

Teollisuuspolitiikka ja disruptiivinen murros energiajärjestelmässä

Näkökulmia Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurroksista

Vera Järvenreuna
Paula Kivimaa

Teollisuuspolitiikka ja disruptiivinen murros energiajärjestelmässä

Näkökulmia Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurroksista

Vera Järvenreuna
Paula Kivimaa

Aalto-yliopiston julkaisusarja
KAUPPA + TALOUS 1/2021

© 2021 Vera Järvenreuna, Paula Kivimaa

ISBN 978-952-64-0250-5 (pdf)

ISSN 1799-4802 (pdf)

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-64-0250-5>

www.smartenergytransition.fi

Unigrafia Oy
Helsinki 2021

Strateginen tutkimus - Suomen Akatemia

Tekijä

Vera Järvenreuna, Paula Kivimaa

Julkaisun nimi

Teollisuuspolitiikka ja disruptiivinen murros energiajärjestelmässä - Näkökulmia Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurroksista

Julkaisija Kauppakorkeakoulu**Yksikkö** Johtamisen laitos**Sarja** Aalto-yliopiston julkaisusarja KAUPPA + TALOUS 1/2021**Tutkimusala** Energiamurrostutkimus**Kieli** Suomi**Tiivistelmä**

Smart Energy Transition -hankkeessa (SET) tutkittiin energiamurrosta ja sen vaikutuksia Suomeen. Hankkeen työpaketissa 3 tarkasteltiin murrosta analysoimalla systeemiä disruptioita ja teollisuuspolitiikkaa Tanskassa, Saksassa ja Iso-Britanniassa. Tässä raportissa kokoamme yhteen keskeisimmät tulokset SET-hankkeesta tehdyistä maatutkimuksista. Tutkimusten ja haastatteluiden pohjalta pohdimme, mitä Suomessa voitaisiin huomioida Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurroksista sekä niihin vaikuttaneista teollisuuspoliittisista toimista ja energiadisruptioista.

Tarkastelemme teollisuuspolitiikkaa ja energiajärjestelmää horjuttavia disruptioita pitkän aikavälin visioiden, instrumenttien, toimijoiden ja työllisyyden näkökulmasta. Tutkimusten valossa selkeät visiot vaikuttavat luovan vakautta energiasektorille. Keskeistä on myös visioiden implementointi konkreettisiksi politiikkainstrumenteiksi. Energiasektorin toimijakirjon laajeneminen sekä työllisyysnäkökulman huomioiminen tukevat puolestaan oikeudenmukaisen murroksen etenemistä. Näitä tukee muun muassa energiajärjestelmän hajaantuminen sekä ammattiliittojen osallistaminen.

Tanskassa on harjoitettu vahvaa vihreää teollisuuspoliittista ohjausta tuettaessa tuulivoimasektoria ja sen ympärille kasvanutta liiketoimintaa, vientiä ja työllisyyttä. Tanskan energiajärjestelmää on horjuttanut monikin disruptio. Saksassa uusiutuvan energian pientuotannon kasvu on luonut Saksan energiajärjestelmään teknologisen disruption, mikä myös horjutti energiasektorin toimijakenttää. Ehdoton ydinvoimakielto on ajanut Saksan energiajärjestelmän kuitenkin tilanteeseen, jossa ydinvoiman alasajon ensisijaisuus on hidastanut hiilestä luopumista. Iso-Britanniassa uusiutuvan energian osuus on kasvanut, mutta varsinaisia energiadisruptioita ei ole ilmennyt. Merituulivoima-alalle on syntynyt uutta liiketoimintaa ja uusia työpaikkoja, mutta muilla energiasektorin osa-alueilla teollisuuspolitiikalla ole ollut merkittävää roolia.

Tunnistamme SET-maatutkimuksista sellaisia teollisuuspoliittisia toimia, joiden soveltamismahdollisuuksia Suomen kontekstiin olisi hyödyllistä pohtia. Ensinnäkin, integroimalla ilmastotavoitteet osaksi selkeää teollisuuspoliittista visiota ja päätöksentekoa voidaan edistää energiamurrosta. Visioiden myötä vahvistuva teollisuuspolitiikan ennakoitavuus voi kasvattaa uuden energian liiketoimintamahdollisuuksia. Mitä tulee toimijoihin, tunnistamalla esimerkiksi energiayhteisöjen ja -osuuskuntien potentiaali uusiutuvan energian tuotannossa voidaan tukea myönteisten energiadisruptioiden syntyä. Energiamurroksen työllisyysvaikutusten yhteydessä keskeisenä teollisuuspoliittisena ohjauskeinona esiin nousee uudelleen koulutus.

Avainsanat energiamurros, energiadisruptio, systeeminen disruptio, teollisuuspolitiikka**ISBN (painettu)****ISBN (pdf)** 978-952-64-0250-5**ISSN (painettu)****ISSN (pdf)** 1799-4802**Julkaisupaikka** Helsinki**Painopaikka** Helsinki**Vuosi** 2021**Sivumäärä** 20**urn** <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-64-0250-5>

Sisältö

1. Johdanto	1
2. Teollisuuspolitiikka ja systeemiset disruptiot.....	2
3. Teollisuuspolitiikan ja energiadisruptioiden esimerkit ulkomailta.....	4
3.1. Tanska vihreän teollisuuspolitiikan mallioppilaana	4
3.2. Epäsuoraa teollisuuspolitiikkaa Saksan Energiewendessä.....	6
3.3. Iso-Britannia ja merituulivoima teollisuuspolitiikan tähtäimessä.....	8
4. Näkökulmia Suomeen esimerkkimaiden energiamurroksista	11
4.1. Visiot	11
4.2. Instrumentit	12
4.3. Toimijat	13
4.4. Työllisyys	14
5. Lopuksi.....	16
Lähteet.....	18

1. Johdanto

Smart Energy Transition -hankkeessa (SET) tutkittiin, miten Suomi voi hyötyä käynnissä olevasta energiamurroksesta. Kysymystä lähestyttiin tarkastelemalla esimerkkejä ulkomailta. Hankkeessa tutkittiin kotimaan kehityskulkujen lisäksi Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurroksia. Näiden kolmen valtion voidaan nähdä edistäneen energiamurrosta kunnianhimoisesti ja saavuttaneen kiitettävän kasvun uusiutuvan energian osuudessa energiantuotannossa. Kiinnostavaa on kuitenkin huomata, että kunkin esimerkkivaltion strategiat ja toimet kohti vähähiilistä yhteiskuntaa poikkeavat toisistaan monilta osin.

Tämä raportti perustuu SET-hankkeen työpaketissa 3 tehtyihin maatutkimuksiin (Rogge & Johnstone 2017, Johnstone & Kivimaa 2018, Johnstone et al. 2017; 2020; 2021). Tutkimukset on tehty SET-kumppanina toimineen Sussexin yliopiston Science Policy Research Unit (SPRU) -yksikössä. SET-konsortion jäsenistä tutkimuksia ovat tehneet tutkimusprofessori Paula Kivimaa¹, professori Karoline Rogge² sekä tutkija Philip Johnstone². Lisäksi raportissa on käytetty Karoline Roggen ja Philip Johnstonen haastatteluja kesältä 2020 sekä keväällä 2018 Helsingissä pidetyn SET-työpajan ”What Finland can learn from UK, Denmark and Germany?” materiaaleja.

SET-hankkeen maatutkimuksissa on keskitytty tarkastelemaan *teollisuuspolitiikan* vaikutusta energiamurrokseen. Lisäksi tarkastelun kohteena ovat olleet murroskehityksissä ilmenneet *energiadisruptiot*, eli vanhaa järjestelmää horjuttavat innovaatioiden ja teknologioiden ryppäät, jotka ilmenevät vallitsevan energijärjestelmän merkittävinä muutoksina.

Raportti rakentuu siten, että alkuun esittelemme kiteytetysti teollisuuspolitiikan ja systeemisten disruptioiden taustaa ja käsitteistöä. Tämän jälkeen tiivistämme keskeisimmät tutkimustulokset SET-hankkeen maatutkimuksista. Tanskasta nostamme esiin tuulivoiman kasvun vaikuttaneita teollisuuspoliittisia toimia, sekä kasvun disruptiivisia vaikutuksia. Saksan osalta tarkastelemme ydinvoiman kiellon vaikutuksia uusiutuvan energian kasvuun, sekä teollisuuspolitiikan moninaisia vaikutuksia energiamurrokseen. Iso-Britannian kontekstissa tarkastelemme, kuinka nimenomaisen teollisuuspolitiikan puuttuminen voi hidastaa disruptioiden syntyä. Tutkimustulosten tiivistysten pohjalta pohdimme, mitä Suomessa voitaisiin huomioida Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurroksista. Lopuksi teemme johtopäätökset ulkomaiden opeista.

¹ Suomen ympäristökeskus SYKE

² Sussexin yliopisto

2. Teollisuuspolitiikka ja systeemiset disruptiot

Teollisuuspolitiikalla viitataan yleisesti teollisuuden tehokkuutta ja kansainvälistä kilpailukykyä edistäviin politiikkatoimiin, joskin teollisuuspolitiikan määritelmä ja painopisteet vaihtelevat merkittävästi eri maissa (Johnstone ym. 2017; 2020). Ympäristö- ja kestävyyskysymykset eivät ole perinteisesti määritelleet teollisuuspolitiikan suuntaviivoja, mutta viime aikoina keskustelussa ja kirjallisuudessa päätään nostanut *vihreä teollisuuspolitiikka* on sävyttänyt teollisuuspolitiikan käsitteistöä. Vihreällä teollisuuspolitiikalla pyritään ohjaamaan taloutta aiempaa kestävämpään suuntaan, mikä useissa tapauksissa tarkoittaa siirtymää perinteisiltä teollisuudenaloilta kohti vihreämpiä teknologioita (Ibid.).

Perinteisesti tuotteita ja palveluita, jotka tuovat uusia hyötyjä asiakkaille ja jotka horjuttavat vakiintuneiden yritysten asemaa, on kutsuttu disruptiivisiksi innovaatioiksi (Christensen 1997; 2003). *Systeemisellä disruptiolla* sen sijaan viitataan vallitsevaa sosio-tekniistä järjestelmää, esimerkiksi energiajärjestelmää, horjuttavaan innovaatioiden ja laajempien muutosten kokonaisuuteen, joka voi vaikuttaa teknologian ja infrastruktuurin lisäksi muun muassa markkinajärjestelmään, omistussuhteisiin, toimijoiden valta-asemiin ja julkishallinnon instituutioihin. Disruptio voi vaikuttaa myös kulutuksen ja tuotannon taustalla olevaan kulttuuriin ja käytäntöihin (Kivimaa ym. 2021). Se on tietynlainen tapa, jolla esimerkiksi energiamurros syntyy, kun muutos on laajaa ja pysyvää (suuren mittakaavan muutos taulukossa 1).

Taulukko 1. Disruptio kestävyysmurroksissa (käännetty Kivimaa ym. 2021)

	Vähittäinen muutos	Nopea muutos
Suuren mittakaavan muutos, joka käsittää useita järjestelmän osa-alueita tai ulottuvuuksia	Disruptio, joka liittyy vähittäiseen muutokseen ja koko järjestelmän hienovaraiseen uudelleen määrittelyyn	Disruptio, jota voi luonnehtia katkonaiseksi; hajoaminen ja järjestelmään uudelleen muotoutuminen
Pienen mittakaavan muutos, joka käsittää vain yhden osa-alueen tai disruption ulottuvuuden	Ei-disruptiivinen asteittainen muutos; aiemman järjestelmän kokoonpanon säilyminen	Disruptiiviset innovaatiot, jotka sopeutuvat olemassa olevaan järjestelmään; säilyminen ja paluu aiempaan

Kun disruptio ilmenee sosio-tekniisessä energiajärjestelmässä, puhutaan *energiadisruptiosta*. Energiadisruption taustalla olevia kehityskulkuja ovat muun muassa uusiutuvan energian teknologioiden lisääntynyt käyttöönotto, älykäs kulutusjousto, sähköinen liikenne, digitalisaatio ja automatisaatio sekä näiden kaikkien yhdistelmät (Johnstone et al. 2020, Johnstone & Kivimaa 2018). Energiadisruptiolla ei siis niinkään tarkoiteta yksittäisiä innovaatioita vaan niiden horjuttavaa vaikutusta vakiintuneeseen järjestelmään. Ne muokkaavat energian tuotantoa, jakelua ja kulutusta. Energiajärjestelmän disruptiot ilmenevät teknologioiden, markkinoiden ja liiketoimintamallien, omistajuuden ja toimijoiden sekä regulaation murrosten kautta (Ibid.).

Myönteisen energiadisruption syntyä voidaan vauhdittaa mahdollistamalla uusien liiketoimintamallien ja markkinoiden syntyä sekä poistamalla lainsäädännöllisiä esteitä teknologisten ratkaisujen kehityksen tieltä. Energiajärjestelmän disruptioita voidaan edistää myös mahdollistamalla uusien toimijoiden osallistumista energiantuotantoon ja rohkaisemalla olemassa olevien omistajuusmallien laajentamista (Kivimaa ym. 2021).

Kuinka teollisuuspolitiikka ja disruptiot sitten vaikuttavat toisiinsa? Teollisuuspolitiikalla ei välttämättä ole suoraviivaista vaikutusta disruptioihin, vaan näiden nähdään esimerkkien valossa vaikuttavan toisiinsa monin eri tavoin. Teollisuuspolitiikka voi kiihdyttää tai hidastaa disruptioiden syntyä. Toisaalta disruptiot voivat vaikuttaa teollisuuspolitiikan kulkuun esimerkiksi muuttamalla teollisuuspolitiikan tulevaisuuden painopisteitä (Johnstone et al. 2017). Esimerkit ulkomailta tarjoavat kiinnostavan pohjan teollisuuspolitiikan ja disruptioiden keskinäisvaikutuksen tarkastelulle. Seuraavassa luvussa tarkastelemme maittain teollisuuspoliittisia toimia, jotka ovat tavalla tai toisella vaikuttaneet energiadisruptioihin ja energiamurrokseen.

3. Teollisuuspolitiikan ja energiadisruptioiden esimerkit ulkomailta

Tanska, Saksa ja Iso-Britannia ovat asettaneet kunnianhimoisia ilmastotavoitteita ja saavuttaneetkin merkittävän kasvun uusiutuvan energian tuotannossa sitten 1990-luvun. Kuitenkin se, miten näissä valtioissa on päästy tähän pisteeseen ja millä aikajänteellä, vaihtelee merkittävästi. Seuraavissa alaluvuissa tiivistämme SET-tutkimusten (Rogge & Johnstone 2017, Johnstone ym. 2017; 2020; 2021) tuloksia teollisuuspolitiikan vaikutuksista energiamurroksen kehitykseen.

3.1. Tanska vihreän teollisuuspolitiikan mallioppilaana

Kun vielä vuonna 1990 Tanskan sähköntuotanto perustui pääasiassa hiilen käyttöön (91 %), vuoteen 2018 mennessä hiilen merkitys oli pienentynyt (22 % sähköntuotannosta) ja uusiutuvan energian osuus kasvanut (61 % sähköntuotannosta) (Danish Energy Agency, 2018). Yksinomaan tuulivoimalla tuotetun sähkön osuus on noin 40 prosenttia. Tuulivoiman kasvu on muokannut Tanskan energijärjestelmää merkittävästi. Onkin kiinnostavaa tarkastella, kuinka tuulivoima on kehittynyt Tanskassa ja mikä on ollut teollisuuspolitiikan merkitys tuulivoiman kasvun taustalla.

Tanskassa on menestyksekkäästi hyödynnetty teollisuuspolitiikkaa energiamurroksen edistämiseksi. Pitkäjänteiset politiikkatoimet ovat johtaneet tuulivoiman radikaaliin kasvuun, mikä on tukenut merkittävästi tanskalaisen energiasektorin irrottautumista fossiilisista polttoaineista. Tanskassa tehtiin linjaus *vaihtoehtoisesta energiasuunnitelmasta* jo 1980-luvun alussa, jonka jälkeen energijärjestelmän murrosta ja uusiutuviin energialähteisiin siirtymistä on tavoiteltu teollisuutta tukemalla ja kasvattamalla. Tällöin sinetöitiin myös päätös olla rakentamatta ydinvoimaa Tanskaan, minkä nähdään tehneen tilaa tuulivoiman kehittymiselle. Vaihtoehtoinen energiasuunnitelma edustaa Tanskassa pitkän aikavälin visiota energijärjestelmän tulevaisuudesta. Visiossa oleellisinta on ollut, että se on antanut tanskalaisille toimijoille selkeän viestin energiantuotannon ja -kulutuksen muutoksista.

1980- ja 1990-luvuilla tuulivoima kasvoi ennen kaikkea pienissä yksiköissä, mikä tuki energiantuotannon hajaantumista. Näiden tuulivoimaloiden omistajina oli muun muassa tuulivoimaosuuskuntia ja maanviljelijöitä. Paikalliset toimijat ovat olleet keskeisiä ajureita Tanskan energiamurroksessa. Jo varhaisessa tuulivoiman kasvuvaiheessa valtion pientuottajille suuntaamat investointituet ja syöttötariffit olivat tärkeä tekijä. Näin ollen Tanskan tuulivoimadisruptio sai samanaikaisesti vauhtia alhaalta ylöspäin, kun paikalliset toimijat aktivoituivat tuulivoiman tuotannossa, sekä ylhäältä alaspäin, kun valtiontasolla tuulivoiman kehitystä alettiin tukea ja helpottaa (Johnstone ym. 2017). Pienten toimijoiden aktiivisuutta pidetään merkittävänä alkusysäyksenä myös tuulivoimaturbiinien tuotannon kehitykselle.

Sittemmin valtio alkoi tukea selkeämmin suuremman kokoluokan tuulivoimatoimijoita. 1990-luvulla yksittäiset poliitikot ja ministerit olivat keskeisessä roolissa ohjattaessaan yrityksiä siirtymään fossiilisesta energiantuotannosta uusiutuvaan. Valtion kuvataan jopa pakottaneen energiayhtiöitä vaihtamaan polttoaineeksi biomassan ja investoimaan tuulivoimaan. Tämän voidaan myös nähdä edustavan poikkeuksellisen vahvaa vihreää teollisuuspolitiikkaa, jossa

valtio ohjaa teollisuuden toimijoita kohti kestävämpiä ratkaisuja, vaikka markkinat kannustaisivat tekemään toisin (Johnstone ym. 2021). Sähkömarkkinoiden vapautuessa 2000-luvun alussa tuulivoiman merkitys Tanskan energiajärjestelmässä kasvoi entisestään, nyt myös suurten yritysten toimesta. Tämän myötä Tanskan tuulivoimateollisuus lähti nousuun.

Myös työllisyyttä on pyritty aktiivisesti edistämään tanskalaisen tuulivoimateollisuuden piirissä ja ammattiliitot ovat osallistuneet aktiivisesti energiasektorin strategiatyöhön aina 1980-luvulta lähtien. Uusien työpaikkojen luominen ja uudelleen kouluttaminen ovatkin olleet keskeinen prioriteetti Tanskan teollisuuspolitiikassa. Vuosituhannen vaihteessa Tanskassa tuettiin useilla miljoonilla euroilla vihreiden työpaikkojen kasvua. Energiamurrosta ei ole pidetty uhkana työllisyydelle vaan siirtymisen uusiutuvaan energiatuotantoon on ajateltu luovan uusia työpaikkoja. Kun energiayhtiöitä kannustettiin siirtymään fossiilisista teknologioista uusiutuviin tuotantomuotoihin, negatiivisia työllisyysvaikutuksia minimoitiin uudelleen kouluttamalla insinöörejä uusiin toimintoihin sekä siirtämällä työvoimaa ulkomaille toisiin energiaprojekteihin.

Tuulivoimateollisuuden ymmärrettiin luovan työpaikkoja myös metallialan osaajille. Kun laivanrakennusteollisuuden hiipuminen uhkasi luoda telakkakaupunkeihin työttömyyttä, työntekijöitä alettiin uudelleen kouluttaa tuulivoiman rakennukseen. Näin voitiin minimoida laivanrakennuksen kysynnän heikentymisestä koituvia haittoja, hyödyntää paikallista osaamista ja kehittää uusiutuvaa energiaa. Tuulivoimasektoria onkin kutsuttu Tanskan uudeksi telakkateollisuudeksi. Sekä fossiilisen energiantuotannon että telakkateollisuuden työpaikkojen pelastamisella onnistuttiin myös välttämään sellaisen viestin välittäminen tanskalaisille, että energiamurroksella olisi auttamatta negatiivisia vaikutuksia.

Opit Tanskasta

- *Pitkän aikavälin visio energiajärjestelmän tulevaisuudesta loi vakautta energiasektorille. Teollisuuspolitiikan ohjaustoimet on yhtenäistetty pitkän aikavälin tavoitteiden kanssa.*
- *Energiajärjestelmän disruptio sai pontta sekä ylhäältä alas että alhaalta ylös suuntautuvasta toiminnasta samanaikaisesti. Kansalaisten ja yhteisöjen aktivoituminen sähkön pientuottajina edesauttoi energiajärjestelmän hajautumista ja teknologista disruptiota. Toisaalta valtion pientuotantoon kohdistetut tuet edesauttoivat tätä kehitystä. Lisäksi valtio (poliitikot) loivat teollisuudelle merkittävää muutospainetta. Vihreällä teollisuuspolitiikalla voidaan siis mahdollistaa disruptioita.*
- *Teollisuuspolitiikalla voidaan hallita disruptioiden negatiivisia vaikutuksia ja vastata osin kysymyksiin sosiaalisesta oikeudenmukaisuudesta. Tanskassa ajateltiin, että fossiilisesta energiantuotannosta luopuminen ei automaattisesti uhkaa työllisyyttä, sillä osaamista voidaan hyödyntää uusiutuvan energian aloilla. Valtion rooli on investoida uudelleen koulutukseen. Ammattiliittojen ottaminen mukaan päätöksentekoon on edesauttanut työllisyysvaikutusten huomioimista sekä oikeudenmukaista siirtymää.*

3.2. Epäsuoraa teollisuuspolitiikkaa Saksan Energiewendessä

Saksassa uusiutuvan energian osuus sähköntuotannosta on kasvanut vuoden 1990 tasosta (5 %) vuoteen 2019 mennessä 33 prosenttiin (Johnstone ym. 2020; DeStatis 2020). Toisaalta hiilen osuus (37 %, ml. rusko- ja kivihiili) on yhä uusiutuvia energianlähteitä suurempi. Saksa on tunnettu energiamurroksestaan, niin kutsutusta *Energiewendestä*, jonka juuret ovat ydinvoimaa vastustaneessa liikehdinnässä. Saksassa on systemaattisesti tähdätty ydinvoimasta luopumiseen. Ydinvoimakiellon ohella Energiewendessä on keskeistä energijärjestelmän hajauttaminen ja uusiutuvan energian lisääminen. Energiewenden kunnianhimoisista tavoitteista huolimatta hiilivoimatuotannon kasvihuonekaasupäästöt ovat edelleen ongelma Saksassa.

Energiewende edustaa Saksassa pitkän aikavälin visiota energijärjestelmän tulevaisuudesta. Ei kuitenkaan ole selvää, mikä rooli teollisuuspolitiikalla on ollut Saksan murrosstrategiassa. Yhtäältä Saksan energiamurroksen ajatellaan käynnistyneen irrallaan teollisuuspolitiikasta. Vaikka monet Energiewendeä edistävät politiikkatoimet muistuttavat teollisuuspolitiikkaa, termiä teollisuuspolitiikka pidetään Saksassa kompleksisena tai ideologisesti latautuneena. Energiewenden voidaan kuitenkin nähdä edustavan vihreää teollisuuspolitiikkaa, joka tähtää Saksan teollisuuden kääntämiseen kohti kestävämpää taloutta. Määrittelyristiriidoista johtuen puhumme Saksan kontekstissa epäsuorasta teollisuuspolitiikasta (Johnstone ym. 2021).

Saksan päätös luopua ydinvoimasta on vaikuttanut myönteisesti uusiutuvan energiateknologian kehitykseen. Keskeisintä ydinvoimapäätöksessä on ollut sen luoma viesti alan toimijoille; Saksassa energiamurroksen päätettiin rakentuvan uusiutuvan energian kasvun varaan eikä ydinvoimalle annettu tilaa siirtymävaiheen teknologiana. Selkeä poliittinen linja on luonut yrityksille suotuisan ympäristön esimerkiksi uusiutuvan energian tutkimus- ja innovaatiotoimintojen kasvattamiselle. Kuten Tanskassa, myös Saksassa pitkän aikavälin visio energijärjestelmän kehityssuunnasta on tukenut energiamurrosta.

Visio energijärjestelmän puhtaasta tulevaisuudesta ei ole yksin riittänyt kasvattamaan Saksan uusiutuvan energian osuutta, vaan lukuisat uusiutuvan energian tuet ovat vahvistaneet tätä kehitystä. Energiewende sinetöi energijärjestelmän kulkusuunnan kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa, mutta investointituet ja syöttötariffit loivat varsinaisen motiivin investoida uusiutuvan energian tuotantoon. Lopulta politiikkatoimien kokonaisuus määrittelee, miten uusiutuvan energiantuotannon tukeminen poliittisesti onnistuu (Rogge & Johnstone 2017). Avokäiset tukitoimet ovat tietysti synnyttäneet myös merkittäviä kustannuksia, joita on Saksassa pyritty kompensoimaan esimerkiksi sähkön kuluttajahintoja nostamalla.

Ydinvoimasta luopumispäätös on kannustanut saksalaisia yrityksiä innovaatiotoimintaan ja investointeihin (Ibid.). Vaikka ydinvoiman kieltopäätös on luonut mahdollisuuksia ja tilaa uuden energian liiketoiminnan kasvulle, sen vaikutus päästövähennystavoitteisiin ei ole aivan yksiselitteinen. Kova paine ja kiire luopua ydinvoimasta on ajanut Saksan ongelmiin, sillä hiilivoiman alasajo samanaikaisesti ydinvoiman kanssa ei ole onnistunut tavoitteiden mukaisesti. Ydinvoiman kieltopäätöksen seurauksena sekä kivi- että ruskohiilen käyttö kasvoi Saksassa väliaikaisesti, eikä merkittäviä vähennyksiä ole saavutettu vielä (Sönnichsen

2020a, 2020b). Saksassa on jouduttu turvautumaan hiilen käyttöön kunnianhimoisten ydinvoimapäätösten seurauksena.

Miksi ydinvoiman kieltä sitten onnistui Saksassa hiilen kieltä paremmin? Kun hiilen käytön alasajoa tarkastellaan visioiden ja tavoitteiden tasolla, voidaan huomata, että hiilen suhteen Saksassa ei ole oltu yhtä määrätietoista kuin ydinvoiman suhteen. Siinä missä viesti ydinvoimasta luopumisesta oli hyvin yksiselitteinen, sitä seuraavat askeleet Saksan energiasuunnitelmassa ovat jääneet epämääräisiksi. Ydinvoiman kieltä onnistuttiin implementoimaan aina käytännön toimiksi asti (ydinvoimaloita on suljettu), kun taas hiilen alasajon implementointi on jäänyt puolitehden. Euroopan unionin päästökaupan (ETS) kuvataan olleen ainoa ohjauskeino hiilen käytön vähentämiseksi, mikä ei taas ole edullisten päästöoikeuksien vuoksi ollut tehokas ohjausmekanismi. Joidenkin arvioiden mukaan nykyiset epäsuoran teollisuuspolitiikan toimet jopa hidastavat hiilen alasajoa verrattuna tilanteeseen, jossa hiilestä oltaisiin luovuttu markkinaehtoisesti, sillä valtion tuet ylläpitävät hiilen energiankäytön kannattavuutta. Teollisuuspolitiikka voi näin ollen myös hidastaa energiamurrosta.

Energiewenden haasteista huolimatta Saksan uusiutuvan energian tuotanto on kasvanut ja etenkin tuuli- ja aurinkovoiman tuotannon lisääntyminen on horjuttanut Saksan energiajärjestelmää. Tämän disruption taustalla oli eritoten uusiutuvan sähkön pientuotannon yleistymisen (Johnstone ym. 2020). Pientuotantoa on edistetty tekemällä siitä mahdollisimman houkuttelevaa. Tätä on tukenut muun muassa pientuotantoteknologiaa varten myönnettävät lainat. Pientuotantoksi ryhtyminen olikin tuki-instrumenttien alkuvaiheessa varsin kannattava investointi, jonka lisäksi sähkön myynnistä kertyvät lisätulot toimivat kannustimina. Sähkön pientuotannon kasvu haastaa perinteisiä malleja siitä, kuka omistaa energiantuotantovälineitä. Saksassa etenkin aurinkovoiman yleistymisen on aktivoinut uusia toimijoita, kuten kotitalouksia, maanviljelijöitä ja energiaosuuskuntia osaksi energiajärjestelmää. Energiaosuuskunnilla ja energiayhteisöliikედinnällä on ollut horjuttava vaikutus Saksan energiajärjestelmään (Johnstone ym. 2020).

Uusiutuvan energian tuotannon ja pienten tuotantoyksiköiden lisääntyminen on luonut disruptioita myös energiamarkkinoille. Markkinoiden disruption liittyy oleellisesti uusien liiketoimintamallien ja liiketoimintaekosysteemien synty. Markkinoiden murroksen myötä perinteisten energiasektorin toimijoiden rooli muuttuu. Saksalaiset energiayhtiöt ovat uudistaneet liiketoimintamallejaan, jotka perustuvat aiempaa vahvempaan asiakaskontaktiin ja palvelujen tuottamiseen. Etenkin automaation, digitalisaation ja varastoinnin lisääntyminen muokkaa energiayhtiöiden asemaa. Näiden teknologioiden yleistymisen odotetaan horjuttavan Saksan energiajärjestelmää entisestään niin teknologioiden kuin toimijoiden ja markkinoiden saralla (Ibid.).

Kuten Tanskassa, myös Saksassa uusien työpaikkojen luominen on ollut esillä energiamurroksessa, joskin Saksassa ammattiliitot ovat selkeästi jakautuneet murrosta puoltaviin ja vastustaviin (Johnstone ym. 2021). Esimerkiksi metallialan liitot ovat olleet uusiutuvaan energiantuotantoon siirtymisen kannalla, kun taas kaivosteollisuutta, energiaintensiivistä teollisuutta ja hiilivoiman tuotantoa edustavat liitot ovat suhtautuneet murrokseen kriittisesti. Energiewenden mukana on syntynyt työpaikkoja aurinko- ja tuulivoimasektoreille, joskin saksalaiset aurinkopaneelimarkkinat ovat kärsineet, kun kilpailu on kiristynyt Aasian markkinoiden vahvistuttua. Sittemmin energiatehokkuudesta on tullut

nouseva työllistäjä Saksassa. Kolikon toisella puolella on energiaintensiivisten työpaikkojen katoaminen, mikä on ilmennyt murrosta hidastavana teollisuuspolitiikkana, kuten energiaintensiivisen teollisuuden verohelpotuksina.

Kiinnostava huomio Saksan epäsuoran teollisuuspolitiikan vaikutuksista energiasektorille liittyy vientiin. Saksa on perinteisesti vahva toimija kansainvälisillä teknologiamarkkinoilla ja kiristynyt kilpailu uusiutuvan energiateknologian markkinoilla on saanut Saksan päivittämään uusiutuvan energian vientistrategiaansa. Tuuli- ja aurinkovoiman lisäksi Saksassa alettiin keskittyä tukemaan muun muassa energiatehokkuuden, älykkäiden sähköverkkojen, varastointi- ja vetyteknologioiden kehitystä. Valtio myöntää suoraa taloudellista tukea vientihankkeille sekä organisoii yritysten suosimia kansainvälisiä verkostoitumistapahtumia. Tukea tarjottiin etenkin Pk-yrityksille, mutta myös suurille yrityksille. Samaan aikaan teknologioille on pyritty luomaan vankkaa pohjaa kotimaassa tukielementtien avustuksella.

Opit Saksasta

- *Toimiva politiikkatoimien kokonaisuus tukee energiamurrosta. Energiewenden visio on yhdessä pitkän ajan tukien (innovaatio- ja käyttöönottoet) ja ydinvoimasta luopumispäätöksen (phase-out-politiikka) kanssa edesauttanut energiapolitiikan ennustettavuutta ja motivoinut toimijoita investoimaan uusiutuvan energian tuotantoon.*
- *Visioiden huolellinen implementointi on keskeistä. Markkinatoimijat ottavat tavoitteet tosissaan, jos ne konkretisoituvat politiikkatoimina. Saksassa ydinvoiman kieltä implementoitiin paremmin, kuin hiilen kieltä. Tämä edisti osaltaan sitä, että ydinvoimasta luopuminen on tapahtunut järjestelmällisesti.*
- *Uusiutuvan energian kasvu ei yksinomaan riitä päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi, vaan fossiiliset polttoaineet (etenkin hiili) on ajettava alas samanaikaisesti. Saksassa päästöt eivät ole vähentyneet merkittävästi, vaikka uusiutuvan energian osuus on kasvanut, sillä hiilen energiakäyttöä ei ole onnistuttu vähentämään.*
- *Energiantuotannon omistuspohjan laajeneminen kiihdyttää energiadisruptiota. Pientuotannon lisääntyminen Saksassa kiihdytti uusiutuvan energiantuotannon kasvua.*

3.3. Iso-Britannia ja merituulivoima teollisuuspolitiikan tähtäimessä

Iso-Britanniassa uusiutuvan energiantuotannon osuus sähköntuotannosta on noussut vuoden 1990-tasosta (1 %) vuoteen 2019 mennessä 37,1 prosenttiin (Johnstone ym. 2020, BEIS 2020). Uusiutuvan energian kasvu perustuu suurelta osin merituulivoimaan ja bioenergiaan. Tunnusmeriä Iso-Britannialle on laaja ydinvoiman käyttö. Siinä missä Iso-Britanniassa on ollut kunnianhimoisia ilmastotoimia, kuten ilmastomuutoslaki, syöttötariffit, hiilen lattiahintaa ja hiilibudjetit, Iso-Britannian energiasektorille ei ole kohdistettu merkittävässä määrin nimenomaisia teollisuuspoliittisia toimia, sillä teollisuuspolitiikka yleisemmin ei ollut esillä 2000-luvulla ennen vuotta 2017. Uusiutuvan energian kasvua onkin ennen sitä tavoiteltu pääasiassa markkinavetoisesti (Johnstone ym. 2021). Selkeää paluuta teollisuuspolitiikkaan on otettu marraskuusta 2017, kun Iso-Britanniassa laadittiin *uusi teollinen strategia*, jossa

muun muassa merituulivoima on yksi kohdealueista. SET-hankkeen analyysi kohdistui tätä aiempaan ajanjaksoon.

Vahvan teollisuuspolitiikan, etenkin vihreän teollisuuspolitiikan, puuttuminen on heijastunut Iso-Britannian energiasektorille jonkinasteisena epävakautena. Keskeisenä ongelmana pidetään sitä, ettei Iso-Britanniassa ole ollut pitkän aikavälin visiota energijärjestelmän tulevaisuudesta. Tämä on ilmennyt muun muassa uusiutuvan energian tukitoimien heittelehtimisenä. Esimerkiksi monia vuonna 2010 säädettyjä uusiutuvan energian tukitoimia vedettiin pois vuonna 2015, mikä on lisännyt energiasektorin epävarmuutta ja vähentänyt investointeja uusiutuvaan energiaan. Pitkän aikavälin vision puutteen arvioidaankin hidastaneen energiadisruptioiden syntyä (Ibid.). Huolimatta siitä, ettei energiasektorille ole kohdistunut pidemmän aikavälin teollisuuspoliittista visiota, Iso-Britannian ilmastonmuutoslaki on edistänyt erityisesti sähköntuotannon irtaantumista fossiilisista polttoaineista. Toisaalta energiamurrosta muilla alueilla, kuten lämmöntuotannossa, ei ole tapahtunut.

Iso-Britannian energiasektorilla merituulivoima ja ydinvoima ovat poikkeuksia energiasektorin muihin osa-alueisiin nähden, sillä niiden kasvua on edistetty ilmastopoliittisin tuki-instrumentein, joilla voidaan nähdä olevan epäsuoria teollisuuspoliittisia vaikutuksia (Ibid.). Merituulivoimaa on tuettu suorilla tuilla sekä edistämällä vihreiden työpaikkojen syntymistä ja osaamisen kasvua komponenttivalmistuksessa. Vaikka tuulivoimaloiden tuotanto tapahtuu pääasiassa ulkomailla, niiden lopoja valmistetaan Iso-Britanniassa. Merituulivoiman voimakkaan tukemisen voidaan nähdä vahvistaneen Iso-Britannian energiateollisuutta, sillä valtaosa merituulivoiman rakennussopimuksista on brittiyritysten tekemiä. Lisäksi merituulivoimasektori on synnyttänyt Iso-Britanniaan merkittävästi uusia työpaikkoja.

Iso-Britanniassa uusiutuvan energian osuus sähköntuotannossa perustuu hyvin pitkälti merituulivoimaan, kun taas hajautetun uusiutuvan energian tuotannon osuus on vähäinen ja energiayhteisöt harvassa. Energijärjestelmä on yhä varsin keskitetty ja suuret energiayhtiöt hallitsevat energiamarkkinoita. Vaikka uusiutuvan energian osuus on kasvanut, tämä ei ole horjuttanut energijärjestelmää laajemmin (Johnstone ym. 2021). Esimerkki Iso-Britanniasta osoittaa, että vihreän teollisuuspolitiikan puute voi hidastaa oikeudenmukaisen energiamurroksen etenemistä; kun hajautetun tuotannon kasvun mahdollisuudet ovat olleet rajoitetut, energijärjestelmä ei ole disruptoitunut suhteessa markkinoiden toimintatapaan tai omistussuhteisiin. Viime vuosina käynnistyneen teollisuuspolitiikan voidaan nähdä suojelevan perinteistä energiateollisuutta ja hidastavan disruptioiden syntyä, sillä se vahvistaa perinteisen, keskitetyn ydinvoiman asemaa energijärjestelmässä. Tämän tyyppinen keskitetty siirtymä uusiutuvaan energiaan jättää hyödyntämättä mahdollisuuden edistää samaan aikaan sosiaalista oikeudenmukaisuutta osana energiamurrosta.

Toisin kuin Tanskassa ja Saksassa, Iso-Britanniassa työllisyyttä ei ole pidetty tärkeänä osana energiamurrosta, eivätkä ammattiliitot ole olleet aktiivisesti mukana päätöksenteossa (Ibid.). Uusiutuvia energiateknologioita ei olla laajalti nähty mahdollisuutena ja uusien työpaikkojen luoja, ja hiilen alasajon koetaan yksinomaan uhkaavan työpaikkoja. Poikkeuksen luo merituulivoima, jonka komponenttien valmistus on luonut uusiutuvan energian työpaikkoja. Iso-Britannian murroksessa ollaan tähdätty ensisijaisesti hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen, missä ollaankin onnistuttu varsin hyvin, mutta siirtymän sosiaaliset seuraukset ovat jääneet vähemmälle huomiolle.

Opit Iso-Britanniasta

- *Pitkän aikavälin vision puute sekä uusiutuvan energian tukitoimien epävakaas ja ennustamattomuus ovat hidastaneet energiamurrosta, erityisesti ennen uuden teollisuuspolitiikan syntyä vuonna 2017.*
- *Teollisuuspolitiikalla voidaan vahvistaa ja laajentaa uutta vähähiilistä teollisuudenalaa: merituulivoimateollisuuteen kohdistuneilla tukitoimilla on onnistuttu pitämään iso osa merituulivoimahankkeista ja komponenttien valmistuksesta kotimaisten toimijoiden käsissä.*
- *Vihreän teollisuuspolitiikan puuttuminen ja perinteisen teollisuuspolitiikan harjoittaminen (Iso-Britanniassa ydinvoimateollisuuden tukeminen) ovat hidastaneet energijärjestelmän disruptioiden syntyä: Iso-Britanniassa ei ole ollut varsinaista energiadisruptiota; vallitseva energiaregiimi ja -markkinat eivät ole horjuneet.*
- *Muutokset energijärjestelmässä voivat vähentää päästöjä, mutta muutokset voivat myös aiheuttaa muun muassa alueellisesti ilmeneviä ongelmia. Tämän vuoksi on olennaista korostaa energiamurroksen oikeudenmukaisuuden kysymyksiä.*

4. Näkökulmia Suomeen esimerkkimaiden energiamurroksista

Seuraavaksi pohdimme, mitä Suomessa voitaisiin huomioida Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurrosten tarkastelun perusteella. Varsinaista vertailevaa tutkimusta Suomen ja esimerkkimaiden välillä emme voi tehdä, sillä meillä ei ole Suomesta vastaavaa haastatteluaineistoa kuin alkuperäisten SET-maatutkimusten aineistoina oli. Näin ollen emme myöskään tarkastele tässä yhteydessä Suomen teollisuuspolitiikkaa yksityiskohtaisesti, vaan pyrimme nostamaan esiin sellaisia suuntaviivoja esimerkkimaista, joita voidaan soveltaa ekologisesti ja sosiaalisesti kestäväen teollisuuspolitiikan muodostamiseksi myös Suomessa. Tarkastelemme näitä suuntaviivoja visioiden, instrumenttien, toimijoiden sekä työllisyyden kautta.

4.1. Visiot

Tanskan ja Saksan siirtymää kohti vähähiillistä energiantuotantoa on ajanut kunnianhimoinen ja määrätietoinen visio, joka on välittänyt energiasektorin toimijoille selkeän viestin alalle kohdistuvista politiikkatoimista ja niiden pysyvyydestä. Keskeistä visiossa on ollut sen luoma yhteisymmärrys tavoitteista: fossiilisten polttoaineiden (ja Saksassa ydinvoiman) korvaaminen uusiutuvilla energianlähteillä. Tanskassa visio määriteltiin jo 1980-luvulla ja Saksan visio sinetöityi ydinvoimapäätöksen myötä 2010-luvun alussa. Tästä voidaan tietysti tehdä johtopäätös, että pitkän aikavälin päätökset olisi muuallakin pitänyt tehdä vuosikymmeniä sitten. Rakentavampaa on kuitenkin oppia vision implementoinnista; määrittelemällä selkeä tavoite energiajärjestelmän suunnasta ei yksinomaan riitä, vaan se tulee tuoda osaksi teollisuuspoliittisia toimia. Näin voidaan luoda vakaa toimintaympäristö energiamurroksen toimijoille ja sitouttaa toimijat visioon.

Tanskassa visio onnistuttiin panemaan toimeen paitsi uusiutuvan energian tuki-instrumenttien avulla, myös poikkeuksellisen vahvalla poliittisella ohjauksella. Energiayhtiöiden siirtymä bioenergian ja tuulivoiman käyttöön 1990-luvulla ei tapahtunut markkinavetoisesti tai energiayhtiöiden aloitteesta, vaan päättäjien luoman paineen alla. Tämä osoittaa, että vihreällä teollisuuspolitiikalla voidaan vauhdittaa energiamurrosta.

Saksan visiossa korostui ydinvoiman alasajo, minkä taustalla oli pitkään jatkunut ydinvoiman vastustus. Päätös luopua ydinvoimasta oli niin selkeä, ettei se jättänyt varaa saksalaisten epäilykseen. Syntyi yhteisymmärrys, että ydinvoimalla ei ole sijaa tulevaisuuden energiajärjestelmässä. Päätös myös implementoitiin tehokkaasti ja vuosina 2010-2019 ydinvoiman osuus sähköntuotannossa pieneni kymmenellä prosenttiyksiköllä (Sönnischen 2020c). Toisaalta Saksasta voidaan oppia, mitä vision implementoinnin puute voi aiheuttaa. Saksassa teollisuuspolitiikkaa (tai sitä muistuttavaa energiapolitiikkaa) on kritisoitu hiilen alasajon hidastamisesta. Siinä missä ydinvoiman kiellon suhteen Saksassa oltiin hyvin määrätietoisia, hiilen alasajon ohjaukseen olivat vaatimattomia, eikä hiilen käyttöön ja päästömääriin ole saavutettu toivottuja vähennyksiä. Toki on huomattava, että energiamuotojen taustalla vaikuttaa erilaiset poliittiset, taloudelliset ja historialliset tekijät, eikä suoraviivainen ydin- ja hiilivoiman kieltojen implementoinnin vertaaminen selitä kaikkea.

SET-maatutkimuksissa haastateltujen asiantuntijoiden mukaan Iso-Britanniassa ei ole korostettu teollisuuspolitiikkaa osana energiamurrosta ennen vuotta 2017. Tähän tekevät poikkeuksen merituulivoima ja ydinvoima. Merituulivoimaa on osin edistetty teollisuuspoliittisin keinoin. Sen rakentamiselle on myönnetty valtiontukia, jonka lisäksi valtio on tukenut merituulivoimaloiden lapojen valmistusta ja sen myötä syntyviä työpaikkoja ja osaamista. Myös ydinvoiman koko tuotantoketjua on tuettu, minkä tarkoituksena on ollut turvata ydinvoimateollisuuden työpaikkojen ja osaamisen säilymistä Iso-Britanniassa.

Iso-Britannian teollisuuspoliittiset strategiat ja toimet energiasektorilla ovat kohdistuneet yksinomaan merituuli- ja ydinvoimaan. Muihin uusiutuvan energian teknologioihin ei ole kohdistunut vastaavaa teollisuuspolitiikkaa, mikä on heikentänyt perinteistä energiajärjestelmää horjuttavien disruptioiden mahdollisuuksia. Iso-Britanniassa teollisuuspoliittisen energiavision puute on heijastunut uusiutuvan energian tukitoimien heittelemiseen ja politiikkainstrumenttien nopeaan vaihtumiseen, mikä on luonut epävarmuutta energiasektorille (Johnstone ym. 2021). Myös ydinvoiman voimakkaan tukemisen ja lisärakentamisen nähdään kasvattaneen epävarmuutta, sillä joustamattomana tuotantomuotona ydinvoima ei ratkaise uusiutuvan energian vaihtelevan tuotannon synnyttämiä ongelmia sähköverkon tasapainottamisen suhteen.

Ydinvoima on edelleen varsin arvolutautunut energiantuotannon muoto, mikä käy ilmi SET-maatutkimuksista. Saksan visio ydinvoiman kiellosta näyttää toteutuvan, mutta samalla se on lisännyt haasteita vähäpäästöisen energiajärjestelmän saavuttamiseen. Teoriassa uusiutuvaa energiaa olisi voitu kehittää Tanskan tavoin, mutta Saksan Energiewenden ongelmat kuitenkin osoittavat, että kunnianhimoisen visio ei välttämättä takaa ilmastotavoitteiden kannalta suotuisinta lopputulosta. Ydinvoiman kiellon nähdään kaikesta huolimatta vahvistaneen yritysten luottamusta politiikkatoimiin, millä taas oli myönteinen vaikutus uusiutuvan energian investointeihin (Rogge & Johnstone 2017). Näin voi käydä myös hiilen kiellon suhteen. Valtion näkyvät ja konkreettiset toimet hiilen alasajon eteen kasvattanevat kysyntää ja aktiivisuutta uusiutuvan energian teknologioiden markkinoilla.

Suomessa on määritelty energiasektorin pitkän aikavälin suuntaviivoja muun muassa energia- ja ilmastostrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman kautta, unohtamatta kunnianhimoista hiilineutraaliustavoitetta vuoteen 2035 mennessä sekä hiilen energiakäytön vuonna 2029 kieltävää lakia. Kuten Saksassa, Suomessakaan ei käytetä teollisuuspolitiikka-termiä. Työ- ja elinkeinoministeriö puhuukin pääasiassa innovaatio- ja elinkeinopolitiikasta, jotka kuitenkin sisällöltään vastaavat SET-maatutkimuksissa määriteltyä teollisuuspolitiikkaa. *Suomessa vähähiilisen energiamurroksen toteuttaminen edellyttää, että ilmastotavoitteet integroidaan osaksi innovaatio- ja elinkeinopolittista visiota ja päätöksentekoa, ja lopulta konkreettisiksi ohjaustoimiksi, jotka välittävät energiamurroksen toimijoille selkeän viestin murroksen suunnasta.*

4.2. Instrumentit

Esimerkkimaistamme nousseita yksittäisiä poliittisia instrumentteja ei ole syytä verrata suoraviivaisesti keskenään, sillä ne heijastavat usein kullekin valtiolle ominaisia piirteitä, kuten

teollisuuden ja talouden rakennetta sekä instituutioita, poliittisia rakenteita ja ilmapiiriä. Sen sijaan voin hahmotella yleiskuvan teollisuuspoliittisten instrumenttien vaikutuksesta energiajärjestelmän murrokseen. Kaikissa esimerkkimaissa korostui innovaatiopolitiikan ja T&K-tukien myönteinen vaikutus uusiutuvan energiateknologian kehitykseen. Etenkin pitkäkestoisella T&K-rahoituksella on suuri merkitys uuden teknologian kehittymisen kannalta. Näin tapahtui Tanskassa tuulivoimalle, Saksassa uusille energiaratkaisuille ja Iso-Britanniassa meritulivoimalle (Johnstone ym. 2017; Johnstone ym. 2020b). Pitkäkestoiset rahoitusinstrumentit myös tukevat pitkän aikavälin visioita energiajärjestelmän tulevaisuudesta ja luovat vakautta energiasektorille. *Täten Suomessakin innovaatiopolitiikan ennakoitavuus voi vahvistaa uuden energian liiketoimintaa ja vauhdittaa energiamurrosta.*

T&K-tuet, julkisen sektorin rahoittamat kokeilut ja muu innovaatiotyö edistävät luonnollisesti myös vientiä. Tanskan varhainen panostus tuulivoimaan on tehnyt Tanskasta yhden maailman suurimmista tuulivoimateknologian toimijoista kansainvälisillä markkinoilla. Ensimmäisten tuulivoimapuistojen rakentamista tuettiin hyvin avokätisesti, ja tämän taustalla oli nimenomaan vientituotteen kehittäminen eikä niinkään yksittäisen tuulivoimahankkeen avustaminen. Runsaat valtion tuet teknologian kehitykselle eivät kuitenkaan aina ole mahdollinen tai kannattava vaihtoehto. Saksassa valtion uusiutuvan energian vientihankkeita on tuettu investointien lisäksi muun muassa luomalla kansainvälisiä verkostoitumismahdollisuuksia. Saksassa tukitoimia on kohdistettu etenkin uudenlaisiin energiaratkaisuihin.

Maesimerkit muistuttavat, että energiamurros luo mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle. Julkishallinto voi tukea pitkäjänteisillä T&K-tuilla, politiikkakokeiluilla ja verkostojen avulla innovaatioiden ja markkinoiden kehitystä. Suomen innovaatiopolitiikassa näitä oppeja voidaan soveltaa esimerkiksi uusiutuvan energiantuotannon vaihtelevuuden hallinnan ratkaisuiden markkinoilla, joilla suomalaiset Nokian osaamisen perintönä syntyneet ICT-pohjaisia energiaratkaisuja tarjoavat yritykset ovat nousemassa kansainvälisiksi edelläkävijöiksi.

Osa teollisuuspoliittisista instrumenteista osoittautui SET-tutkimusten valossa haitallisiksi energiamurrokselle. Iso-Britanniassa voimakkaan ydinvoiman tukemisen voidaan nähdä heikentäneen uuden energian liiketoiminnan kehitystä muun muassa T&K-rahoituksen painottuessa voimakkaasti ydinvoiman kehitykseen (Johnstone ym. 2017). Saksassa teollisuuden intressien määrittelemät ohjauskeinot, kuten teollisuuden verohelpotukset, ovat osaltaan hidastaneet murroskehitystä.

4.3. Toimijat

Uusiutuvan energian kasvu Tanskassa ja Saksassa perustui murrosten alkuvaiheissa pienen kokoluokan tuotantoon. Energiaosuuskunnat ja maanviljelijät olivatkin keskeisiä toimijoita niin kutsutun ensimmäisen teknologisen disruption alullepanossa. Pientuotannon lisäämisellä voidaan paitsi hajauttaa energiajärjestelmää, myös monipuolistaa energiantuotannon omistajuuspohjaa. Eräs toistuva uusiutuvaan energiaan liittyvä haaste liittyy sen sosiaaliseen hyväksyttävyyteen, minkä on todettu parantuvan, kun kansalaiset saavat itse osallistua energiaprojekteihin esimerkiksi olemalla toimijoina energiayhteisöissä (esim. Ruggiero ym. 2014).

Sekä Saksassa että Tanskassa on omaksuttu hyvin osallistava ote energiamurroksessa, mikä vahvistaa oikeudenmukaisen siirtymän mahdollisuuksia. Tanskassa kansalaiset ovat olleet hyvin varhaisesta vaiheesta alkaen aktiivisesti mukana energiamurroksessa ja Saksan Energiewendestä on puhuttu energijärjestelmän demokratisointiprosessina, jossa kansalaisille luodaan mahdollisuuksia vahvistaa rooliaan energijärjestelmässä. Tuotannon lisäksi myös päätöksenteko hajaantuu ja osallistaa kattavasti eri sidosryhmiä. Saksassa on vahva pohja kansalaisosallistumiselle, sillä Energiewende sai alkunsa ydinvoimaa vastustavasta aktivisti- ja kansalaisliikehdinnästä, jonka juurille Saksan nykyinen ilmastoilikekin on syntynyt. Myös hiilen kieltoa koskeva päätöksenteko osallisti Saksassa monia kansalaisyhteiskunnan toimijoita ja päätöksentekoprosessia pidettiin hyvänä, mutta kuten aiemmin osoitimme, päätöksen implementointi jäi löyhäksi ja hiilestä luopuminen ei ole edennyt päästövähennystavoitteiden edellyttämällä tavalla.

Isojen energiayhtiöiden osuus uusiutuvan energian tuotannossa oli Saksassa pitkään suhteellisen pieni. Sittemmin Saksan tukijärjestelmään on tehty muutoksia ja nykyinen huutokauppaus suosii suuria toimijoita ja jättää pienemmät toimijat ulkopuolelle – tilanne ei ole yhtä suotuisa pientuottajille kuin alkujaan. Tässä huomionarvoista on se, että teollisuuspolitiikalla voidaan ohjata järjestelmää joko pientuottajaystävälliseksi tai isoja toimijoita tukevaksi. Energiayhtiöiden suuret uusiutuvan energian hakkeet ovat myös tuoneet hyväksyttävyyksymykset takaisin tapetille ja vahvistaneet NIMBY-ilmiötä, mikä hankaloittaa uusiutuvan energian hankkeiden sijoituspäätöksiä. Myös Suomessa tuulivoimapuistojen sijoitushankkeita koskevia konflikteja paikallisten asukkaiden ja rakennuttajien välillä voitaisiin pyrkiä ratkaisemaan nykyistä moninaisimmilla osallisuus- ja omistajuusmalleilla.

Yleisesti ottaen Suomessa voitaisiin nykyistä kattavammin tunnistaa energiayhteisöjen ja -osuuskuntien potentiaali uusiutuvan energian tuotannossa. Suomessa energiayhteisöt ovat vielä harvinaisia, mutta lainsäädäntö on uusiutumassa siten, että taloyhtiöt voivat ryhtyä sähköä tuottaviksi energiayhteisöiksi. Onkin keskeistä varmistaa, ettei regulaatio muilta osin hidasta uusiutuvan energian pientuotannon yleistymistä, vaan pikemminkin edistää sitä. Vaikka energiayhteisöjen potentiaalinen merkitys koko energijärjestelmässä on pieni, pientuotanto hajauttaa energijärjestelmää tehden energiantuotannon omistajuusmalleista oikeudenmukaisempia ja osallistavampia verrattuna keskitettyyn järjestelmään.

4.4. Työllisyys

Yksi keskeisimmistä tutkimustuloksista SET-hankkeessa tehdyissä maavertailuissa oli, että teollisuuspoliittisilla toimilla voidaan saavuttaa myönteisiä työllisyysvaikutuksia uusiutuvan energian sektorilla. Tanskan esimerkki osoittaa, että määrätietoisilla murroksen kehitystä suuntaavilla toimenpiteillä voidaan myös turvata työpaikkoja – ja jopa edistää niiden syntymistä. Tanskassa päätettiin murroksen varhaisessa vaiheessa suhtautua siten, että energiasiirtymä on ennen kaikkea mahdollisuus, joka tuo mukanaan myös uusia työpaikkoja. Vaikka Iso-Britanniassa teollisuuspolitiikalla ei ole ollut merkittävää roolia energiamurroksen edistämiseksi, merituulivoimaan kohdistuneet teollisuuspoliittiset toimet ovat tukeneet uusien työpaikkojen syntymistä alalle. Myös Saksassa työllisyys vahvistui alkuun tuuli- ja aurinkosektoreilla ja sittemmin uusien energiaratkaisujen ja energiatehokkuuden syntyneen

liiketoiminnan myötä. Suomessa huoli energiamurroksen vaikutuksista työllisyyteen on tullut ilmi esimerkiksi turvekeskustelussa, jonka rinnalla on kuitenkin hyvä muistaa, että energiamurroksesta voi olla myös myönteisiä vaikutuksia työllisyyteen.

Työpaikkojen luominen uusiutuvan energian sektorille vaatii teollisuuspoliittista ohjausta, joista tärkeimpänä on uudelleen koulutus. Tanskassa onnistuttiin tunnistamaan hiipuvan telakkateollisuuden työntekijöiden osaaminen ja hyödyntämään sitä tuulivoimateollisuudessa, mistä kehittyi Tanskaan merkittävä uusi teollisuudenala ja vientisektori. Sekä Tanskassa että Saksassa uudelleen koulutushankkeet ovat useissa tapauksissa olleet julkisen ja yksityisen sektorin yhteisponnistuksia, joilla on pyritty myös tasaamaan fossiiliteollisuuden alasajon alueellisia tai paikallisia haittoja.

Etenkin Tanskassa on jo pitkään painottunut ammattiliittojen osallistaminen päätöksentekoon. Ammattiliittojen kuuleminen energiasektoria koskevissa päätöksenteossa kasvattaa päätösten sosiaalista hyväksyttävyyttä, koska usein tunnistamalla osaaminen ja uudelleen koulutuksen tarpeet, voidaan minimoida työllisyshaittoja. Tanskaa onkin usein kutsuttu oikeudenmukaisen siirtymän esimerkikimaaksi, sillä työntekijät ovat hyötynet rakenteellisista muutoksista siirryttäessä kohti uusiutuvaa energiantuotantoa. Myös Saksassa liitot ovat olleet aktiivisia päätöksenteossa, joskin niiden eriävät näkemykset ovat jossakin määrin heikentäneet teollisuuspolitiikan myönteisiä vaikutuksia energiamurrokselle. Tämä on toki hyvä huomata, sillä ammattiliitoilla on keskenään eri intressejä, joilla taas on eri tavalla painoarvoa päätöksenteossa liiton asemasta riippuen. Esimerkit kuitenkin osoittavat, että ammattiliitot ovat arvokas resurssi osaamisen ja koulutustarpeiden kartoittamisessa uusiutuvan energian sektorilla. Tätä resurssia voidaan hyödyntää myös suomalaisessa elinkeinopolitiikassa.

Iso-Britanniassa ammattiliitot eivät ole olleet aktiivisesti mukana energiantuotantoa koskevassa päätöksenteossa. Iso-Britanniasta voidaan oppia, että energiamurrosta ei ole kestäväää tarkastella ainoastaan päästöjen näkökulmasta, vaan myös sosiaaliset kestävyyskysymykset huomioon ottaen. Merituulivoiman rakennus ja komponenttivalmistus ovat toki työllistäneet isobritannialaisia osaajia.

5. Lopuksi

Tässä raportissa olemme tiivistäneet keskeisimpiä tuloksia SET-hankkeessa tehdyistä maatutkimuksista, sekä pohtineet, mitä Suomessa voitaisiin huomioida Tanskan, Saksan ja Iso-Britannian energiamurroksista ja niihin vaikuttaneista teollisuuspoliittisista toimista ja disruptioista.

Tanskassa energiamurros on edennyt vauhdilla ja energijärjestelmää on horjuttanut monikin energiadisruptio ja kunnianhimoisia visioita energiantuotannon tulevaisuudesta on pantu tehokkaasti käytäntöön. Tanskan valtio on osoittanut jopa poikkeuksellisen vahvaa vihreää teollisuuspoliittista ohjausta tukiessaan tuulivoimasektoria ja sen ympärille kasvanutta liiketoimintaa, vientiä ja työllisyyttä.

Saksan energiamurroksessa, niin kutsutussa Energiewendessä, on tavoiteltu fossiilisista polttoaineista ja ydinvoimasta luopumista, energijärjestelmän hajauttamista ja uusiutuvan energian kasvua. Uusiutuvan energian pientuotannon kasvu loi Saksan energijärjestelmään ensimmäisen teknologisen disruption ja sittemmin myös isot perinteiset toimijat ovat aktivoituneet uusiutuvaa energian tuotannossa. Uusiutuvan energian sektorille on luotu uutta liiketoimintaa, vientiä ja työpaikkoja. Saksan ehdoton ydinvoimakielto on ajanut Saksan energijärjestelmän kuitenkin tilanteeseen, jossa ydinvoiman alasajon ensisijaisuus on hidastanut hiilestä luopumista.

Iso-Britanniassa teollisuuspolitiikalla ei ole merkittävästi pyritty vaikuttamaan energiamurrokseen, erityisesti ennen vuotta 2017. Vaikka uusiutuvan energian osuus on kasvanut, varsinaisia energiadisruptioita ei ole ilmennyt. Iso-Britanniassa merituulivoima on kasvanut perinteisten toimijoiden toimesta ja suurissa yksiköissä; energijärjestelmää ei ole hajautettu eikä se näin ollen osallista uusia toimijoita. Merituulivoima-alalle on syntynyt uutta liiketoimintaa ja uusia työpaikkoja, mutta laajassa kuvassa uusiutuvan energian sektori ei ole luonut uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

SET-maatutkimuksista voidaan huomata, että vihreä teollisuuspolitiikka voi toimia keskeisenä työkaluna disruptioiden ohjaamisessa kohti ekologisesti ja sosiaalisesti kestäväää ja oikeudenmukaista murrosta. Kansalliset visiot energijärjestelmän tulevaisuudesta on tärkeää tuoda osaksi innovaatio- ja elinkeinopolitiikkaa. Teollisuuspoliittisilla instrumenteilla voidaan ennen kaikkea vahvistaa myönteisiä disruptioita, kuten hajautetun uusiutuvan energian kasvua energijärjestelmässä ja uuden energiateknologian kehitystä. Teollisuuspolitiikalla voidaan hallita disruptiivisen muutoksen kielteisiä vaikutuksia esimerkiksi uudelleen kouluttamalla fossiilisen energiantuotannon tai muiden alojen osaajia vastaamaan uuden energian yritysten osaamistarpeisiin. Tätä edesauttaa ammattiliittojen ja muiden keskeisten sidosryhmien osallistaminen teollisuuspoliittiseen päätöksentekoon ja myönteinen suhtautuminen energiamurroksen luomiin työllisyys- ja liiketoimintamahdollisuuksiin.

Sekä toimijoiden että työllisyyden tarkastelu teollisuuspolitiikan osa-alueina nostaa esille keskeisiä kysymyksiä energiamurroksen oikeudenmukaisuudesta. Tanskan ja Saksan teollisuuspolitiikassa vaikuttaa vallinneen osallistava kulttuuri, mikä on mahdollistanut uusiutuvan energian kasvun ja jonkinasteisen energijärjestelmän hajaantumisen paitsi tuotannon tasolla, myös omistajuuden ja toimijuuden tasolla. Myös energiamurroksen työllisyysvaikutuksiin liittyy kysymys oikeudenmukaisuudesta – onhan oikeus työhön

perustuslaissa turvattu perusoikeus. Teollisuuspolitiikalla energiamurrosta on mahdollista edistää siten, että työntekijöille ei koidu haittaa vaan hyötyjä uusiutuvaan energiaan siirtymisestä. Hallitsematon energiamurros voi taas johtaa epäoikeudenmukaiseen lopputulokseen.

Sanna Marinin hallitusohjelma asettaa oikeudenmukaisen siirtymän yhdeksi edessä olevien muutosten lähtökohdaksi. Myös EU:n vihreän kehityksen ohjelmassa korostuu murrosten oikeudenmukaisuus. Tämän toteutuminen käytännössä edellyttää, että teollisuuspoliittisten päätösten valmistelussa tarkastellaan eri väestöryhmiin kohdistuvia seurauksia sekä mahdollisuuksia hyötyä murroksesta. Keskittymällä yksinomaan hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen ei saavuteta sosiaalisesti kestäväää lopputulemaa.

Kiitokset

Kiitämme professori Mikael Hildéniä ja professori Armi Temmestä arvokkaista kommentteista raporttiimme. Lisäksi kiitämme Suomen Akatemian strategisen tutkimuksen neuvostoa tuesta Smart Energy Transition –hankkeelle (314325).

Lähteet

Christensen C.M. (1997): *The Innovators Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business Review Press, Boston.

Christensen C.M., M... Raynor (2003): *The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth*, Harvard Business Review Press, Boston.

DeSatis (2020): Gross electricity production in Germany. Tilasto. Saatavissa: <https://www.destatis.de/EN/Themes/Economic-Sectors-Enterprises/Energy/Production/Tables/gross-electricity-production.html>. Viitattu 14.12.2020.

Danish Energy Agency (2018): Energy Statistics 2018. Tilasto. Saatavissa: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energy_statistics_2018.pdf. Viitattu 14.12.2020.

BEIS (2020): Digest of United Kingdom Energy Statistics 2020. Tilasto. Saatavissa: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/924591/DUKES_2020_MASTER.pdf. Viitattu 14.12.2020.

Johnstone P. & Kivimaa P. (2018): Multiple dimensions of disruption, energy transitions and industrial policy. *Energy Research & Social Science* 37, 260—265. <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.027>

Johnstone P., Rogge K., Kivimaa P. Fratini C. & Primmer E. (2017) Disruptive innovation meets industrial policy: insights from energy transitions in Denmark and the UK. <http://smartenergytransition.fi/wp-content/uploads/2017/12/Johnstone-et-al-Industrial-policy-meets-disruption.pdf>

Johnstone P., Rogge K., Kivimaa P. Fratini C., Primmer E. & Stirling A. (2020): Waves of disruption in clean energy transitions: Sociotechnical dimensions of system disruption in Germany and the United Kingdom. *Energy Research & Social Science* 59, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101287>

Johnstone P., Rogge K., Kivimaa P., Fratini, C., Primmer, E. (2021): Exploring the re-emergence of industrial policy: insights from the low-carbon energy transitions of Germany, the United Kingdom and Denmark. *Energy Research & Social Science*, in press.

Kivimaa P., Laakso S., Lonkila A & Kaljonen M. (2021): Moving beyond disruptive innovation a review of disruption in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 38: 110-126, <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.12.001>

Rogge K. & Johnstone P. (2017): Exploring the role of phase-out policies for low-carbon energy transitions: The case of German *Energiewende*. *Energy Research & Social Science* 33, 128–137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.004>

Ruggiero S., Onkila T. & Kuittinen V. (2014): Realizing the social acceptance of community energy: A process-outcome analysis of stakeholder influence. *Energy Research & Social Science* 4, 53—63. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.09.001>

Sönnichsen N. (2020a): Germany's electricity generation from brown coal 2006-2019. Statista-tilasto. Saatavissa: <https://www.statista.com/statistics/736694/electricity-generation-brown-coal-germany/> . Viitattu 7.10.2020.

Sönnichsen N. (2020b): Germany's electricity generation from hard coal 2006-2019. Statista-tilasto. Saatavissa <https://www.statista.com/statistics/736708/electricity-generation-hard-coal-germany/>. Viitattu 7.10.2020.

Sönnichsen N. (2020c): Nuclear power's share of the German energy mix 2000-2019 Statista-tilasto. Saatavissa: <https://www.statista.com/statistics/935405/energy-mix-nuclear-power-germany/>. Viitattu 7.10.2020.

ISBN 978-952-64-0250-5 (pdf)
ISSN 1799-4802 (pdf)

Aalto-yliopisto
Kauppakorkeakoulu
Johtamisen laitos
www.aalto.fi

**KAUPPA +
TALOUS**

**TAIDE +
MUOTOILU +
ARKKITEHTUURI**

**TIEDE +
TEKNOLOGIA**

CROSSOVER

**DOCTORAL
DISSERTATIONS**