



Smart Energy -teknologiamurros - mahdollisuuksien hyödyntäminen Suomen kestävässä kasvussa toisella vuosisadalla (SET-konsortio)

Tilannekuvaraportti 2015

Raimo Lovio, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu, konsortion johtaja
Jero Ahola, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, LUT
Armi Temmes, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu
Paula Kivimaa, University of Sussex, SPRU
Eva Heiskanen, Helsingin yliopisto, Kuluttajatutkimuskeskus
Mikael Hildén, Suomen ympäristökeskus, Syke
Sampsa Hyysalo, Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Karoliina Auvinen, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu



Smart Energy -teknologiamurros

– mahdollisuuksien hyödyntäminen kestävässä kasvussa Suomen toisella vuosisadalla

Aalto-yliopisto kauppakorkeakoulu, Aalto-yliopisto taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, Helsingin yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT), Science and Policy Research Unit (SPRU)/Sussex University, Suomen ympäristökeskus (Syke), VATT, VTT, Motiva, Heureka, Lappeenrannan kaupunki ja Finpro

1. Tiivistelmä

Maailman energiajärjestelmä on valtavassa murroksessa ja joulukuussa 2015 sovittu kansainvälinen ilmastopöytäkirja tulee myös osaltaan vauhdittamaan tätä murrosta. IEA (2014) on arvioinut, että vuoteen 2035 mennessä vuotuiset investoinnit energiatarpeen tyydyttämiseksi nousevat 2000 miljardiin dollariin ja energiatehokkuusinvestoinnit 550 miljardiin. Pelkästään uusiutuviin energialähteisiin arvioidaan investoitavan 230 miljardia dollaria vuodessa 2020 saakka (IEA 2015). Energiatehokkuuden parantaminen ja fossiilisen energian nopeutuva korvaaminen halpenevalla uusiutuvalla energialla muuttavat energian tuotannon, jakelun ja käytön tapoja kaikilla aloilla. Esimerkiksi sähköjärjestelmässä lisääntyvä määrä vaihtelevaa tuotantoa synnyttää tarpeen uudentyyppisille markkinamalleille, tuotteille ja palveluille, kuten kysyntäjoustolle, varastoinnille ja joustavalle tuotannolle.

Älykkäät sähköverkot, sähkön varastointi, metaanin ja kemikaalien valmistus sähkön avulla sekä esineiden internet edustavat yhdessä teknologiamurrosta, joka vaikuttaa Suomen kasvun kärkeen: digitalisaatioon, cleantechiin ja biotalouteen. Uudet energiaratkaisut aiheuttavat sarjan muutoksia, joista syntyy uusia liiketoimintamahdollisuuksia, mutta myös radikaaleja vaikutuksia tuottajien, palveluntarjoajien ja kuluttajien nykyisiin rooleihin. Muutos mullistaa energiajärjestelmän vanhat säännöt ja siirtää energia-, rakentamis- ja liikennetoimialojen rajoja.

Infrastruktuurit ja instituutiot muuttuvat hitaasti. Teknologiamurrosten hallintaan ja epävarmuuden lievittämiseen on kuitenkin työkaluja. Potentiaalisia siirtymäpolkuja tunnistetaan sidosryhmien yhteisen analyysin, visioinnin, kokeilujen ja niistä oppimisen avulla. Nämä työkalut tukevat innovaatioita ja ratkaisuja, joiden ansiosta voidaan hyötyä energiamurroksesta esimerkiksi Suomen talouden kärjiksi tunnistetuilla aloilla.

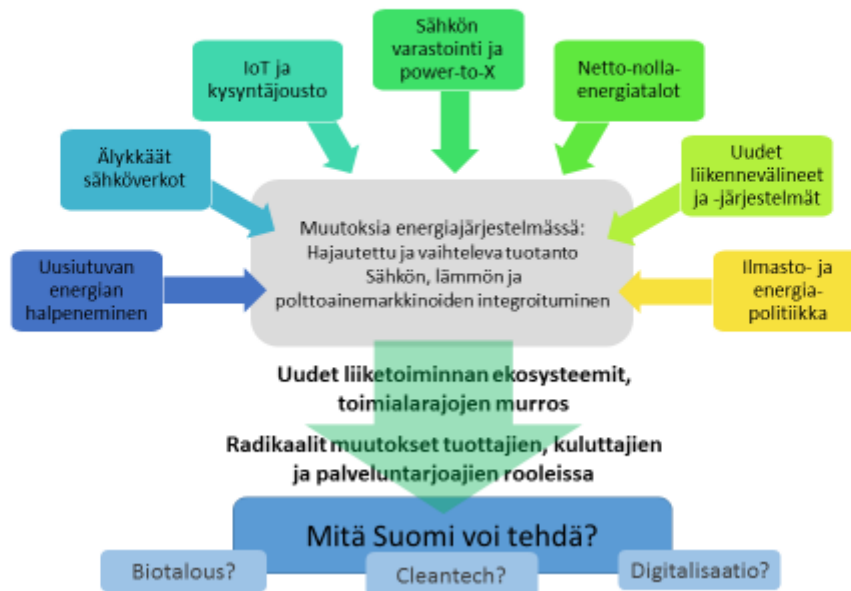
Smart Energy Transition (SET)–konsortio tarttuu menossa olevaan muutokseen ja auttaa yrityksiä ja päätöksentekijöitä tunnistamaan, miten Suomi voi hyötyä älykkään energian ympärille nousevista murroksellista teknologioista uudessa liiketoiminnassa ja markkinauudistuksissa ja mikä on olennaista tietää murrokseen varautuessa. Konsortio tutkii tiiviissä vuorovaikutuksessa alan toimijoihin murroksen etenemistä ja suuntaa, sen vaikutuksia eri toimialoilla, syntyviä uusia liiketoimintamalleja, instituutioiden muutostarpeita, kokeiluista oppimista, politiikkavaihtoehtoja, taloudellisia vaikutuksia sekä keinoja tukea muutosta.

2. Mihin ongelmaan konsortio hakee ratkaisua?

Globaali energiateknologiamurros vaikuttaa väistämättä Suomeen: sekä kotimarkkinoihin että nykyisiin ja uusiin vientialoihin. Ongelmana ja haasteena on tunnistaa ajoissa uudenlaiset markkinamallit, tuotteet,

palvelut ja ohjaukset, joiden avulla yhteiskunta voi sopeutua murrokseen ja hyötyä siitä. Smart Energy Transition –konsortio tutkii, miten teknologiamurros tulisi huomioida ja hyödyntää Suomessa (Kuva 1).

Tausta: murrokselliset teknologiat



Kuva 1. Energiamurros ja sen vaikutukset

3. Mikä on toimintaympäristön tiedontaso tässä ongelmakentässä?

3.1 Liittymäkohdat ajankohtaiseen kansainväliseen tutkimukseen

Hanke liittyy ajankohtaisen kansainvälisen tutkimuksen kärkeen teknologiamurroksen tutkimuksessa. Yhdistävänä teoreettisena kehyksenä käytetään transiititutkimusta (Rotmans et al. 2011), jossa tarkastellaan murroksellisia ja systeemisiä muutoksia eri ajureiden, hidasteiden ja systeemisten elementtien kautta. Transiititutkimuksen perusajatuksena on, että vallitseva järjestelmä (regime) on varsin pysyvä, koska sen vakautta edistävät yhteiskunnan ja elinkeinoelämän rakenteet, kuluttajien tottumukset, tiede ja teknologia. Muutosta edistävät yhtaältä megatrendien omaiset toimintaympäristön muutokset (landscape) ja toisaalta erilaiset uudet innovaatiopolut (niches), jotka voivat olla uusia teknologioita, toimintatapoja tai liiketoimintamalleja. Muutoksessa olennaista on vallitsevan järjestelmän horjuminen (destabilisation, ks. Turnheim ja Geels 2012; Kivimaa and Kern 2016).

Eräs transiititutkimuksen ehdottama toimintamalli on transiioareena. Sen tavoitteena on muodostaa erilaisten toimijoiden yhteinen visio radikaalien muutosten tavoitteista ja mahdollisista poluista niitä kohti. Vision toteutumista edistetään mm. kokeilutoiminnan kohdalla (Van Buuren ja Loorbach 2009). Transiioareena-ajattelua on kuitenkin myös kritisoitu liian yksinkertaisena mallina (ks. Heiskanen ym. 2009; Smith ja Kern 2009). Smart Energy Transition -konsortio selvittää miten menetelmää voi soveltaa menestyksellisesti Suomen oloissa.

Toimintaympäristötaso on transitiotutkimuksessa usein jäänyt kevyelle tarkastelulle, kuten yleisiin viittauksiin ilmastonmuutoksesta ja fossiilisten polttoaineiden hintojen noususta. Hanke tekee kriittisen analyysin olemassa olevista energiateknologiaskenaarioista. Tämä on tärkeää, sillä tiedetään, että myös kansainväliset organisaatiot kuten IEA ovat toistuvasti aliarvioineet uusiutuvan energian, etenkin aurinkosähkön, tuotantokustannusten laskunopeutta ja leviämismuutoksia (Frauenhofer ISE 2015). Lisäksi tarkastellaan, miten geneeristen ja globaalien teknologioiden kaupallistuminen ja halpeneminen vaikuttavat paikallisesti erilaisiin energian ja energiateknologian tuottajiin ja käyttäjiin. Tämä on todettu erittäin tärkeäksi murrosten etenemisen kannalta sekä teknologisten innovaatiojärjestelmien tutkimuksessa että transitiotutkimuksessa (Palm 2015; Raven ym. 2012). Hanke tuottaa myös uusia sovelluksia Delfoi-tutkimuksen ja teknologian ennakkoinnin menetelmiin erityisesti teknologian kehityksen paikallisten vaikutusten tutkimuksessa.

Uusien innovaatiopolkujen syntymistä ja niiden edistämistä selvitetään erityisesti strategic niche management -tutkimussuuntauksessa (Kemp ym. 1998, Schot ja Geels 2008) ja innovaatiojärjestelmien tutkimuksessa (Bergek ym. 2008). Tässä tutkimuksessa on erityisesti keskitytty siihen, millaiset prosessit edistävät ja mahdollistavat innovaatioiden syntymisen ja leviämisen järjestelmätasolle. Innovaatiopolkujen edistäminen luomalla (osittain) suojattuja ympäristöjä (protection) on keskeinen ajatus strategic niche management -kirjallisuudessa (Smith ja Raven 2012). Tiedämme kuitenkin aivan liian vähän siitä, miten suojausta tulee purkaa niin, että teknologiat kehittyvät mahdollisimman nopeasti selviten samanaikaisesti kaupallisessa kilpailussa.

Kokeiluilla on keskeinen osa transitiotutkimuksessa ja strategic niche management –tutkimussuuntauksessa (Hoogma 2002; Schot ja Geels 2008), mutta kokeilujen systemaattisen hyödyntämisen prosesseja on tutkittu vain vähän (Porter et al. 2015, Kivimaa ym. 2015). Kansainvälisessä tutkimuskirjallisuudessa on vasta aloitettu yhteiskunnassa meneillään olevien kokeilujen ja etenkin niissä esiintyvien ongelmien ja osaamisaukkojen laajaa ja kriittistä analyysiä. Kokeilujen aktiivisesta hyödyntämisestä koulutuspolitiikassa, julkishallinnossa ja muotoilussa ei ole vastaavanlaista kansainvälistä tutkimusta.

Transitiotutkimuksessa on lähdetty liikaakin siitä, että uuden teknologian paikalliset kokeilut muuttavat koko systeemiä, jos niitä riittävästi aluksi tuetaan. Viime aikoina on huomattu, että myös vallitsevaan järjestelmään on puututtava, jos transiitioita halutaan edistää. Vallitsevan järjestelmän muutosten tarkempi tarkastelu onkin erityisen ajankohtaista. Mikä on vallitsevan järjestelmän rooli muutoksessa ja miten sen horjuttamista voidaan edistää? (Turnheim ja Geels 2012; 2013; Kivimaa ja Kern 2016). Tämä tutkimus liittyy myös laajempaan yhteiskunnalliseen analyysiin instituutioiden pysyvyydestä ja muutoksesta. SET-hankkeessa erityisenä huomion kohteena on julkisen ja yksityisen ohjauksen ja rahoituksen rooli energijärjestelmän ja sitä lähellä olevien muiden järjestelmien muutoksessa.

Yhteiskunnallisen ohjauksen rooli on keskeinen transitiotutkimuksessa, mutta systemaattisen politiikan ja instituutioiden tutkimuksen kytkeminen transitiotutkimukseen on ollut vähäisempää. Hanke tekee kriittistä analyysiä politiikan ja instituutioiden roolista transiitioissa. Lähtökohtana on useiden vaihtoehtoisten transiitopolkujen kirjallisuus. Näistä näkökulmista tarkastellaan, miten energia-, ilmasto-, ja innovaatiopolitiikka yhdistettynä instituutioiden muutoksiin vaikuttavat energiamarkkinoihin ja cleantech-innovaatioihin. Toisaalta tarkastellaan myös markkinoiden vaikutusta politiikan ja instituutioiden muutokseen. Tämän laajan tarkastelukehikon puitteissa hanke tutkii erityisesti politiikan roolia hajautetun energiamarkkinan luomisessa (Picciarellon 2015; Kästel 2015), rakennetun ympäristön ohjauksessa (Monstradt ja Wolff 2015; Creutzig et al. 2015), älykkään sähköverkon kehityksessä (Satchewell ym. 2015; Cappers ym. 2015), kapasiteettimarkkinoiden rakentamisessa (Carmton ja Ockenfels 2012; Cramton ja

Stoft 2008; Joskow ja Tirole 2007) sekä energiateknologian innovaatioiden edistämisessä (Johnstone ym. 2010; Popp ym. 2011; Nesta 2014).

3.2 Kotimaisten päätöksentekijöiden tietotarpeet

Kun energia- ja ilmastostrategiaa uusitaan 2016 ja ilmastolain mukaisen keskipitkän aikavälin suunnitelma laaditaan 2016-2017 ja niitä ryhdytään panemaan toimeen, syntyy konkreettisia tietotarpeita, joita tutkimuskonsortion tuottama teknologian ennakointi osaltaan tyydyttää. Suomessa on tehty energiaskenaarioita ja -tiekarttoja (TEM 2014) ja joissakin näistä aletaan myös tunnistaa uusien teknologioiden murroksellisia vaikutuksia (Sitra; Neo-Carbon Energy). Globaali energiateknologian ja energiamarkkinoiden kehitys on kuitenkin usein yllätyksellistä ja siinä on viime vuosina tapahtunut monia uusia käännteitä, kuten aurinkoenergian odottamattoman nopea hintojen lasku ja Pariisin ilmastopimuksen onnistuminen. Käännteisiin liittyy teknologian, politiikan ja muiden instituutioiden voimakas vuorovaikutus. Energiapolitiikkaa on tähän asti tarkasteltu enemmän tuotannon kuin teknologiaviennin näkökulmasta, ja energiapolitiikka on ollut melko erillään innovaatiopolitiikasta. Globaali näkökulma korostuu vientiliiketoiminnassa. Kun kyse on merkittävästä teknologiamurroksesta joka muuttaa energijärjestelmän toimintaperiaatteita, ennakointi vaatii huolellista murroksen ymmärrystä ja sen vaikutusten systemaattista arviointia sekä skenaarioiden ja asiantuntija-arvioiden tiivistä päivittämistä strategioiden ja suunnitelmien laatimis- ja toimeenpanovaiheessa edettäessä kohti 2030 tavoitteita.

Smart Energy Transition -konsortio auttaa päätöksentekijöitä tunnistamaan ja arvioimaan energiamurroksesta johtuvia biotalouteen, cleantechiin ja digitalisaatioon liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia. Tiettyjen massatuotannon tasolle edenneiden teknologioiden kuten aurinkopaneelien valmistuksen markkinat on ehkä jaettu, mutta teknologian käyttösovelluksiin liittyvät tuotteet ja palvelut voivat olla näitä arvokkaampia sekä kotimarkkinoilla että vientituotteina. Tutkimuskonsortio tunnistaa suomalaista osaamista ja innovaatioita digitaalisten palvelujen käyttäjälähtöisessä ja innovatiivisessa soveltamisessa rakennuksissa ja liikenteessä. Nämä ovat energian suurimmat käyttökohteet EU-28:ssa, jonne lähes 60 % Suomen viennistä suuntautuu.

Suomessa tunnetaan huonosti muiden Euroopan maiden energiamurrosten historiaa ja institutionaalisia edellytyksiä. Päätöksentekijöiden käytössä ei myöskään ole tutkimusperusteista vertailua Suomen ja muiden Euroopan maiden tilanteesta. Hankkeessa tuotettu vertailutieto ja muiden maiden politiikkahistorian tuntemus auttavat Suomen hallintoa tunnistamaan politiikkainnovaatioita ja välttämään karikat.

Yrityksissä on pitkät perinteet pilottien ja demonstraatiohankkeiden hyödyntämisestä uuden teknologia-osaamisen ja liiketoiminnan kehittämisessä. Nyt myös julkinen sektori Suomessa on innostunut kokeiluista ja kokeilukulttuurista tapana uudistaa yhteiskuntaa. Päätöksentekijöiden kanssa käydyt keskustelut osoittavat kuitenkin, että energiamurrokseen liittyvää kokeilutoimintaa ei koordinoita eikä arvioida systemaattisesti, eikä sen tuloksia myöskään hyödynnetä täysimittaisesti. Huolellinen kokeilujen koostaminen, vertailu ja arviointi sekä tulosten jalostaminen eri hallinnonaloille moninkertaistaa kokeilujen hyödyllisyyden.

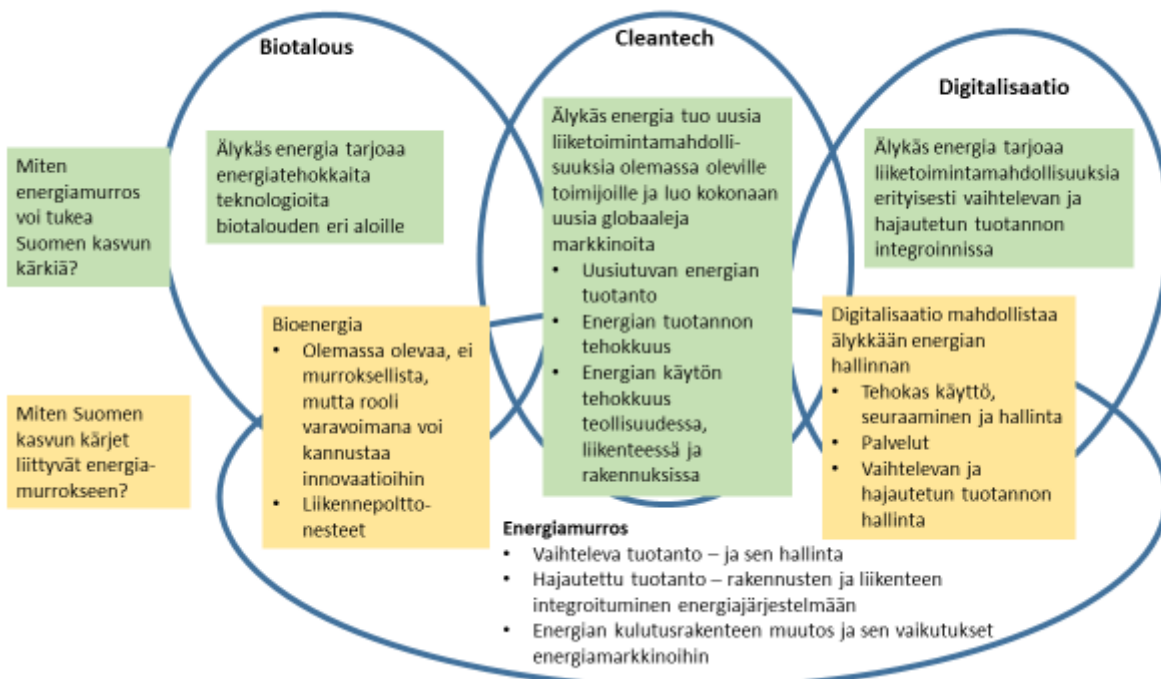
Suomessa ei ole vielä käyty laajaa ja hallinnonalat ylittävää keskustelua energiamurrokseen liittyvistä lukuisista politiikkahaasteista ja niiden potentiaalisista innovatiivisista ratkaisuista. Keskeisiä kysymyksiä ovat muun muassa vaihtelevan ja hajautetun energian tuotannon rahoitusmallit, hallinta ja hallinnointi, energiamarkkinoiden integroitumisen vaikutukset, sekä varastointikapasiteetti ja –teknologiat erilaisilla

uusiutuvan energian ja ydinvoiman osuuksilla energian tuotannosta. Näihin kaikkiin liittyy sääntelykysymyksiä, joilla on vaikutuksia teknologian kehitykseen ja eri sektoreiden innovaatiotoimintaan. Lisäksi tarvitaan kriittistä keskustelua siitä, missä suhteessa Suomi on tai voisi olla edelläkävijä ja miten kotimarkkinat voivat toimia vientimarkkinoiden referenssinä. Hanke tuottaa ja tekee hyödynnettäväksi uutta tutkimustietoa ja vertaa Suomen tilannetta kilpailijamaihin.

Suomen tutkimuspolitiikassa on ymmärretty, että tutkimuksen ja sen käyttäjien välinen vuorovaikutus on tärkeää. Smart Energy Transition -konsortio auttaa päätöksentekijöitä käyttämällä aktiivisesti vuorovaikutteisia tutkimuksen toteutuksen ja kohdentamisen keinoja. Konsortion kokoamat paneelit, transioareenat ja vuorovaikutusfoorumit keskeisten alan toimijoiden kanssa varmistavat, että tutkimus liittyy käyttäjien ajankohtaisiin ja paikallisiin tietotarpeisiin ja ottaa huomioon eri toimijoiden näkemykset.

4. Mikä on hankkeen tuoma lisäarvo tämän ongelman ratkaisuun?

SET:in lisäarvo on uudessa tiedossa, joka auttaa ymmärtämään ja hallitsemaan energiamurroksen, kuten hajautetun ja vaihtelevan sähköntuotannon, vaikutuksia koko energiajärjestelmässä ja eri liiketoimintasektoreilla. Muihin teknologiaskenaarioihin ja energiatutkimushankkeisiin nähden tutkimme ensisijaisesti teknologisen kehityksen vaikutuksia talouteen ja yhteiskuntaan kotimaassa ja keskeisillä vientimarkkinoilla. Erityisiä tarkastelualoja ovat Suomen kasvun kärjet biotalous, cleantech ja digitalisaatio (Kuva 2). Lisäksi tarkastelemme muihin teknologiaskenaarioihin verrattuna teknologiaa vahvemmin yhteiskunnallisessa kontekstissaan, eli painopiste on teknologioiden etenemisen liiketoiminnallisissa, institutionaalisissa ja poliittisissa esteissä ja mahdollisuuksissa sekä erilaisten kehityspolkujen vaikutuksissa. Smart Energy Transition tuottaa lisäarvoa myös tekemällä yhteistyötä muiden energiamurrosta tutkivien Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamien BC-DC, EL-TRANS ja FORBIO sekä Tekesin rahoittamien Neo-Carbon Energy ja FinSolar –hankkeiden kanssa.



Kuva 2. SET-hankkeen tuoma lisäarvo energiamurroksen tuomien ongelmien ratkaisuun

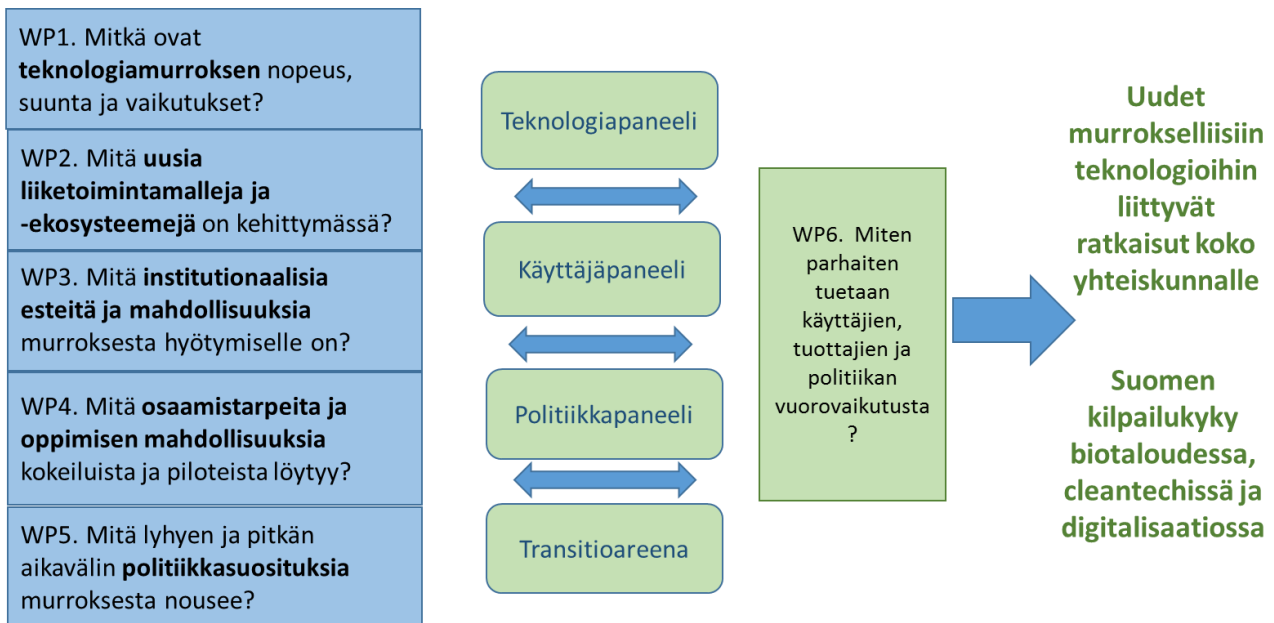
Tarkemmin sanottuna SET-hanke vastaa seuraaviin kysymyksiin:

1. Miten globaali energian teknologiamurros etenee, mitkä teknologiat ovat todennäköisesti tärkeimpiä ja miten ne vaikuttavat Suomeen ja Suomen kasvun kärkeen?
2. Miten eri sektorit voivat hyötyä murroksesta, ottaen huomioon
 - a. institutionaalisen kehikon verrattuna kilpailijamainin,
 - b. kehittyvät liiketoimintaekosysteemit relevanteilla toimialoilla,
 - c. piloteissa ja kokeiluissa tunnistetut osaamistarpeet ja
 - d. poliittinen ja sääntelykehikko sekä eri ratkaisujen taloudelliset vaikutukset?
3. Miten parhaiten yhteistuotetaan ratkaisuja
 - a. konkretisoimalla murroksen vaikutuksia, mahdollisuuksia ja uhkia yrityksille, julkishallinnolle, politiikan tekijöille, kansalaisille ja kuluttajille,
 - b. kokeilemalla transitoareenoja ja muita käyttäjien, tuottajien ja julkisen sektorin osallistumismuotoja,
 - c. integroimalla hanke keskeisiin politiikkaprosesseihin,
 - d. vuorovaikuttamalla muutoksen toimijoiden, sidosryhmien ja suuren yleisön kanssa sekä
 - e. tuottamalla työkaluja uuden liiketoiminnan synnyttämiseksi?

Tuloksia jalostetaan ja tehdään käyttökelpoisiksi suhteessa ajankohtaiseen markkinoiden kehitykseen ja poliittisiin tavoitteisiin, kuten Pariisin ilmastopöytäkirja, EU 2030 -tavoitteet ja hallitusohjelman tavoitteet. Toimimme tiiviissä yhteistyössä ajankohtaisten politiikkaprosessien kanssa, kuten energia- ja ilmastostrategian uusiminen, uusiutuvien energiamuotojen tukijärjestelmän uusiminen, ilmastolain keskipitkän aikavälin suunnitelma, lähes-nollanenergiarakentamisen määrittely sekä Suomen liikennepoliittikan uusiminen ja siihen liittyvät kokeilut. Yhteistyöverkostoomme kuuluvat myös yritykset ja kansalaisjärjestöt julkishallinnon ja poliittisen päätöksenteon lisäksi. Hankkeen tulokset tukevat uusien yritysten ja hallinnon kehitystä sekä maamme osaamista ja instituutioita. Markkinoita ja arvoketjuja tunnistamalla muodostetaan kokonaiskuva suomalaisten yritysten, julkishallinnon ja kansalaisyhteiskunnan mahdollisuuksista. SET vahvistaa kokeiluista oppimista ja vahvistaa tutkimuksen roolia politiikan teossa.

5. Millä keinoilla konsortio tekee tämän?

Hanke koostuu kuudesta työpaketista, joista vastaavat Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu, Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, Sussexin yliopisto, Science Policy Research Unit SPRU, Helsingin yliopiston Kuluttajatutkimuskeskus ja Suomen ympäristökeskus (kuva 3).



Kuva 3. SET-konsortion tutkimuksen rakenne

Työpaketti 1 vastaa kysymykseen siitä, mitkä ovat globaalien teknologiamurroksen nopeus, suunta ja vaikutukset Suomeen. Se rakentuu olemassa olevan tutkimustiedon (mm. Neo-Carbon Energy (2014-2019), CLEEN Flexe (2015-2020) ja muun teknologian ennakointitiedon varaan. Tutkimus tunnistaa energiateknologian murroksen suunnan, nopeuden ja vaikutuksen, kuten esimerkiksi erilaisten energian varastointikeinojen hintakehityksen. WP1:ssä tehdään kansainvälinen metaskenaarioanalyysi, asiantuntija-Delphoin avulla tehdään hankkeen aikana kaksi (2016, 2019) viiden vuoden teknologiakatsausta ja tunnistetaan teknologioiden kehityksen ja konvergenssin vaikutukset Suomeen, erityisesti biotalouden, cleantechin ja digitalisaation kärkiin. WP1 toimii tiiviissä yhteistyössä hankkeeseen sitoutuneen, yrityksistä ja asiantuntijaorganisaatioista kootun teknologiapaneelin kanssa.

Työpaketti 2 vastaa kysymykseen siitä, mitä uusia liiketoimintamalleja ja –ekosysteemejä Suomessa on kehittymässä erityisesti energiatehokkaan rakentamisen ja liikenteen palvelukonseptien alueelle. Työpaketissa analysoidaan joukko meneillään olevia kokeiluja ja uusia liiketoimintamalleja ja haetaan vastauksia siihen, millä edellytyksillä uudet liiketoimintamallit kaupallistuvat

Työpaketti 3 vastaa kysymykseen siitä, mitä institutionaalisia esteitä ja mahdollisuuksia murroksesta hyötymiselle on. Empiirisessä tutkimuksessa vertaillaan institutionaalista muutosta, murroksellisten teknologioiden läpimurtoa ja teollisuuspolitiikkaa Tanskassa, Saksassa ja Iso-Britanniassa. Tarkastelun pohjalta selvitetään keskinäiset riippuvuudet teollisuuspolitiikan, instituutioiden ja murroksellisten teknologioiden kasvun keskinäisriippuvuuksista. Lopuksi analysoidaan suomalaisia instituutioita ja murroksellisia teknologioita koskevaa teollisuuspolitiikkaa ja laaditaan politiikkasuosituksia.

Työpaketti 4 vastaa kysymykseen siitä, mitä oppimistarpeita ja osaamisen kehittämisen mahdollisuuksia kokeiluista löytyy. Hankkeessa kootaan 100 kokeilun, pilotin ja demon tietopankki ja näistä 20 valitaan huolellisten case-analyysien kohteeksi. Case-analyysien perusteella tehdään koulutustarveanalyysi ja tunnistetaan käyttöliittymäsuunnittelun haasteita ja tarpeita. Lisäksi case-analyysiä hyödynnetään julkishallinnon tutkivan oppimisen kokeiluun, joka auttaa kokeilutoiminnan koordinoimisessa, systemaattisessa suuntaamisessa ja systemaattisessa kokeiluista opitun

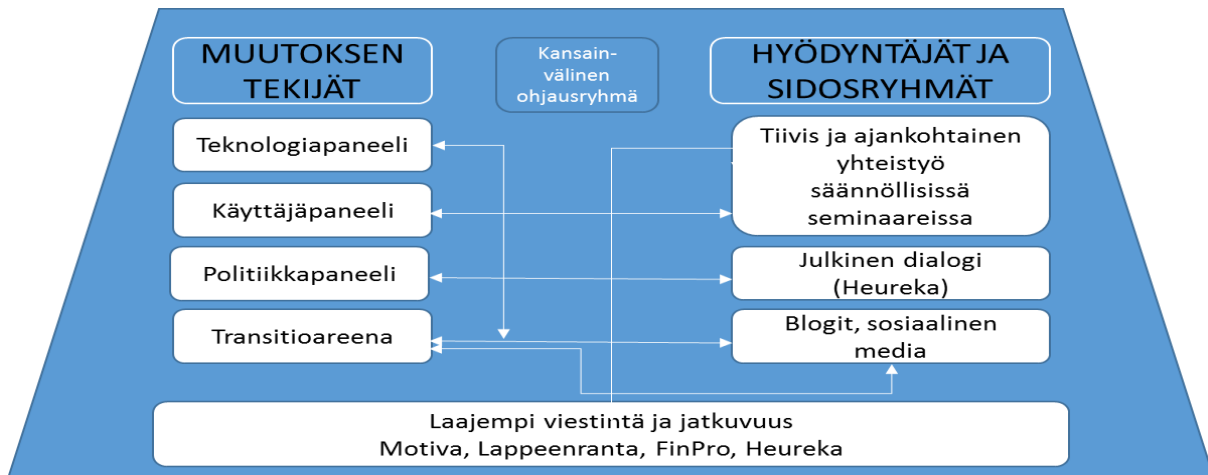
kerryttämisessä. Hankkeessa syntyy Motivan kanssa yhteistyössä pysyvä alusta kokeilutoiminnan koordinoimiseksi.

Työpaketti 5 vastaa kysymykseen siitä, miten politiikan kehittämisessä ja toimeenpanossa tulisi ottaa teknologiamurros huomioon siten, että suomalaisessa yhteiskunnassa kyetään vastaamaan murroksesta johtuviin haasteisiin ja hyötymään sen synnyttämistä mahdollisuuksista. Kysymykseen vastataan analysoimalla energiamurrokseen liittyvien politiikka-alueiden ja ohjauskeinojen kehitystä Suomessa, mukaan lukien innovaatiopolitiikkaa. Tavoitteena on erityisesti tunnistaa eri politiikka-alueiden jäykkyyksiä, polkuriippuvuuksia ja joustomekanismeja, joiden merkitys korostuu energiamurroksessa. Hankkeessa toteutetaan myös laaja politiikkavaihtoehtojen taloustieteellinen arvio etenkin energiaregulaation ja pohjoismaisen sähkömarkkinan suhteen. Lisäksi tarkastellaan politiikanäkökulmasta energiateknologian arvoketjujen kehitystä ja Suomen kannalta lupaavia tulevaisuuden mahdollisia markkinoita. Tutkimuksessa hyödynnetään sekä kvalitatiivista politiikka-analyysiä että kvantitatiivisia, taloustieteellisiä analyysejä.

Työpaketti 6 tekee uutta tutkimusta siitä, miten keskeiset yhteiskunnan tahot saadaan mukaan transitoon. Aiheesta on julkaistu case-tutkimuksia, mutta vähemmän systemaattisia arvioita ja kriittistä analyysiä. Hankkeessa kokeillaan ja arvioidaan transioareenan (Van Buuren ja Loorbach 2009) soveltuvuutta sidosryhmien osallistamiseksi teknologiamurroksen ja sen vaikutusten hallintaan. Lisäksi kokeillaan ja arvioidaan paneelien ja työpajojen käyttöä tutkimuksen ja sen käyttäjien vuorovaikutuksessa, muun muassa teknologian ennakkoinnissa ja kokeilukulttuurin vahvistamisessa. Näin osallistutaan ja panostetaan myös kriittiseen ja arvioivaan tutkimukseen codesign-menetelmien hyödyntämisestä tapahtumien sosiaalisen ja materiaalsen välittämisen orkestroinnissa (mm. Hyysalo ja Hakkarainen 2014).

Hankkeen vuorovaikutussuunnitelma liittyy kiinteästi hankkeessa tehtävään tutkimukseen. Laajojen ja mahdollisesti erimielisten sidosryhmien osallistuminen tähtää hankkeessa toimijoiden tiedontarpeiden ja tietämyksen lisäämiseen. SET-hanke on suunniteltu iteratiiviseksi, jatkuvaksi ja joustavaksi sopeutuvan oppimisen prosessiksi. Hanke käyttää erilaisia vuorovaikutuksen keinoja muutoksen keskeisten toimijoiden ja alan keskeisten toimijoiden osallistamiseen (kuva 4):

- a) Organisoidaan kokeiluja ja varmistetaan institutionaalisen kapasiteetin jatkuvuus yhdessä hankkeeseen osallistuvien toimijoiden kanssa (Motiva, Finpro, Heureka, Lappeenrannan kaupunki).
- b) Yhteiskehitetään tutkimusta ja varmistetaan sen oikea-aikaisuus ja käytettävyys yhdessä teknologia-, politiikka- ja käyttäjäpaneelin sekä muiden keskeisten toimijoiden kanssa.
- c) Kehitetään ja arvioidaan työkaluja suomalaiseen politiikkakontekstiin, muun muassa kokeilemalla transioareenaa Suomessa.
- d) Varmistetaan aktiivikansalaisten osallisuus energiamurroksen hallinnassa julkisten dialogien avulla.



Kuva 4. Hankkeen vuorovaikutuksen kohteet ja keinot

Hyödynnämme innovatiivisia ja henkilökohtaisia tiedon hyödylliseksi tekemisen tapoja: hankkeessa on mukana tiedon välittämiä hyödyntäjiä ja tuotteistajia. Tutkijat tarjoutuvat viemään tietoa myös suoraan ministeriöihin työskentelemällä ministeriöiden hankkeissa erikseen sovittavalla tavalla. Hyödynnämme myös perinteisiä ja uusia viestinnän keinoja (perinteinen ja sosiaalinen media, esitelmät yleisötilaisuuksissa). Arvioimme jatkuvasti vuorovaikutuksen ja viestinnän osallistuvuutta ja hyödyllisyyttä.

Lähteet

- Bergek A, Jacobsson S, Carlsson B, Lindmark S, Rickne A, 2008. Analysing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy* 37, 407-429
- Cramton, P. & Ockenfels, A. 2012. Economics and Design of Capacity Markets for the Power Sector. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 36, 113–134.
- Cramton, P. & Stoft, S. 2008. Forward Reliability Markets: Less Risk, Less Market Power, More Efficiency. *Utilities Policy* 16, 194-201.
- De Vries, L.J. 2007. Generation Adequacy: Helping the Market Do its Job. *Utilities Policy* 15, 20-35.
- Fraunhofer ISE (2015): Current and Future Cost of Photovoltaics. Long-term Scenarios for Market Development, System Prices and LCOE of Utility-Scale PV Systems. Study on behalf of Agora Energiewende.
- Heiskanen, E., Kivisaari, S., Lovio, R. & Mickwitz, P. (2009). Designed to travel? Transition Management encounters environmental and innovation policy histories in Finland. *Policy Sciences*, 42(4), 409–427.
- Hoogma, R. (2002). *Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management*. Taylor & Francis.
- Hyysalo S. & Hakkarainen L. (2014). What difference does a living lab make? Comparing two health technology innovation projects. *CoDesign* 10 (3-4), 191-208.
- IEA 2014. *World Energy Investment Outlook*. IEA OECD/IEA, 2014, Paris.
- IEA 2015. *Renewable Energy Medium-Term Market Report 2015*. IEA OECD/IEA, 2015, Paris.
- Johnstone, N., Hascic, I., & Popp, D., 2010. Renewable energy policies and technological innovation: evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics* 45, 133–155.
- Joskow, P.L. & Tirole, J. 2007. Reliability and Competitive Electricity Markets. *Rand Journal of Economics* 38(1), 68-84.
- Kemp, R., Schot, J.W., Hoogma, R., 1998. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management* 10, 175-195
- Kivimaa, P., Hildén, M., Huitema, D., Jordan, A. Newig, J. 2015. Experiments in Climate Governance. Lessons from a Systematic Review of Case Studies in Transition Research. SPRU Working Paper Series (SWPS), 2015-36: 1-30. ISSN 2057-6668. Available at www.sussex.ac.uk/spru/swps2015-36
- Kivimaa, P., & Kern, F. (2016). Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. *Research Policy*, 45(1), 205-217.
- Luukkanen, J., Vehmas, J., Karjalainen, A. & Panula-Ontto, J. (2009). Energiaskenaarioita vuoteen 2050. Katsaus energia-alan haasteisiin, mahdollisuuksiin ja vaikutuskeinoihin. Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun kauppakorkeakoulu TUTUeJULKAISUJA 11/2009.
- Nesta, L., Vona, F., & Nicolli, F., 2014. Environmental policies, competition and innovation in renewable energy. *Journal of Environmental Economics and Management* 67, 396–411.
- Palm, A. (2015). An emerging innovation system for deployment of building-sited solar photovoltaics in Sweden. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 15, 140-157.
- Popp, D., Hascic, I., & Medhi, N., 2011. Technology and the diffusion of renewable energy. *Energy Economics* 33(4), 648–662.
- Porter, N., Claassen, M., & Timmermans, J. (2015). Transition experiments in Amsterdam: Conceptual and empirical analysis of two transition experiments in the WATERgraafsmeer program. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 525-537.
- Raven, R., Schot, J., & Berkhout, F. (2012). Space and scale in socio-technical transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 4, 63-78.
- Rotmans, J., Kemp, R., van Asselt, M., 2001. More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight* 3, 15-31.

Schot, J., & Geels, F. W. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), 537-554.

Smith A, Raven R, 2012. What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy* 41: 1025–1036

Smith, A., & Kern, F. (2009). The transitions storyline in Dutch environmental policy. *Environmental Politics*, 18(1), 78–98.

TEM (2014) Energia- ja ilmastotiekartta 2050. Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto 31/2014.

Turnheim, B., & Geels, F. W. (2012). Regime destabilisation as the flipside of energy transitions: Lessons from the history of the British coal industry (1913–1997). *Energy Policy*, 50, 35-49.

Vanhanen, J., Vehviläinen, I., Halonen, M. & Kumpulainen, A. (2010). Energiaskenaarioiden järjestelmävaikutukset ja niiden taloudelliset, ympäristölliset ja yhteiskunnalliset seuraukset. Sitran selvityksiä 30.

VTT (2002) Energy visions for Finland. VTT.

Lisätietoja:

Raimo Lovio, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu: raimo.lovio@aalto.fi

Jero Ahola, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, LUT: jero.ahola@lut.fi

Armi Temmes, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu: armi.temmes@aalto.fi

Paula Kivimaa, University of Sussex, SPRU: p.kivimaa@sussex.ac.uk

Eva Heiskanen, Helsingin yliopisto, Kuluttajatutkimuskeskus: eva.heiskanen@helsinki.fi

Mikael Hildén, Suomen ympäristökeskus, Syke: mikael.hilden@ymparisto.fi

Sampsa Hyysalo, Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu: sampsa.hyysalo@aalto.fi

Karoliina Auvinen, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu: karoliina.auvinen@aalto.fi

Hanke verkossa ja sosiaalisessa mediassa:

www.smartenergytransition.fi

<https://www.facebook.com/smartenergytransition/>

Twitter: tutkijaryhmä twiittaa hankkeen #energiamurros