseen, jolloin raaka-aine ei tarvitse olla tasalaatuista. Hakkeen joukossa saattaa esimerkiksi olla suuria jääpaloja tai se ei ole muulta osin tasalaatuista. Ne tarkoittavat tuottajan saavan kosteusprosentin perusteella määräytyvää pienempää tuottajahintaa, mutta eivät pysäytä suurten laitosten palamisprosessia.

Nurmeksesta käsin toimiva energiapuuyhtiö Karjalan Metsä ja Energia (KME) tarjoutui toimitamaan Kuittilaan sopivan kokoisia puupaloja. Yleisesti käytetyllä laikkahakkurilla terät jauhavat puun hienoksi murskaksi, jossa on runsaasti kaasutusprosessin kannalta haitallista hienoainetta. KME:n alihankkijalla oli kuitenkin käytössään ruuvihakkuri, jolla pystytään paremmin säätämään lopputuotteen ominaisuuksia. Hakkaavan terän sijaan puumassa puristetaan ruuvimaisen terän läpi, jolloin lastut jäävät suuremmiksi.

Yhtäjaksoinen energiantuotanto saatiin viimein käynnistettyä Kuittilassa keväällä 2013. Pidemmällä aikavälillä tavoitteena on siirtyminen maatilan oman metsähakkeen käyttöön, mutta se edellyttää yhteistyötä energiapuutoimijoiden kanssa puun hakeuttamisessa. Laitoksen hyötysuhteen kannalta kyseessä on tärkeä siirtymä, koska myös raaka-aineen kasvatus ja hankinta tulevat osaksi maatilan tuotantojärjestelmää.

Energiantuotannon teknologiankehitys on osaltaan edistämässä korkeamman jalostusasteen metsähakkeen ja energiatuotteiden markkinoita. Perinteisessä järjestelmässä hakkuutäteet säilötään tienvarsilla pinoissa, joista ne haketetaan kuivumisen jälkeen ja kuljetetaan asiakkaalle. Vastaavasti energiapuuterminaaleissa puun kuivatus, käsittely ja säilytys tapahtuvat keskitetysti sisätiloissa, jolloin lopputuotteen laatua on helpompi säädellä. Energiapuun tuottajien tavoitteena on toimia metsäteollisuuden ja energiantuotannon rajapinnalla, jolla raaka-aineen ostohinta määrittyy kuutiometreissä ja myyntihinta kilowattitunteina.

## Teknologia sosiaalisena käytäntönä

Eilissä päivänä sitä sytyttivät käyntiin. Se yön yli pyöri ja taas oli tekninen ongelma.

Kuittilan maatilalla on pienimuotoisia perinteitä pioneerin roolissa toimimisesta. Maatilalla otettiin ensimmäisenä Pohjois-Karjalassa käyttöön sittemmin standardiksi muodostunut kahden lypsyrobotin järjestelmä. Myös maidon jäähdytyksessä oli tutkimusvierailujen aikana kokeilukäytössä jäähdytyspakkajärjestelmä, joka kerää talteen lämpöön sitoutunutta energiaa ja vähentää tautiriskejä. Kokeilijan rooli merkitsee uusien toimintatapojen tuomien mahdollisuuksien nopeaa hyödyntämistä, mutta usein myös korkeampia kustannuksia, epäonnistumisen riskiä ja runsaasti työtä.

Puunkaasutuslaitos ei ollut itsestään selvä valinta sähkön- ja lämmöntuotannon teknologiaksi. Sähkön ja lämmön pientuotannon tarpeisiin on kehitetty vain vähän maataloilla sopivia kaupallisia teknologioita. Kuittilan valitseman teknologian puolesta puhui erityisesti maa- ja metsätalousteollisuuden sekä yhdyskuntatekniikan kehitystä käsittelevä *Koneviesti*-lehti, jonka sivuilla energiateknologian pien-toimijat saivat näkyvyyttä vuoden 2012 aikana (ks. *Koneviesti* 12/2012; 17/2012). Lehden artikkelit ohjasivat Kuittilan yhteistyöhön Pohjois-Pohjanmaalla sijaitsevaan laitevalmistajan kanssa. Valintaan vaikuttivat myös yrityksen kotimaisuus ja laitteiden aiempi käyttö mallikohteissa.

Laitevalmistajan aiemmat kohteet olivat julkisesti toteutettuja, joten teknologian vieminen yksityiselle toimijalle tarjosi heille uudenlaisen haasteen. Lisäksi Kuittila poikkesi ympäristönä valmistajan referenssikohteista, kuten kymmenen omakotitalon kokonaisuudesta Kempeleessä (Kempeleen ekokortteli 2010). Teknologian sovittamisessa maatalan tarpeisiin korostui etenkin hakkeen korkean laadun merkitys, joten kuivaus päätettiin järjestää maatilalla. Laitteiston toiminnassa alkoi kuitenkin ilmetä ongelmia, joiden korjaaminen edellytti laitevalmistajilta säännöllisiä vierailuja maatilalle. Etähallittavan laitteiston teknisten ongelmien raportoinnista, virheilmoitusten tarkkailusta ja teknologian hienosäädöstä tuli pian arkipäivää Kuittilassa. Samalla ne toimivat koulutuksena laitteiston tekniseen hallintaan.

Jatkuvan sähköntuotannon käynnistyttyä keväällä 2013 maatalan rooli muuttui asiakkaasta energiantuottajaksi. Samalla huomio alkoi keskittyä entistä enemmän hyödyntämistään tehostamiseen ja hakkeen jalostuksen kehittämiseen. Vastaavanlainen energialaitos perustettiin pian myös Ilomantsissa sijaitsevalle Mekrijärven tutkimuslaitokselle, jossa on kerätty biomassan kaasutukseen ja metsähakkeen kuivaukseen liittyvää vertailuaineistoa koe-tutkimuksilla vuodesta 2007 asti. Tieto uudesta laitoksesta otettiin tilalla vastaan tyytyväisinä. Mekrijärven tutkimusten tavoitteena on ymmärtää prosessin teknistä kokonaisuutta energiantuottajien,

hakkeen toimittajien ja teknologiankehittäjien näkökulmista.

Raaka-ainehuoltoon liittyvät kysymykset ovat johtaneet innovaation laajempaan rajaamiseen myös teknologian kehittäjän näkökulmasta. Hakkeen kuivaamiseen liittyviä ratkaisuja on vertailtu muun muassa Saksassa saatuihin kokemuksiin. Niiden myötä tuotekehitys on kohdistunut etenkin hakkeen kuivaatuksen ratkaisuihin. Kuittilan maatilalla tehty kehitystyö osoitti, että teknologian esteet liittyvät erityisesti alueellisiin teknis-taloudellisiin verkostoihin. Jatkuva energiantuotanto on mahdollista vasta kun sen ympärille kootaan riittävän tukeva joukko muita toimijoita. Tätä näkökulmaa on vaikea sisällyttää teknisiin kaavioihin tai tapausesitykseen.

Kuittilan laitoksen saamasta näkyvyydestä huolimatta teknologian kehittäjien viimeaikaiset kohteet ovat sijainneet ulkomailla. Monissa maissa korkeat sähköhinnat ja tukipolitiikka ovat tehneet paikallisista sähköntuotannon ratkaisuista houkuttelevia. Toisaalta Kuittilan esimerkin avulla pienen mittakaavan energiantuotantoa on voitu markkinoida myös kansainvälisesti. Kuittilassa maidontuotannon, konepajan ja asuinrakennusten kokonaisuus muodosti riittävän laajan kohteen kannattavalle energiainvestoinnille. Energiayrittäjyys myös mahdollistaa uusien elementtien liittämisen maatalan toimintoihin esimerkiksi jalostamalla lannasta biokaasua ja lannoitteita. Samalla uudet avaukset konkretisoivat maaseudun verkostomaisuutta.

## Ennakoinnin käytännöt ja sosiotekninen muutos

Kuittilan maatila nostettiin energiaomavaraisuuden mallikohteeksi jo ennen sähköntuotannon käynnistämistä. Tilalle tehtiin vierailuja ja seminaarimatkoja eri puolilta Suomea. Lisäksi Kuittilan paikallista sähköntuotantoa ja siihen liittyviä kysymyksiä kuvailtiin muun muassa *Helsingin Sanomien* mukana jaetussa maaseudun kehitystä käsittelevässä liitteessä keväällä 2014 (Aarnio 2014). Kuittilan maatilasta rakennettiin alueelliseen ja kansalliseen keskusteluun artefaktia, jonka kautta artikuloidaan energian tuotantojärjestelmään liittyvää sosioteknisen muutoksen mahdollisuutta keskitetystä mallista kohti hajautettuja järjestelmiä. Matkan varrella tapaus puhdistetaan paikallisista kokeiluista ja vastoinkäymisestä, jolloin sen yleistettävät ja siirrettävät osat korostuvat.

Sosiotekninen muutos on aina tapauslähtöistä ja tulosta paikantuvista ratkaisuista, joissa arkiset valinnat ja teknologiat kohtaavat lainsäädännön, ta-

louden ja materiaalien puitteiden asettamat reunaehdot. Maaseutupolitiikan, sähköverkojen hallinnan, puumarkkinoiden ja teknologiakehityksen käytäntöjen ja materiaalien sidosten muodostama sommittuma on kuitenkin avoin ja pitää sisällään mahdollisuuden uusille tulkinnoille (Bennett 2005). Energiantuotannon aloittaminen Kuittilassa teki jatkuvasti näkyviksi joukon verkostoja, joissa käydyt neuvottelut ja muotoillut uudet tulkinnot olivat ratkaisevia sähkötuotannon kannalta.

Muutoksen kannalta tärkeitä ovat nykyhetken epäjatkuvuuksien ja mahdollisten tulevaisuuksien näkyväksi tekemisen tavat (Anderson 2010: 782). Sähköntuotannon investointipäätökset, taloudelliset tukimekanismit, hakemerkkinoiden tuotevalikoimat ja teknologiset kehitysurat ovat kaikki tuloista ennakoivasta toiminnasta, jonka mukana järjestelmä pysyy koossa ja muuttuu. Olen avannut tätä asetelmaa kokoamalla taulukkoon 1 artikkelini tuloksia tulevaisuuteen vaikuttamisen laskennallis-

ten, kuvitteellisten ja performatiivisten käytäntöjen näkökulmasta.

Laskennallisia käytäntöjä ovat etenkin moninaiset teknistaloudelliset artefaktit, jotka sanelevat instituutioiden toimintaa ja reaktioita. Aluehallinnon maaseutuosaston tilaisuus tunnistaa maatalouden muutoskehitystä jäi toteutumatta, koska rahoitusmekanismit rajasivat maataloustoimintaa kapealaisesti. Vastaavasti paikalliset hakemerkkinat olivat kehittyneet suurten kuluttajien ehdoilla, eikä sähköntuotannon edellyttämää korkeaa hakelaatua ollut saatavilla. Molemmista tapauksista ratkaisuksi nousivat uudenlaiset laskennalliset käytännöt investointitukien ja energiapuunmarkkinoiden ohjaamisessa. Toisaalta sähköverkojen tekniset vaatimukset ja paloprosessin hyötysuhdetaulukot ovat joustamattomia artefakteja, joiden sisältämään tietoon paikallisen toiminnan on mukauduttava. Vaikka laskennallisten käytäntöjen välittämä tieto on varsin läpinäkyvää ja tasapuolista, on niiden si-

Taulukko 1. Tulevaisuuden tuottamisen laskennalliset, kuvitteelliset ja performatiiviset käytännöt bioenergian tuotannon verkostoissa Andersonia (2010) mukaillen.

*Table 1. Calculative, imaginary and performative practices of making future present in the networks of bioenergy production according to Anderson (2010).*

	Maatalouspolitiikka / <i>Agricultural policy</i>	Sähköverkojen hallinta / <i>Electricity grid governance</i>	Energiapuun markkinat / <i>Energy wood markets</i>	Teknologiakehitys / <i>Technology development</i>
Laskennalliset tulevaisuudet <i>Calculative futures</i>	Rahoituspäätösten myöntämisperiaatteet <i>Principles of funding decisions</i>	Sähköverkojen tekniset standardit <i>Technical standards of electrical network</i>	Tieto metsähakkeen ominaisuuksista <i>Knowledge on the properties of wood-chips</i>	Kaasutusprosessin hyötysuhdetaulukot <i>Efficiency tables of gasification process</i>
Kuvitteelliset tulevaisuudet <i>Imaginary futures</i>	Maatalouden murrosskenaariot <i>Scenarios for agricultural change</i>	Energiantuotannon tulevaisuuskuvat <i>Visions of energy production</i>	Biotaloituksen muutokset <i>Transition narratives of bioeconomy</i>	Kirjoitukset teknologian kehityksestä <i>Reports on technological development</i>
Performatiiviset tulevaisuudet <i>Performative futures</i>	Seminaarit ja kirjoitukset kohteesta <i>Seminars and articles about the case</i>	Muuntajien ja sähköjärjestelmien uusiminen <i>Upgrading of transformers and electrical systems</i>	Avajaiset, haketusnäytös <i>Inauguration, chipping demonstration</i>	Tuotteen ja referenssikohteen muokkaus <i>Revision of the product and reference</i>

sältämää tietoa ja toiminnan logiikkaa äärimmäisen vaikeaa muuttaa.

Kuvitteellisten tulevaisuuksien välittämisessä on mukana toisenlainen joukko välittäjiä ja artefakteja, joita ei ole laadittu vain vallitsevan tilanteen ylläpitämiseksi, vaan jotka tekevät usein työtä myös muutoksen tuottamiseksi. Uskottavien ja vaikuttavien tarinoiden toimijuus on epälineaarista, joustavaa ja välillä myös yllättävää. Julkisen keskustelun tuottamat kertomukset maatalouselinkeinojen murroksesta, hajautetun energiantuotannon mahdollisuuksista, metsätalouden siirtymisestä kohti biotaloutta sekä uuden energiateknologian saavutuksista tarjoavat toivottavia, ristiriitaisia tai vääjäämättömiä kuvauksia sosioteknisistä muutoksista. Tutkimuksessani sähköyhtiön jäsenlehti ja konealan ammattilehti paikansivat kuvitteelliset tulevaisuudet lähemmäs maatilan arkista kokemuspiiriä. Kuvitteellisten tulevaisuuksien tuottamassa muutoksessa ei kuitenkaan ole kyse passiivisesta tarinoiden seuraamisesta, vaan myös paikallisiin tarpeisiin sopivasta tulkinnasta.

Performatiiviset tulevaisuudet edellyttävät välitöntä osallistumista mahdollisen tulevaisuuden esittämiseen ja näkyväksi tekemiseen. Kuittilasta on tehty referenssikohde, ja tila sai osakseen julkisuutta muun muassa avajaissermonioiden, julkaisujen ja seminaarien muodossa. Samalla hajautettuun energiantuotantoon kiinnittyviä hakkeentuotannon tekniikoita ja sähköverkkojen muutoksia tehdään näkyviksi. Maatila rakennetaan tutkimus-esimerkissäni jaettuna kohteena, jonka välittämä kuva muutoksesta yhdistää siihen kiinnittyvän yleisön kokemuspiirejä. Vastaavasti epäonnistumiset, viivästykset ja ylittävät kustannusarviot voivat vähentää halukkuutta osallistua esitettyyn muutoksen suuntaan.

Ennakoinnin käytännöt toimivat aktiivisesti kuljettaen mukanaan muutoksen tapoja sekä peittäen alleen muutoksen paikallisia poliittisia ja teknologisia esteitä. Tärkeään asemaan nousevat ei-inhimilliset välittäjät (*mediator*), jotka tekevät aktiivista työtä tiivistäessään toimintatapoja, purkaessaan vanhoja ajattelumalleja, siirtäessään teknologioita, soveltaessaan lainsäädäntöä tai tuottaessaan muutoksia markkinoilla (Latour 2005: 118–123). Laskennallisissa, kuvitteellisissa ja performatiivissa tulevaisuuksissa vaikuttavat välittäjät ovat olennainen silta sosiaalisten käytäntöjen ja teknologian välillä. Tulevaisuuksien tuottamisen käytännöt ovat siten avain laajempaan sosiotekniseen muutokseen.

Kuittilan maatilalle perustettu puunkaasutuslaitos ei edusta teknologisessa tai taloudellisessa mielessä radikaalia muutosta kohti kestäväää energiantuotantoa. Pikemminkin se on esimerkki kokeilusta, jossa maatalouden, sähköverkkojen, puumarkkinoiden ja teknologiakehityksen verkostot joustavat

ja antavat tilaa uudelle toimintamuodolle. Kyse on sommittumasta, jolla voi olla merkitystä kestävämmän yhteiskunnallisen järjestelmän rakentamisessa.

### Kiitokset

Kiitän kolmea anonyymää ennakkotarkastajaa monipuolisista kommentteista, Suomen akatemian hanketta (nro 14878) ”Bioenergihallinnan haasteet” tutkimuksen rahoittamisesta, Jarmo Kortelaista ja Juha Kotilaista tuesta sekä Kuittilan tilan väkeä vieraanvaraisuudesta.

### KIRJALLISUUS

- Aarnio, J. (2014). Kuittilan tila puskee omaa energiaa. *Maavara – Avara maaseutu*, 10–11.
- Alatalo, M. & M. Åkerman (2011). *Tieto hallinnassa*. 276 s. Vastapaino, Tampere.
- Anderson, B. (2010). Preemption, precaution, preparedness. *Progress in Human Geography* 34: 6, 777–798.
- Bennett, J. (2005). The agency of assemblages and the North American blackout. *Public Culture* 17: 3, 445–465.
- Darnhofer, I., S. Bellon, B. Dedieu & R. Milestad (2010). Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. *Agronomy for Sustainable Development* 30: 3, 545–555.
- Donner-Amnell, J., S. Miina, J. Pykäläinen & S. Tuuva-Hongisto (2011; toim.): Maailma haastaa – metsä tulevaisuuden ratkaisuisia. *Silva Carelica* 56. 256 s.
- Haapakoski, J. & N. Huikuri (2011). Energiaomavarainen maatila Nurmeksessa. *Teoksessa* Huikuri, N. & L. Okkonen (toim.): *Bioenergiaa Pielisen Karjalaan*, 7–20. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Nurmes.
- Hallituksen esitys (2006). Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi sähkömarkkinain muuttamisesta. HE 181/2006.
- Hughes, T. (1993). *Networks of power*. 474 s. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Huttunen, S. (2012). Wood energy production, sustainable farming livelihood and multifunctionality in Finland. *Journal of Rural Studies* 28: 4, 549–558.
- Jasanoff, S. (2004). Ordering knowledge, ordering society. *Teoksessa* Jasanoff, S. (toim.): *States of knowledge*, 13–45. Routledge, London.
- Jørgensen, U. (2012). Mapping and navigating transitions. *Research Policy* 41: 6, 996–1010.
- Kangas, H.-L. (2013). Korjausliike energiapolitiikkaan. *Teoksessa* Hilden M., E.-L. Hallanaro, L. Karjalainen & M. Järvelä (toim.): *Uusi luonnonvaratalous*, 213–225. Gaudeamus, Helsinki.
- Kempeleen ekokortteli vuoden rakennuskohde (2010). Oy. 10.8.2014. <www.volter.fi>
- Kojo, M. (2009). The revival of nuclear power in a strong administrative state. *Teoksessa* Kojo, M. & T. Litmanen (toim.): *The renewal of nuclear power in Finland*. 221–251. Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- Koneviesti* 12/2012 (2012a). Pyrolyysireaktorivoimala pelaa laatuhaikkeella.

- Koneviesti 17/2012 (2012b). Pienyrietykset kehittävät pien-chp -teknologiaa.
- Kärri, K. (2011). Mitä tarkoitetaan hajautetulla energiantuotannolla? *Elämää ja energiaa* 2/2011, s. 8–9.
- Laine, M., J. Bamberg & P. Jokinen (2007). Tapaustutkimuksen käytäntö ja teoria. *Teoksessa* Laine, M., J. Bamberg & P. Jokinen (toim.): *Tapaustutkimuksen taito*. 2. p. 300 s. Gaudeamus, Helsinki.
- Laird, F. N. (2013). Against transitions? *Science as Culture* 22: 2, 149–156.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social*. 312 s. Oxford University Press, Oxford.
- Leskinen, L. A. (2007). Kestävyyden tulkinnat metsäkeskusten yhteistoiminnallisissa käytännöissä. *Dissertationes Forestales* 44. 304 s.
- Leskinen, L. A., T. Peltola & M. Åkerman (2006). Puuenergia, metsätalouden toimintakentän muutos ja sosiaalinen kestävyys. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2006, 293–304.
- Leskinen, L. A. & L. Sikanen (2011). Aineelliset ja aineettomat tuotantotehtävät koneyrittäjien metsäenergialiiketoiminnassa. *Maaseudun uusi aika* 3/2011, 36–48.
- Maatalouden investointituki ensi vuodelle on päätetty (2012). Maa- ja metsätalousministeriö. 3.6.2014. <[www.mmm.fi](http://www.mmm.fi)>
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus (2014). Nautojen lukumäärä kunnittain 1.5.2014. 19.8.2014 <[www.maataloustilastot.fi](http://www.maataloustilastot.fi)>
- Markard, J., R. Raven & B. Truffer (2012). Sustainability transitions. *Research Policy* 41: 6, 955–967.
- Marsden, T., J. Murdoch & K. Morgan (1999). Sustainable agriculture, food supply chains and regional development. *International Planning Studies* 4: 3, 295–301.
- Marsden, T. & E. Smith (2005). Ecological entrepreneurship. *Geoforum* 36: 4, 440–451.
- Massey, D. (2008). *Samanaikainen tila*. 240 s. Vastapaino, Jyväskylä.
- McCormick, K. & T. Käberger (2007). Key barriers for bioenergy in Europe. *Biomass & Bioenergy* 31: 7, 443–452.
- Miller, C. A. (2004). Climate science and the making of a global political order. *Teoksessa* Jasanoff, S. (toim.): *States of knowledge*, 46–66. Routledge, New York.
- Miller, C. A., A. Iles & C. F. Jones (2013). The social dimensions of energy transitions. *Science as Culture* 22: 2, 135–148.
- Murdoch, J. (1997). Towards a geography of heterogeneous associations. *Progress in Human Geography* 21: 3, 321–337.
- Niskanen, A., J. Donner-Amnell, S. Häyrynen & T. Peltola (2008). Metsän uusi aika. *Silva Carelica* 53. 272 s.
- Nurmeslainen tila tuottaa tarvitsemansa energian (2012). *Maaseudun tulevaisuus* 5.12.2012.
- Okkonen, L. & N. Suhonen (2010). Business models of heat entrepreneurship in Finland. *Energy Policy* 38: 7, 3443–3452.
- Oksa, J. (2006). Maaseudun kehitys perustuu paikalliseen yhteistyöhön. *Teoksessa* Jalonen R., I. Hanski, T. Kuuluvainen, E. Nikinmaa, P. Pelkonen, P. Puttonen, K. Raitio & O. Tahvonen (toim.): *Uusi metsäkirja*, 281–284. Gaudeamus, Helsinki.
- Ottinger, G. (2013). The winds of change. *Science as Culture* 22: 2, 222–229.
- Peura, P. (2013). From Malthus to sustainable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19, 309–327.
- Phillips, M. & J. Dickie (2014). Narratives of transition/non-transition towards low carbon futures within English rural communities. *Journal of Rural Studies* 34, 79–95.
- Pielisen Karjalan elinkeinostrategia 2014–2017* (2014). Pielisen Karjalan kehittämiskeskus, Nurmes. 4 s.
- van der Ploeg, J. D. (2003). *The virtual farmer*. 432 s. Royal Van Gorcum, Assen.
- Pohjois-Karjalan strategia 2030 (2010). *Pohjois-Karjalan maakuntaliiton julkaisu* 127. 64 s.
- Raven, R., J. Schot & F. Berkhout (2012). Space and scale in socio-technical transitions. *Environmental Innovations and Societal Transitions* 4, 63–78.
- Ruostetsaari, I. (2010). *Energiavalta*. 272 s. Tampere University Press, Tampere.
- Ryteri, T. & J. Lukkarinen (2014). Puun energiakäytön yhteiskunnallinen ohjaus Suomessa. *Metsätieteellinen aikakauskirja* 3/2014, 163–182.
- Shove, E. & G. Walker (2007). CAUTION! Transition ahead. *Environment and Planning D* 39: 4, 163–770.
- Shove, E. & G. Walker (2010). Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy* 39: 4, 471–476.
- Sireni, M. (2002). Tilansa tekijät. *Joensuun yliopiston yhteiskuntatieteellisiä julkaisuja* 56. 323 s.
- Vehmas, J. (2011). Energian ja energiapolitiikan kehitysnäkymiä. *Teoksessa* Donner-Amnell, J., S. Miina, J. Pykäläinen & S. Tuuva-Hongisto (toim.): *Maailma haastaa – metsä tulevaisuuden ratkaisuisissa*. *Silva Carelica* 56, 104–125.
- Vuorio, K. (2013). Lämpöyrittäjätoiminta Suomessa vuonna 2012. *TTS:n tiedote* 4/2013 (765). 4 s.
- Verbong, G. & F. Geels (2007). The ongoing energy transition. *Research Policy* 35: 2, 1025–1037.
- Weber, K. M. (2003). Transforming large socio-technical systems towards sustainability. *Innovation* 16: 2, 155–175.
- Wihersaari, M. & E.-L. Hallanaro (2013). Ruokaa, raaka-aineita vai energiaa? *Teoksessa* Hilden, M., E.-L. Hallanaro, L. Karjalainen & M. Järvelä (toim.): *Uusi luonnonvaratalous*, 37–47. Gaudeamus, Tallinna.
- Åkerman, M. (2005). Risusavotasta maaseudun teknologiaihmeeseen. *Alue ja Ympäristö* 34: 1, 30–41.
- Åkerman, M., A. Kilpiö & T. Peltola (2010). Institutional change from the margins of natural resource use. *Forest Policy and Economics* 12: 3, 181–188.