UUSIA NÄKYMIÄ ENERGIAMURROKSEN SUOMEEN

MURROSAREENAN TUOTTAMIA KUNNIANHIMOISIA ENERGIA- & ILMASTOTOIMIA VUOSILLE 2018–2030

TOIMITTANEET: *Sampsa Hyysalo, Tatu Marttila, Armi Temmes, Raimo Lovio, Paula Kivimaa, Karoliina Auvinen, Allu Pyhälammi, Jani Lukkarinen, Janne Peljo*

JULKAISTU 28.11.2017

SUOMEN AKATEMIA | strategic RESEARCH | SMART ENERGY TRANSITION

Tämä raportti kokoaa yhteen tulokset energiamurrosareena-prosessista, joka on ollut Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittaman *Smart Energy Transition* -hankkeen ja Sitran *Hiilineutraali kiertotalous* -teeman yhteisponnistus. Energiamurrosareenan 23 osallistujaa kokoontuivat yhteiseen visiointiin sekä tärkeiden tavoitteiden ja polkujen tunnistamiseen helmi–marraskuussa 2017.

© Raportin kirjoittajat, 2017

RAPORTIN TOIMITTAJAT: Sampsa Hyysalo, Tatu Marttila, Armi Temmes, Raimo Lovio, Paula Kivimaa, Karoliina Auvinen, Allu Pyhälammi, Jani Lukkarinen, Janne Peljo

MUUT MURROSAREENASSA TYÖSKENNELLEET: Louna Hakkarainen, Timo Huomo, Kaisa Matschoss, Sini Olkanen, Sofi Perikangas, Mikko Rask ja Kaisa Savolainen

RAPORTIN GRAAFINEN ILME JA TAITTO: Matti Berg

RAPORTIN OIKOLUKU JA NOSTOT: Annukka Berg

MURROSAREENAN TYÖKALUJEN JA MATERIAALIEN GRAAFINEN ILME: Sofi Perikangas

RAPORTIN KUVIEN TIEDOT: Kuvat 1, 2, 5 & 17: Sofi Perikangas
Kuva 3: Helsingin kaupungin aineistopankki / Paul Williams
Kuva 4: (vasemmalta ylhäältä lukien) Sähkölinjat: Tekes / Susanna Lehto, Aurinkopaneelit: SET kuvapankki; Baana: Helsingin kaupungin aineistopankki / Ari Leppä | Kuva 13: (vasemmalta lukien) Vuosaari: Tekes / Susanna Lehto; Opiskelijat: Tekes / Meeri Niilola; Sähköauton lataus: SET kuvapankki; TF-talo: Tekes
Kuvat 6–12 & 14: Polkutarkasteluja | Kuvat 15 & 16: Tatu Marttila

Tiivistelmä

”Vuonna 2030 Suomi on proaktiivinen suunnannäyttäjä, joka tarjoaa johtavia ratkaisuja globaaleihin ympäristö- ja energiasektorin haasteisiin. Suomi hyödyntää digitalisaation, uusien palveluiden, kansalaisten osallistumisen sekä uusimman tutkimuksen tarjoamat mahdollisuudet.” – MURROSAREENAN ENERGIA- JA ILMASTOVISIO VUODELLE 2030

Energiamurrosareena on ollut eri alojen kehittämishaluisista asiantuntijoista koostuva ryhmä, joka on luonut ymmärrystä Suomen ilmasto- ja energiapolitiikan nykytilasta ja kehityksen toivottavasta suunnasta. Murrosareenan keskeiset viestit ovat seuraavat:

1. **Energia- ja ilmastopolitiikan painopiste on siirtymässä tuotantokapasiteetin säädöstä teknologiamurroksen hallintaan.** Energiaa koskeva suunnittelu ja päätöksenteko on kulkenut maassamme energia-alan asiantuntijoiden vetämänä, ja hinta ja toimitusvarmuus ovat olleet tärkeimmät energiapolitiikan ajurit (EIS 2001–2016). Ilmastonmuutos ja Suomen vastuut sen torjumisessa sekä toisaalta uusien energiateknologioiden viimeaikainen nopea kehitys ovat muuttaneet tilanteen. Tarvittavat päästövähennykset edellyttävät merkittäviä rakenteellisia muutoksia viimeistään kymmenvuotiskaudella 2025–2035. Tällöin energiantuottajien ja -jakelijoiden liiketoiminta muuttuu, ja ovia avautuu valtaville uusille vientimarkkinoille. Asuminen, liikkuminen ja arjen kulutus mullistuvat. Tarvittavat päätökset edellyttävät asiantuntemusta ja energiakysymysten tarkastelua energia-alaa laajemmassa kontekstissa. **Joustavan ja dynaamisen energiajärjestelmän luonti on aloitettava nyt eikä ylihuomenna.**

Joustavan ja dynaamisen energiajärjestelmän luonti on aloitettava nyt eikä ylihuomenna.

2. **Luova tuho on väistämätön osa energiamurrosta: Energian käyttöön ja innovaatioihin liittyvät politiikkatoimet on saatava toimimaan yhdessä.** Suomen on kyettävä yhdistämään innovaatio-, energia- ja ilmastopolitiikka uudella tavalla globaalissa muutoksessa menestyäkseen. On lyhyen aikavälin taktiikkaa täyttää ilmastovelvoitteet vain nykyistä tuotanto- ja kulutusrakennetta säätämällä ja korvaamalla fossiiliset polttoaineet bioenergialla. Se ei johda systeemiseen muutokseen, jota yhteiskunnan hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä edellyttää. Vanhaan rakenteeseen takertumalla haaskataan myös energiamurroksen tarjoamat massiiviset globaalit markkinat uusille ratkaisuille esimerkiksi energiatekniikassa,

Aiemmin varmoina pidettyihin teknologioihin kuten fossiilisiin polttoaineisiin ja ydinvoimaan kasautuu yhä kasvavia epävarmuuksia.

energiatehokkuudessa, liikenteessä ja rahoituksessa. Murros edellyttää energia- ja ilmastopolitiikan kytkemistä nykyistä vahvemmin innovaatiopolitiikkaan mutta myös esimerkiksi kaupunki-, alue- ja kuluttajapolitiikkaan.

3. Määrätietoisesti pois fossiilisista polttoaineista: Ilmastovaikutusten lisäksi fossiiliset polttoaineet ovat merkittävä kauppataseen heikentäjä. Fossiilisten polttoaineiden, kuten kivihiilen, öljyn ja kaasun käytöstä on ripeästi luovuttava ilmastonmuutoksen torjumiseksi. Fossiilisten polttoaineiden nettotuonti muodostaa myös merkittävän osan Suomen tuonnin arvosta. Kun fossiiliset korvataan uusiutuvalla energialla ja myös energiatehokkuutta parannetaan, saadaan pitkän aikavälin taloudellista hyötyä Suomelle. Fossiilisten polttoaineiden negatiivisten ulkoisvaikutusten sisällyttäminen niiden hintoihin mahdollistaisi kotimaahan suuntautuvat investoinnit energiatehokkuuteen, uusiutuvaan energiaan sekä hiilen käytöstä luopumiseen.

4. Puhdas energiajärjestelmä toimii viennin moottorina. Suomen hallituksen ja vuonna 2018 käynnistyvän *Business Finlandin* tulisi edistää merkittävää hyppäystä uusien innovatiivisten energiaratkaisujen kehittämisessä ja käyttöönotossa Suomessa. Kokemukset esimerkiksi puuenergiasta ovat osoittaneet, että teknologioiden laaja kotimainen käyttö edistää myös niiden vientiä. Kun kotimarkkinat laajennetaan älykkäisiin energiaratkaisuihin, vientipotentiaali on suuri.

5. Kysyntäjouston hyödyntämiseksi tarvitaan älykkäitä palveluita. Vaihtelevan tuotannon lisääntyminen edellyttää energian kulutuksen joustavuutta. Kysyntäjouston mahdollistavat uudet digitaaliset teknologiat ja palvelut, joiden avulla pienasiakkaiden ja teollisten käyttäjien kulutusta voidaan ohjata automaatiolla tuotannon tai asumisviihtyvyyden kärsimättä. On välttämätöntä, että sääntelyn ja hinnoittelun avulla edistetään kysyntäjoustoa ja sitä tukevien palvelujen syntyä.

6. Toimijat ja roolit muuttuvat energiajärjestelmässä – kuluttajien aktivoitumiselle luotava edellytykset. Siirtymä vähähiiliseen energiajärjestelmään edellyttää, että loppukuluttajien – esimerkiksi yritysten, kansalaisten ja taloyhtiöiden – on helppo osallistua energiamarkkinoille omalla tuotannollaan ja kysyntäjoustollaan. Uudet energiapalvelut ja -teknologiat laajentavat kuluttajien valinnanmahdollisuuksia. Lainsäätäjien tulisi ottaa kuluttajia aktivoiva ja kaksisuuntaisen energiamarkkinan kehitystä tukeva rooli. Energiayhtiöiden kannattaa toimia suunnannäyttäjinä sekä luoda uutta kotimaista ja ulkomaista liiketoimintaa epäröinnin sijaan.

On lyhyen aikavälin taktiikkaa täyttää ilmastovelvoitteet vain nykyistä tuotanto- ja kulutusrakennetta säätämällä ja korvaamalla fossiiliset polttoaineet bioenergialla.

7. Suljettujen markkinoiden avaaminen edistää puhdasta tuotantoa ja kulutusta. Energiajärjestelmässä on edelleen suljettuja markkinoita, joita on avattava uusille tuottajille, palveluntarjoajille ja pientuottajia kokoaville toimijoille dynaamisten energiapalvelumarkkinoiden synnyttämiseksi. Keskeisiä uudistuksia ovat suurten kaupunkien kaukolämpömarkkinoiden avaaminen kilpailulle sekä kaksisuuntaisten sähkömarkkinoiden kehittäminen pientuotantoa, kysyntäjoustoa ja varastointia kannustavaksi.

8. Teknologiset epävarmuudet ovat muuttuneet. Uusiutuvien energiamuotojen kasvava globaali merkitys, erityisesti tuuli- ja aurinkovoiman nopea leviäminen ja edelleen aleneva hinta, ovat lähes ainoat varmoina pidettävissä olevat teknologiset kehityskulut vuoteen 2030 mennessä. Uutta energiatekniikkaa koskevat epävarmuudet ovat siirtyneet varastoinnin ja kysyntäjouston järjestelmien kehitykseen, energiansäästöpalveluiden leviämiseen ja monisuuntaisten kauppapaikkojen kehittymiseen. Nämä alat kehittyvät nopeasti ja niiden globaalit menestyjät ratkaistaan seuraavan vuosikymmenen aikana. Samaan aikaan aiemmin varmoina pidettyihin teknologioihin kuten fossiilisiin polttoaineisiin ja ydinvoimaan kasautuu yhä kasvavia epävarmuuksia. Esimerkiksi uutta ydinvoimaa ei ole kyetty tuomaan markkinoille kannattavasti nykyiset turvallisuusvaatimukset huomioiden. Suomen kokonaisenergiankäyttö on kääntynyt laskuun, jonka nopeus riippuu energiatehokkuuden etenemisestä ja teollisuuden energiaintensiivisyyden kehityksestä.

Keskeisiä uudistuksia ovat suurten kaupunkien kaukolämpömarkkinoiden avaaminen kilpailulle sekä kaksisuuntaisten sähkömarkkinoiden kehittäminen pientuotantoa, kysyntäjoustoa ja varastointia kannustavaksi.

9. Biomassan osalta varmaa on vain tarve nostaa sen jalostusarvoa. Suomessa käytetään paljon uusiutuvaa energiaa, mutta siitä suuri osa on bioenergiaa, etenkin selluteollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä. Puuenergian merkittävä lisäys ei ole todennäköisesti kestävää metsien hiilitaseen hallinnan vuoksi. Puuta käyttävän teollisuuden ja kansallisen innovaatiopolitiikan tavoitteena tulisikin olla suunnata päähuomio T&K-toimintaan, joka tähtää puusta valmistettavien tuotteiden jalostusarvon parantamiseen ja uusien markkinoiden avaamiseen.

10. Murroksen suuntaamisen työkalut käyttöön – Murrosareena avaa uusia mahdollisuuksia. Systeemistä muutosta ei voida koskaan hallita, mutta aktiivisella otteella siinä menestymisen mahdollisuuksia voidaan olennaisesti nostaa. Murrosareena tarjoaa tähän yhden työkalun, joka voi täydentää perinteistä työryhmätyöskentelyä ja lausuntomenettelyitä. Murrosareenassa sidosryhmät osallistuvat keskinäiseen vuorovaikutukseen jo valmisteluvaiheessa ja työ ankkuroidaan konkreettisiin toimiin ja ratkaisuihin. Monialainen asiantuntijuus tuottaa erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja, ja toimien ristiinvaikutuksia tarkastellaan muutospolkujen sisällä ja välillä. Murrosareenat pyrkivät näkemysten yhtenäisyyksien löytämiseen – eivät kuitenkaan konsensukseen. Tässä hankkeessa monialaisen ja vuorovaikutteisen prosessin to-

dettiin tuottavan päätösten tueksi toisenlaista sisältöä kuin esimerkiksi lausuntomenettelyssä, jossa lausunnonantajat usein korostavat itselleen varmaa ja perinteistä kantaa. Systeemisen muutoksen monialainen ennakointi on hyödyllinen lisä politiikkatoimien ja strategioiden valmisteluun. Tämä raportti luo uusia näkymiä energiamurroksen Suomeen.

Päästövähennykset edellyttävät merkittäviä rakenteellisia muutoksia viimeistään kymmenvuotiskaudella 2025–2035.

Lukijalle

Tämä raportti kokoaa yhteen tulokset murrosareena-prosessista, joka on ollut Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittaman *Smart Energy Transition* -hankkeen ja Sitran *Hiilineutraali kiertotalous* -teeman yhteisponnistus. Murrosareenan 23 osallistujaa kokoontuivat seitsemään areena-tapaamiseen, yhteiseen visiointiin sekä tärkeiden tavoitteiden ja polkujen tunnistamiseen helmi–marraskuussa 2017. Tässä raportissa kiteytetään prosessissa syntyneitä näkemyksiä siitä, miten energiamurrosta voisi edistää vuoteen 2030 mennessä.

Murrosareenan osallistujat olivat mukana yksilöinä, eivät taustaorganisaatioidensa edustajina. Loppuraportti ei edusta kaikilta osin yksittäisten osallistujien näkemyksiä. Prosessiin osallistuivat:

Heli Antila
Mika P.A. Anttonen
Pirkko Heikinheimo
Mikael Hildén
Harri Jaskari
Saara Jääskeläinen
Jukka Kajan
Jouni Keronen
Kaarina Kolle
Kari Koski
Janne Käpylehto
Antti Majava
Markku Makkonen
Christopher Palmberg
Mari Pantsar
Jaana Pelkonen
Matti Rae
Lea Rankinen
Pekka Ripatti
Ilkka Räsänen
Tarja Teppo
Jukka Tolvanen
Kirsti Vilén

Kukin osallistuja on pääsääntöisesti osallistunut yhden muutospolun työstämiseen. Näissä tapaamisissa käytyjen keskustelujen ja tuotetun aineiston pohjalta raportin kirjoittajat ovat muotoilleet loppuraportin sekä polkukohtaiset raportit, joita osallistujat ovat voineet kommentoida.

Murrosareenan järjestelytiimissä toimivat loppuraportin kirjoittajien lisäksi **Louna Hakkarainen**, **Sini Olkanen**, **Sofi Perikangas** ja **Kaisa Savolainen** Aalto-yliopistosta sekä **Timo Huomo**, **Kaisa Matschoss** ja **Mikko Rask** Helsingin yliopistosta. Sitrasta käytännön järjestelyissä auttoi **Anna Pulli**. Suurkiitos avustanne!

Smart Energy Transition –hanke jatkuu vuosina 2018–2020. Hankkeen puitteissa tullaan jatkamaan murrosareenan menetelmäkehitystyötä ja tutkimaan tarkemmin aiheita, joista raportissa on tehty suosituksia.

Lukuohjeet kiireiselle lukijalle. Aloita lukeminen seuraavista:

- Tiivistelmä tai Luku 7.1
- Alaasi liittyvä muutospolun tiivistelmä luvusta 6.
- Tärkeimmät muutostoimet luvusta 7.2.
- Omaa taustaasi vastaavat välittömät muutostoimet luvusta 7.3. (valtio, kunta & kaupunki, elinkeinoelämä, kansalaiset)

Mikäli olet kiinnostunut myös menetelmästä:

- Yllämainitun lisäksi luvut 2 ja 8 sekä jokin polkukohtaisista tiivistelmistä luvusta 6 ja sen yksityiskohtainen raportti (ks. Liite 3 linkit).

Sisällys

1 Areena energiamurroksen hyödyntämiseksi suomessa 10

2 Murrosareena: yleiskuva ja potentiaali Suomen energia- ja ilmastopolitiikan työkalupakissa 12

3 Murrosareenan näkemys muutoksen ajureista, esteistä ja epävarmuuksista 16
- 3.1 Muutoksen ajurit 16
- 3.2 Muutoksen esteet 17
- 3.3 Epävarmuudet 17

4 Murrosareenassa jalostettu visio ja muutostavoitteet 20
- 4.1 Visio vuodelle 2030–matkalla kohti hiilineutraaliutta 20
- 4.2 Murrosareenan tunnistamat muutostavoitteet 21

5 Polkutyöskentelyyn valitut muutostavoitteet 24

6 Polkutyöskentelyn tulokset 26
- 6.1 Kivihiilestä luopuminen 27
- 6.2 Kysyntäjouston piiriin 2000MW loppukuluttajien sähkönkäytöstä 32
- 6.3 Kysyntäjouston piiriin 2000MW kaukolämmön kulutuksesta 36
- 6.4 Rakennusten nettoenergiankulutuksen puolittaminen 40
- 6.5 Käyttäytymisen muutoksella kotitalouksien energiankulutusta alas 44
- 6.6 750 000 kpl vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvoa 48
- 6.7 Liikenteen palvelullistaminen (MaaS) 52
- 6.8 Puhtaan ja älykkään energiateknologian ja -palveluiden viennin moninkertaistaminen 56
- 6.9 Muutosten avaaminen ja tarkastelu 61

7 Energia-, ilmasto- ja innovaatiopoliittiset johtopäätökset 62

7.1 Koko prosessin kattavat johtopäätökset 62

7.2 Polkukohtaiset johtopäätökset energia-, ilmasto- ja innovaatiopolitiikalle.... 66

7.3 Välittömät muutostoimet toimijaryhmittäin 71

7.4 Energiamurrosareenatyössä tunnistetut olemassa olevaa energiajärjestelmää horjuttavat tavoitteet ja toimenpiteet..... 75

8 Pohdinta murrosareena-prosessin kulusta, hyödyistä ja hyödyntämisestä jatkossa 78

Lähdeluettelo 82

Liite 1: Välittömät muutostoimet (taulukot A – G) 85

Liite 2: Uudet pilotit, tutkimus, liiketoiminta (taulukot H – N) 91

Liite 3: Linkit polkukohtaisiin raportteihin 96

1 / Areena energiamurroksen hyödyntämiseksi Suomessa

Globaali energiamurros on meneillään. Avainkysymys on, miten Suomi voi menestyä siinä. Ilmastonmuutos ja Suomen vastuut sen torjumisessa haastavat nykyisen energiapolitiikan. Riittävät päästövähennykset edellyttävät merkittäviä rakenteellisia muutoksia. Ne muuttavat energiantuottajien ja -jakelijoiden liiketoimintaa, avaavat ovia valtaville uusille vientimarkkinoille ja luovat uusia tapoja asua, liikkua ja kuluttaa arjessa. Energiajärjestelmän murros koskettaa meitä kaikkia suoraan ja välillisesti, ja sitä koskevat päätökset edellyttävät asiantuntemusta energia-alaa laajemmalta alueelta.

Jotta muutos vauhdittuisi, *Smart Energy Transition* -projekti ja Sitran *Hiilineutraali kiertotalous* -teema järjestivät 'murrosareenan', joka kokosi yhteen 23 suomalaisen asiantuntijan, vaikuttajan ja visionäärin ryhmän yhteiskunnan eri lohkoilta. Monialainen työskentely tapahtui seitsemässä tapaamisessa helmikuusta marraskuuhun 2017. Työskentely pohjasi kansainväliseen transition arena -metodologiaan ja kehitti sitä eteenpäin Suomeen soveltuvammaksi. Murrosareenan työskentelyssä edettiin nykytilan haasteista ja muutoksen ajureista visioon vuodelle 2030 ja muutostavoitteisiin, joilla visio on saavutettavissa. Työskentelyn painopiste oli yksityiskohtaisten muutospolkujen luonnostelussa, ja tähän työvaiheeseen valikoitui kahdeksan erityisen tärkeäksi nähtyä tavoitetta. Työskentelyn viimeisessä vaiheessa listattiin välittömiä muutostoimia joihin muutospolut antavat aihetta.

Käsillä oleva loppuraportti kokoaa yhteen työn päätulokset ja pohtii monialaisen visiointi- ja jalkautussuunnittelun mahdollisuuksia teknologiamurrosten ennakoinnissa ja hallinnassa.

Kriteereinä osallistujien valinnalle olivat heidän näkemyksensä, halunsa ja kykynsä edesauttaa Suomen menestystä kestävässä energiamurroksessa. Osallistujat olivat siis muutoksen tekijöitä, jotka olivat mukana ensisijaisesti yksilöinä, eivät taustaorganisaatioidensa edustajina. Taustojensa kautta he kuitenkin toivat energiamurroksen tarkasteluun kokemustaan ja näkökulmiaan laajasti suomalaisesta yhteiskunnasta: eduskunnasta, ministeriöstä, Tekesistä, Sitrasta, tutkimuslaitoksista, polttonesteyrityksistä, start-upeista, rahoittajatahoista, energiateknologiayrityksistä, liikenteen uudistajista, suurista energiantuottajista, kiinteistöalalta, suurista kaupungeista, hiilineutraaleista kunnista, kansalaisjärjestöistä, suurista teollisen skaalan energian kuluttajista ja aktiivisilta energiakansalailta. Työskentelyssä ei pyritty muodostamaan konsensusta vaan haettiin konvergenssia eli yhteneväisyyttä osallistujien näkemysten välillä.

Murrosareenatyöskentely on uudenlainen työmuoto Suomessa.

Teknologiamurrokset synnyttävät, ja edellyttävät, systeemisiä muutoksia, jotka leikkaavat useita toimialoja. Yksittäisen toimialan sisällä niiden vaikutuksiin voidaan vaikuttaa ja niiden etenemistä edesauttaa hyvin monenlaisilla keinoilla. Tämän takia monialainen dialogi avaa mahdollisuuksia, joita yksittäisten teknologioiden tarkastelu ei tuo esille.

Käsillä oleva loppuraportti kokoaa yhteen työn päätulokset ja pohtii monialaisen visiointi- ja jalkautussuunnittelun mahdollisuuksia teknologiamurrosten ennakoinnissa ja hallinnassa. Luku 2 taustoittaa murrosareenan ja sen potentiaalin Suomen ilmasto- ja energiapolitiikan välineistössä. Luvut 3–5 kokoavat areenan tulokset haasteista, ajureista ja epävarmuuksista sekä tarvittavista muutostoimista. Luku 6 vetää yhteen käsitellyt muutospolut ja niiden avaintulokset, ja luvussa 7 tiivistetään tärkeimmät ilmasto- ja energiapolitiikan suositukset työskentelyn pohjalta.

Osallistujat olivat siis muutoksen tekijöitä, jotka olivat mukana ensisijaisesti yksilöinä, eivät taustaorganisaatioidensa edustajina.

Kuva 1. Murrosareenatyöskentelyä lokakuun työpajassa.

2 / Murrosareena: Yleiskuva ja potentiaali Suomen energia- ja ilmastopolitiikan työkalupakissa

Murrosareena Suomen energia- ja ilmastopolitiikan kehittämisessä

Suomen energia- ja ilmastopolitiikan valmistelussa käytetään vakiintuneita prosesseja, joita uudet systeemisen murroksen suuntaamisen toimintatavat voivat täydentää. Ilmastolain mukaan laaditaan kerran vaalikaudessa keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma ympäristöministeriön johdolla. Pitkän aikavälin suunnitelmia laaditaan vähintään kerran kymmenessä vuodessa työ- ja elinkeinoministeriön vetämänä. Lisäksi on muodostunut käytännöksi laatia energia- ja ilmastostrategia (EIS), joka päivitetään jokaisen hallituskauden aikana. Energia- ja ilmastostrategioita on laadittu vuodesta 2001, ja niiden perustan ovat muodostaneet energiateknologia kerrallaan tehdyt tuotantokapasiteetin tarkastelut sekä EU:n kulutusalojen luokittelua noudattaen muodostetut kulutus- ja päästöarviot. EIS-tarkasteluita on leimannut EU-neuvotteluista johdettujen tavoitteiden täyttäminen. Tavoitteet ovat usein olleet varovaisia, ja monet niistä onkin saavutettu tai ylitetty etuajassa (*Lovio, 2016*).

Tavoitteet ovat usein olleet varovaisia, ja monet niistä onkin saavutettu tai ylitetty etuajassa.

Tilanne on muuttumassa, sillä EU:n ja myös Suomen ratifioima Pariisin ilmastosopimus edellyttää nopeasti kiristyviä ilmastotoimia. Uusin energia- ja ilmastostrategia (2016) tähtää vuoteen 2030, ja sitä voidaan pitää aiempia kunnianhimoisempana. Suomen päästövähennystavoitteet vuoteen 2050 viitoittavat tietä vielä perustavammalle energia-, liikenne-, rakennus-, ja aluesuunnittelun muutokselle. Suomen vientivetoiselle taloudelle on tärkeää, että myös maailman muut valtiot ovat samojen muutoshaasteiden edessä. Tämä avaa ennennäkemättömät markkinat niille maille, jotka pystyvät kaukonäköisesti hankkiutumaan energiamurroksen teknologioiden ja palveluiden eturivin tarjoajiksi.

Suomen energia- ja ilmastopolitiikkaan ovat liittyneet lukuisat kokeilut ja pilotit, joiden kautta uusia energia- ja liikenneratkaisuja, liiketoimintakonsepteja ja aluesuunnittelumalleja on viety eteenpäin. Erilaisia energiamurrokseen liittyviä kokeiluita on dokumentoitu yli sata[1], ja niitä ovat toteuttaneet niin yksityiset yritykset, julkinen sektori kuin aktiiviset kansalaisetkin. Kokeiluista oppiminen, kokeiluiden liittyminen toisiinsa ja edelleen kansallisten strategioiden toteuttamiseen on kuitenkin epätasaista ja usein sattumanvaraista.

Suomalaisesta työkalupakista näyttäisi puuttuvan työkaluja, joilla kokeilukulttuuri sekä pitkän ja keskipitkän aikavälin strategiatyö saadaan kohtaamaan. Tähän puutteeseen voidaan vastata pitkän aikavälin teknologiamurrosten johtamisen työkaluilla kuten tässä raportissa kuvaillulla murrosareena-prosessilla.

[1] http://energiakokeilut.fi/

Murrosareenan tausta kansainvälisessä kirjallisuudessa: transition management

Murrosareena on osa systeemisten murrosten suuntaamisen työvälineistöä (engl. *transition management* suom. *Berninger ym. 2017*). Koulukunta sai alkunsa Alankomaista vuosituhannen vaihteessa. Sen lähtökohtana on ymmärrys teknologis-yhteiskunnallisten järjestelmien ja niiden muutosten systeemisestä luonteesta (*Rip & Kemp, 1998; Geels & Schot, 2007*).

Esimerkiksi liikennejärjestelmässä fossiilisia polttoaineita käyttävät yksityisautot nojaavat olemassa oleviin polttoaineen jalostuksen ja jakelun verkostoihin, yksityisautoilun huomioivaan tieverkostoon ja maankäytön suunnitteluun, vakiintuneisiin verotusratkaisuihin, toimivaan huoltoon, jälleenmyyntihintojen ja markkinoiden toimivuuteen, kuluttajien tottumuksiin ja arjen liikkumistarpeen jäsentymiseen kotien, työpaikkojen ja harrasteiden välillä (*Hoogma et al. 2002*). Systeemiset kokonaisuudet ovat vaikeasti muutettavissa, kuten esimerkiksi sähköautojen hidas leviäminen osoittaa: Vaikka itse autot ovat teknisesti kilpailukykyisiä ja energiatehokkuudeltaan ylivoimaisia, latausinfrastruktuurin puute, hitaasti kasvanut käyttösäde ja vielä pienehköistä valmistussarjoista seuraava korkeampi hankintahinta rajoittavat niiden leviämistä. Erot auton kokonaishinnan muodostumisessa, kuten halvemmat käyttökulut, saattavat tehdä sähköautoista elinkaarensa aikana edullisempia. Toistaiseksi hämärän peitossa olevat huoltokulut ja vielä määrittymätön arvo jälleenmyyntimarkkinoilla vaikeuttavat kuitenkin kuluttajien hankintapäätöksiä. Muutoksen tiellä onkin useita muna-kana-asetelmia, jotka liittyvät toisiinsa ja joita ratkaisemalla voidaan edistää muutosta monin eri keinoin. Muutokset vievät väistämättä pitkän aikaa. Ihannetilanteessa muutokset etenevät vaiheittain, siten että kansalaiset ja yhteiskunta laajasti ehtivät sopeutua niiden sivuvaikutuksiin.

Systeemisen murroksen suuntaamisen menetelmää on sovellettu useissa eri maissa.

Systeemiset kokonaisuudet ovat vaikeasti muutettavissa, kuten esimerkiksi sähköautojen hidas leviäminen osoittaa.

Kun systeemisiä murroksia suunnataan transition managementin hengessä, prosessiin kuuluu useita toisiinsa linkittyviä toimia. Sen ensimmäisenä vaiheena on monialaisten murrosareenoiden muodostaminen, joissa luodaan pitkän tähtäimen visio muutokselle. Visio(t) tyypillisesti kiteytetään 40 – 50 vuoden päähän ajoittuvaksi tavoiteskenaario(i)ksi ja kytketään nykypäivään luomalla muutospolut skenaariosta nykypäivään tulevaisuuden tutkimuksen backcasting-menetelmän kaltaisesti. Muutospolkujen ensimmäisistä pisteistä identifioidaan tämän jälkeen välittömiä muutostoimia, joiden avulla hidas systeeminen muutos voi lähteä toteutumaan. Keskeisessä asemassa muutostoimissa ovat yhteiskunnalliset uusien ratkaisujen kokeilut ja niistä oppiminen (*Frantzeskaki et al., 2012; Loorbach & Rotmans, 2006*).

Tavoittena on, että kokeilut johtavat laajempiin pilotteihin ja toimiviin ratkaisuihin, jolloin kokeilujen tukitoimia voidaan asteittain keventää. Viimeisessä vaiheessa kokeiluiden kautta kehittyneet ratkaisut syrjäyttävät vallitsevan järjestelmän ongelmallisia piirteitä markkinaehtoisesti. Samalla kokeiluista saatu ymmärrys jalostaa käsitystä muutospoluista ja niiden mahdollisuuksista.

Systeemisen murroksen suuntaamisen menetelmää on sovellettu useissa eri maissa, ennen kaikkea kaupunkien ja alueiden kehityksessä (*Frantzeskaki et al., 2012; Roorda et al., 2012; Ferguson et al., 2013*). Näyttö sen pitkäaikaisesta hyödyntämisestä ja vaikuttavuudesta puuttuu kuitenkin toistaiseksi.

Murrosareenan räätälöinti suomalaisiin tarpeisiin

Poliittinen kulttuuri, elinkeinorakenne ja kansalaisyhteiskunnan rooli vaihtelevat maasta toiseen. Systeemisen murrosten suuntaaminen sisältää toimintatapoja, joihin Suomessa on jo toimivia malleja kuten vakiintumassa olevat keskipitkän ja pitkän aikavälin energia- ja ilmastotyön suunnitelmat sekä kiitettävä määrä energiamurrokseen liittyviä kokeiluita. Systeemisten muutospolkujen monialainen ja yli-sektoraalinen tarkastelu puuttuu kuitenkin Suomesta. Tässä murrosareenatyöskentely auttaa kytkemään tavoitteet ja visiot kokeiluihin, mikä täydentää kansallista työkalupakkiamme. Suomen ensimmäistä murrosareenatyöskentelyä on pyritty viemään suuntaan, joka palvelee lyhyen ja keskipitkän aikavälin strategioiden toimeenpanoa.

Kuuden työpajan sarja muodostettiin siten, että työskentelyn aikajänteeksi otettiin vuosi 2030, ja pääpaino asetettiin konkreettisten muutostavoitteiden ja muutospolkujen jäsentämiseen. Työpajasarja toteutettiin perinteistä murrosareenaa nopeammassa tahdissa, sillä areenoissa suositeltava 8–14 päivän ajankäyttö olisi aiheuttanut haasteita osallistujille (ks. myös *Roorda et al., 2012; Ferguson et al., 2013*). Käsillä olevassa toteutuksessa aikaraamia leikattiin kuuteen kuukausittaiseen iltapäivän mittaiseen työpajaan sekä työpajojen välillä digitaalisesti tapahtuvaan tuloskoosteiden kommentointiin. Aikataulu edellytti työskentelyn tehostamista yhteissuunnittelussa käytettyjen esitäytettyjen ja kussakin vaiheessa priorisoitavien ja äänestettävien välituotosten avulla. Muutospolkujen monialaista tarkastelua varten luotiin uudenlainen yhteissuunnittelupeli.

Murrosareenatyöskentely auttaa kytkemään tavoitteet ja visiot kokeiluihin, mikä täydentää kansallista työkalupakkiamme.

1. Työpaja *Muutoksen ajurit, esteet ja epävarmuudet*
2. Työpaja *Visio ja muutostavoitteet vuodelle 2030*
3. Työpaja *Muutospolkujen muodostaminen, osa 1*
4. Työpaja *Muutospolkujen muodostaminen, osa 2*
5. Työpaja *Välittömät muutostoimet polkujen käynnistämiseksi*
6. Työpaja *Tulosten täydentäminen ja loppuraportin kommentointi*

Muutostavoitteista kahdeksaan muodostettiin polut. Osa osallistujien tärkeimmiksi nostamista tavoitteista oli polkutyöskentelyyn soveltuvalla tavalla rajattuja ja määrällistettyjä kuten ”750 000 vaihtoehtoisen käyttövoiman autoa Suomessa vuonna 2030.” Osa taas kohdistui tavoitteisiin, joiden toteutumisehdoista ei ole tarjolla vastaavaa lähtöaineistoa, tai joissa vaikutusmekanismit ovat välillisempiä ja työskentelytavan muokkaamista vaativia kuten polussa ”Energiaan liittyvän cleantech-viennin moninkertaistaminen 2030 mennessä.”

Muutospolkujen vaihtoehtoisten ja haarautuvien polkujen yksityiskohtaiset taloudelliset tarkastelut sekä resilienssitarkastelut epävarmuustekijöiden valossa ovat työvaiheita, joihin tämän työpajasarjan käytettävissä oleva aika ei antanut mahdollisuutta kuin osittain.

Kuva 2. Työskentelyä muutospolkutaulun kanssa.

3 / Murrosareenan näkemys muutoksen ajureista, esteistä ja epävarmuuksista

3.1 Muutoksen ajurit

Murrosareenan työskentelyssä nousi seitsemän merkittävää energia-alan muutoksen ajuria. Niiden teemat linkittyvät toisiinsa ja korostavat energiamurroksen systeemistä luonnetta: Uusi energiateknologia, digitalisaatio, sääntely ja kuluttajien aktivoituminen muutokseen vaikuttavat yhdessä ja avaavat kenttää uudelle liiketoiminnalle ja uudenlaiselle kilpailukyvylle. Kaikkiaan muutoksen merkittävimmät ajurit ovat seuraavat

Ilmastonmuutoksen hillintään tähtäävä sääntely kehittyy ja tiukkenee. Sääntelyn kehittymisen myötä energiakysymykset koskettavat yhä laajempia yhteiskunnan osia – esimerkiksi liikennettä, arkista kulutusta, maankäyttöä ja maataloutta. Tämä näkyy jo keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa ja EU-sääntelyn kehittymisessä.

Kaupungistuminen ja kaupunkien roolin nousu näkyvät asumisen, taajamien ja liikenteen ratkaisujen kehittämisessä. Kaupunkiseutujen yhä suurempi merkitys kansantaloudelle näkyy myös poliittisessa päätöksenteossa.

Uusien vähähiilisten energiateknologioiden hintakilpailukyky paranee nopeasti. Se on saavuttamassa tasoa, jossa kasvihuonekaasujen päästövähennykset eivät enää ole taloudellinen uhraus, ja teknologioiden hintojen aleneminen avaa valtavat globaalit markkinat energiatekniikan ja -järjestelmien uudistumiselle.

Energiajärjestelmän digitalisoituminen mahdollistaa älykkään kulutuksen ja hajautetun pientuotannon integroinnin osaksi energiajärjestelmää.

Uudet palvelut ja liiketoimintamallit kytkevät nämä ajurit toisiinsa ja tehostavat merkittävästi rakennetun ympäristön ja liikenteen infrastruktuurien energiatehokkuutta. Samalla Suomi herää uuden energian vientipotentiaaliin ja uudistamisen eturintaman hyötyihin sen sijaan, että ilmastonmuutosta käsitellään yksinomaan perinteisen energiajärjestelmän tappiona.

Kansalaisten aktiivisempi ote energiaan alkaa hiljalleen näkyä. Jatkossa yhä laajempi joukko kuluttajia kykenee tekemään nykyistä enemmän omia ratkaisujaan sekä energiankulutuksessa että -tuotannossa. Joukossa on suunnannäyttäjiä, jotka haluavat vaikuttaa energiantuotantoon ja -kulutukseen yhteiskunnallisesti.

3.2 Muutoksen esteet

Murrosareenan osallistujat tunnistivat nykyisessä strategisessa suunnittelussa 46 yksittäistä haastetta, jotka voidaan tiivistää seuraavasti:

Visionäärisyyden puute strategioissa: Suomen energiastrategioissa muutoksia on ennen kaikkea lähestytty siitä näkökulmasta, että EU:ssa ja ilmastoneuvotteluissa asetetuille tavoitteille on tehtävä toimenpidesuunnitelma. Strategioita laadittaessa on oletettu, ettei tapahdu hyppäyksellistä kehitystä vaan muutos tapahtuu pitkälti olemassa olevan tuotanto- ja kulutusrakenteen puitteissa. Tämä on toiminut hyvin energia-alan oltua pitkään vakaa ja ennakoitava, mutta menettely kohtaa ongelmia nyt, kun useat sektorit kohtaavat todellisia murroksia. Strategiat jäävät helposti erillisten toimien listoiksi, joista puuttuu vahva tulevaisuusvisio ja sen tuoma ohjausvaikutus. Saavuttamatta jää myös rohkeiden avausten brändiarvo (vrt. Ruotsin 2045-strategia).

Strategiat edunvalvontalistoina ja vaikeus heikentää saavutettuja etuja eri tasoilla: Ne nykyjärjestelmän toimijat, joilla on hävittävää muutoksessa, vastustavat yleensä murroksen huomioon ottamista strategisessa suunnittelussa ja päätöksenteossa. Perinteisesti kuullut sidosryhmät hakevat ratkaisuja, jotka edistävät energiateollisuuden etuja Suomen sisällä sekä välittömiä aluepoliittisia hyötyjä. Energiamurroksen skaala ja sen avaamat globaalit liiketoimintamahdollisuudet energiatekniikassa jäävät tässä toimintakulttuurissa vähälle huomiolle.

Strategioista ja niiden aikajänteistä ei tehdä mediaa ja kansalaisia ajatellen selkeitä, jolloin energiakysymykset jäävät sivuun julkisessa ja poliittisessakin keskustelussa. Samoin energiakysymyksiä käsittelevä päättäjäjoukko jää suppeaksi.

Ristiinveto globaalin muutoksen ja sisäpolitiikan välillä: Energiapolitiikassa on näkyvissä jännite globaalin muutoksen vaatimien kohdennettujen toimien ja kotimaisen fossiilisiin pohjaavan markkinaehtoisuuden ja bioenergiapainotuksen välillä. Samoin jännitteet ulkopoliittisten paineiden ja sisäpolitiikan välillä näkyvät energiakysymyksissä.

Suomi herää uuden energian vientipotentiaaliin ja uudistamisen eturintaman hyötyihin.

Suurimmat haasteet liittyvät myös toisiinsa. Monet osallistujat tunnistivat niiden taustalla energia-alan vakiintuneiden yritysten ja virkamiestahojen toivetilan siitä, että ilmastonmuutokseen kyetään vastaamaan aiempien teknologisten polkujen avulla. Jo meneillään olevalta murrokselta halutaan ummistaa silmät ainakin edunvalvonnassa ja julkisuudessa.

3.3 Epävarmuudet

Energiajärjestelmän laajuudesta johtuen lukuisat eri tekijät aiheuttavat epävarmuuksia koko järjestelmälle ja sen osille. Murrosareenatyöskentelyssä nostetuista epävarmuuksista valtaosa koski muutosnopeuksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Jotkin epävarmuustekijät liittyvät toisiinsa. Tällaisia ovat esimerkiksi biomassan energiakäyttö sekä kotimaan ja EU:n politiikkaympäristön kehitys.

Politiikan kehitys globaalisti, EU:ssa ja Suomessa aiheuttaa epävarmuutta energiamurroksen suunnalle ja etenemisvauhdille. Ilmas-

tonmuutoksen eteneminen ja sen etenemisen hillitsemiseksi tarvittavat yhä radikaalimmat toimet ajavat murrosta. Toisaalta fossiilisten polttoaineiden ja ydinenergian käytön merkityksen eri maiden ulko- että sisäpolitiikassa aiheuttavat poukkoilua toimissa.

Energian hinnan ja saatavuuden kehitys on vaikeasti ennakoitavaa. Uusiutuvat energialähteet tuovat markkinoille uutta kapasiteettia, ja energiatehokkuuden kehittyminen vähentää energian kysyntää. Uusien energiaratkaisujen tuotantoprofiili on erilainen poistuvan fossiilisen tuotannon kanssa. Energian kysyntäjouston ja varastointijärjestelmien kehitys monimutkaistaa tilannetta entisestään. Siirtoyhteyksien lisääntyminen Skandinaviasta muualle Euroopaan ja Pohjoismaiden kesken vaikuttaa sähkön hintatasoon, mutta vaikutuksen ennakointi on vaikeaa. Kaikkiaan sähkön hinta saattaa pysyä pitkään nykyisellä alhaisella tasolla, mikäli ylikapasiteettitilanne jatkuu. Hinta voi kuitenkin myös nousta, mikäli fossiilista kapasiteettia poistuu markkinoilta korvaavaa kapasiteettia ja tuontia enemmän.

Biomassan energiakäytön asema. Runkopuun energiakäytön lisääminen ja turpeen käyttö ovat epävarmoja taktiikoita. Ilmastonmuutoksen kannalta ei ole näyttöä, että hakkuiden lisäämisellä saavutettaisiin positiivisia ilmastovaikutuksia. Poliittinen epävarmuus koskee ennen kaikkea sitä, milloin, kuinka paljon ja miten nopeasti Suomen on Pariisin sopimukseen sitoutuneena EU-maana vähennettävä puun energiakäyttöä. Puun käytön lisääminen saattaa jäädä pois kansallisesta keinovalikoimasta nopeassakin aikataulussa. Tällöin uudenlaisen vähäpäästöisen energiainfrastruktuurin aikaansaaminen voi olla vaikeaa, ellei siihen ole varauduttu.

Jo meneillään olevalta murrokselta halutaan ummistetaan silmät ainakin edunvalvonnassa ja julkisuudessa.

Energian hinnan ja saatavuuden kehitys on vaikeasti ennakoitavaa.

Teknologiset epävarmuudet liittyvät yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon – ja laajemmin kaukolämmön – tulevaisuuteen sekä energian varastoinnin ja kysyntäjouston kehitysnopeuteen ja tapaan. Olennainen epävarmuus koskee myös kykyä edetä kokeiluista kaupalliseen mittakaavaan. Lisääntyvän digitalisaation tuomat kysymykset ja mahdolliset haavoittuvuudet voivat myös vaikuttaa uusien ratkaisujen kehitysnopeuteen ja hintaan. Merkille pantavaa on, että tuuli- ja aurinkovoimaan liittyviä epävarmuuksia ei noussut esiin: niiden hintakehitys ja leviäminen ovat osallistujien mukaan varsin hyvin ennakoitavissa.

Liikennesektorin kehitys kohti vähäpäästöisiä ajoneuvoja ja pienempiä ajosuoritteita vaatii merkittäviä uudistuksia, jotka eivät tapahdu ilman poliittisia päätöksiä. Toisaalta liikennesektorin kehitys riippuu sähkö- ja itseohjautuvien ajoneuvojen kehitys- ja leviämisnopeudesta.

Investointihalut ja kuluttajien käytännöt: energian hinnoittelu, uusiin investointeihin kannustamaton sääntely ja eri kuluttajasegmenttien reagointi energian hintaan, energiapalveluihin ja oman energiaprofiilinsa uudistamiseen ovat epävarmuustekijöitä ja vaikuttavat sekä kuluttajien suoriin valintoihin että tuottajien investointeihin.

Fossiilienergian loppupelin toimet: Fossiiliseen energiantuotantoon perustuva teollisuus on maailman suurin teollisuudenala. Energiamurroksen eteneminen ajaa öljy-, kaasu- ja hiilialoja sekä fossiiliseen energiaan taloutensa pohjaavia valtioita erilaisiin yrityksiin ylläpitää asemaansa. Ne pyrkivät maksimoimaan sen arvon, joka niiden omistamista resursseista on yhä saatavissa.

Kuva 3. Kivihiilen käsittelyä Helsingin Hanasaaressa.

4 / Murrosareenan näkemys muutoksen ajureista, esteistä ja epävarmuuksista

Nykytilan haasteiden ja epävarmuuksien sekä merkittävien ajurien tunnistamisen jälkeen murrosareena-prosessissa tarkasteltiin muutostavoitteita vuodelle 2030. Työskentelyn pohjana käytettiin uusinta energia- ja ilmastostrategiaa (EI-strategiaa) (EIS 2030), sen sisällön merkityksiä ja vaikutuksia, sekä strategiassa esiin nostettuja muutostavoitteita.

4.1 Visio vuodelle 2030 – matkalla kohti hiilineutraaliutta

Työpajassa ja jo sitä edeltäneessä kartoitustyössä nousi huomiona esiin, että tämänhetkisessä EI-strategiassa ei ole yhteen vetävää, ytimekästä visioviestiä. Visiolauseella voidaan kuitenkin alleviivata painotuksia tavoitteissa, motivoida ja ohjata tulevaa työtä. Tästä syystä aikaa käytettiin uuden visio ja sen alatavoitteiden syntetisoimiseen.

Vision kannalta vuosi 2030 on ainoastaan välitavoite sikäli, että varsinainen tavoite ilmastopolitiikassa ja energiamurroksessa on 2040-luvulle ajoittuva hiilineutraali aika.[2]

Vuotta 2030 koskevaksi visioksi muodostettiin ryhmätyöskentelyssä neljä vaihtoehtoista muotoilua. Niistä jalostettiin edelleen vaihtoehtoiset lauseet osallistujien äänestettäväksi ja kommentoitavaksi. Alatavoitteita syntyi työpajakeskustelussa yhteensä 27, ja näistä syntetisoitiin vision alakohdat (9), jotka niin ikään uudelleenmuotoiltiin ja priorisoitiin. Lopputuloksena saatiin muodostettua uusi, rohkeampi visiolause alakappaleineen, jolla voidaan täydentää EI-strategiaa.

Jalostettu visiolause kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle:

Suomi on proaktiivinen suunnannäyttäjä, joka tarjoaa johtavia ratkaisuja globaaleihin ympäristö- ja energiasektorin haasteisiin. Suomi hyödyntää digitalisaation, uusien palveluiden, kansalaisten osallistumisen sekä uusimman tutkimuksen tarjoamat mahdollisuudet.

Suomessa tuotetaan innovatiivisia ratkaisuja cleantechin ja kiertotalouden globaaleille markkinoille. Kansalaiset toimivat aktiivisesti energiajärjestelmässä ja sen kehityksessä. Energia- ja ilmastotoimia toteutetaan läpinäkyvästi ja notkeasti, pitkäjänteisiin tavoitteisiin ja tutkimustietoon perustuen.

Suomalaisen energiasektorin liiketoimintaympäristö tukee kansainvälisyyttä, uusia rahoitusmalleja ja rohkeaa riskinottoa. Digitalisaation ja avoimen datan mahdollisuudet hyödynnetään älykkäiden energiaratkaisuiden ja -palveluiden tuottamisessa. Energia- ja materiaalitehokkuus kasvaa niin uudis- ja korjausrakentamisessa kuin yhteiskunnassa ylipäätään.

Suomi vähentää CO2-päästöjä ja ylittää EU:n 2030-tavoitteet. Suomi luopuu energiantuotannossa kokonaan kivihiilen käytöstä, ja pääosin myös fossiilisesta öljystä. Uusiutuvan energian ratkaisut, biomassan kestävä käyttö ja jalostusasteen kehittäminen sekä kysyntäjouston järjestelmät ovat energiajärjestelmän tärkeimpiä lähtökohtia.

[2] https://www.sitra.fi/uutiset/suomi-ei-ylla-pariisin-ilmastotavoitteisiin-nykyisilla-paastositoumuksilla/

4.2 Murrosareenan tunnistamat muutostavoitteet

Murrosareenassa identifioitiin yhteensä 35 muutostavoitetta, jotka tukevat työskentelyssä muodostettuun visioon pääsemistä. Suomen energia- ja ilmastostrategiassa vuodelta 2016 (EIS 2030) nähtiin neljä muutostavoitetta, jotka toteuttavat murrosareenan tavoitetilaa sellaisenaan. Neljäätoista tavoitetta pidettiin oikean suuntaisina. Niiden kunnianhimon tason nähtiin kuitenkin olevan liian alhainen siitä näkökulmasta, että Suomen tulisi olla hiilineutraali viimeistään vuoteen 2050 mennessä. Osaa tavoitteista ei myöskään ollut selkeästi määrällistetty.

Muuttumattomat EIS2030-tavoitteet:

- Liikenteen päästöjä vähennetään 50 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta
- Suomi vähentää päästökaupan ulkopuolisella sektorilla päästöjä 39 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta
- Säilytetään edelläkävijäasema älyverkkojen kehityksessä
- Suomi luopuu kivihiilen energiakäytöstä 2030 mennessä

Muutetut EIS2030-tavoitteet. Lihavoituna tehty muutos ja suluissa vertailu EIS:n tavoitteeseen:

- Suomen talouden energiatehokkuutta nostetaan **50 prosenttia** (vrt. EIS 30 prosenttia) vuoden 2005 tasosta
- Energiaomavaraisuus nousee **60 prosenttiin** (vrt. 55 prosenttiin) energian loppukulutuksesta 2020-luvun loppuun mennessä
- Uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta nousee yli **60 prosenttiin** (vrt. 50 prosenttiin) 2020-luvulla
- Suomi luopuu kivihiilen energiakäytöstä 2030 mennessä. **Kivihiili korvataan energiatehokkuutta parantamalla sekä kasvavassa määrin muilla energialähteillä kuin bioenergialla** (EIS käyttää bioenergiaa tärkeänä kivihiilen korvaajana)
- Säilytetään edelläkävijyys älyverkkojen kehityksessä ja **digitalisoidaan 100 prosenttia tuotanto- ja kulutuspisteistä** (EIS sisältää yleisen tavoitteen älyverkkojen edelläkävijyydestä)
- Suomessa on **maailman dynaamisimmat** älyteknologiaan perustuvat energiamarkkinat (EIS sisältää yleisen tavoitteen markkinoiden toimivuudesta)
- Suomi **luopuu fossiilisen öljyn käytöstä** 2040 (vrt. 50 prosenttia vähennys 2030) kytkettynä uusiutuvien/hajautettujen ratkaisujen edistämiseen
- Rakennusten lämmitysenergian tarve puolitetaan (EIS ei sisällä määrällistä tavoitetta)
- Rakennetun kiinteistökannan keskimääräinen energiatehokkuus nousee 50 prosenttia 2010-2030 (EIS ei sisällä määrällistä tavoitetta)
- Teknologiasta riippumatta **vaihtoehtoisten käyttövoimien autojen määrä on 750 000 kpl** vuonna 2030 (vrt. 250 000 sähkö- ja 50 000 kaasuautoa)
- Cleantech-viennin (puhtaan energiateknologian ja -palveluiden) arvo vähintään kaksinkertaistuu vuoteen 2030 mennessä (EIS ei sisällä määrällistä tavoitetta)
- **Jätteen kierrätystaso kaksinkertaistuu** vuodesta 2017 vuoteen

2030 mennessä siten, että jätteen hiilitasetta heikentävää jatko käyttöä hillitään (EIS ei sisällä määrällistä tavoitetta)

- Energian kulutusta vähennetään 25 prosenttia kuluttajien ja 25 prosenttia teollisuuden keskuudessa (suhteessa talouskasvuun) vuodesta 2017 vuoteen 2030 mennessä (EIS ei sisällä määrällistä tavoitetta)
- Kysyntäjouston piirissä on **2 000MW** loppukuluttajien **sähkönkäytöstä** ja **2 000MW kaukolämmön** kulutuksesta 2030 (EIS ei sisällä määrällistä tavoitetta)

Loput 17 muutostavoitetta ovat murrosareenaan osallistuneiden uusia ehdotuksia tavoitteista, joita kunnianhimoisen energia- ja ilmastotyön tulisi asettaa Suomessa. Näitä tavoitteita ei tähän mennessä ole kuitenkaan kirjattu strategioihin – tai kirjaus on ollut merkittävästi nyt ehdotettua vaatimattomampi.

Kokonaan uudet tavoitteet:

- Suomi luopuu fossiilisen metaanin käytöstä 2030
- Resurssitehokkuutta parannetaan 20 prosenttia esim. v. 2020 tasosta (mittarit ensin) (vrt. kiertotalous)
- Biomassan jalostusarvo kaksinkertaistuu vuodesta 2017
- Suomessa vähintään 50 prosenttiaa ajosuoritteista ajetaan sähköllä
- Henkilöautoliikenteen kasvu pysähtyy 2030
- Ilmainen joukkoliikenne taajamiin
- Otetaan käyttöön kysyntäjouston tehokkaat taloudelliset ohjauskeinot
- Cleantech ja smart-ratkaisujen kotimarkkinat toimivat merkittävänä referenssinä kansainvälisille markkinoille
- Energian kulutusta ajetaan alas 25 prosenttia ottamalla mukaan hyvinvoinnin, kulttuurin ja terveyden edistämiskeinot sekä älykkäät palvelut (vrt. kulutuskulttuuri)
- Suomi on ”energy as a service” -palvelumyynnin ja käytön edelläkävijä
- Edistetään sähkön siirtoyhteyksiä ja puretaan pullonkaulat EU:n Pohjoismaiden tasolla v. 2030 mennessä.
- Konkretisoidaan keinoja julkisen ja yksityisen sektorin hiilineutraaliuden edistämiseksi (julkiset hankinnat, hallinnon alakohtaiset tavoitteet, yritykset ja kuluttajat).
- Vahvistetaan osallistavuutta energia-ja ilmastostrategian valmistelussa (vakiintuneiden toimijoiden rinnalle uutta voimaa)
- Energiasta tehdään osallistavaa, konkreettista ja hauskaa kuluttajille ja pientuottajille
- Toteutetaan kustannustehokkaat päästövähennykset sektorista riippumatta
- Haitalliset tuet pois ja tuki moderneille uusiutuville
- Stressitestit institutionaalisille sijoittajille fossiilisen energian investoinneista

Kuva 4. Suomen energiajärjestelmän merkittäviä teemoja.

5 / Polkutyöskentelyyn valitut muutostavoitteet

Osallistujat priorisoivat pienryhmätyöskentelyssä tunnistetut muutostavoitteet. Tärkeimmiksi valitut tavoitteet määrällistettiin järjestäjien toimesta sellaisiksi, että niihin oli mahdollista työstää muutospolut. Valmistelluista 12 polusta ehdittiin murrosareenan aikaraamissa työstää kahdeksan.

Vuoden 2030 tavoitteet polkutyöskentelyssä:

1. **Suomi luopuu kivihiilen energiakäytöstä vuoteen 2030 mennessä** kasvavassa määrin muilla energialähteillä kuin bioenergialla.
2. **Kysyntäjouston piirissä on 2000 MW loppukuluttajien sähkönkäytöstä.** Suomessa on maailman dynaamisimmat älyteknologiaan perustuvat energiamarkkinat.
3. **Kysyntäjouston piirissä on 2000 MW kaukolämmön kulutuksesta vuonna 2030.** Suomessa on maailman dynaamisimmat älyteknologiaan perustuvat energiamarkkinat.
4. **Rakennusten nettoenergiankulutus puolitetaan** vuoden 2017 tasosta (erityisesti lämmitys ja viilennys).
5. **Kotitalouksien energiankulutusta vähennetään 15 prosenttia** huomioimalla myös hyvinvoinnin, kulttuurin ja terveyden edistämistavat (laajalle väestönosalle kohdennettuna).
6. **Vaihtoehtoisten käyttövoimien autojen määrä on 750 000** kappaletta vuonna 2030 sisältäen sähkön, kaasun, flexifuelin ja vedyn.
7. **Liikennepalvelut** (Maas) auttavat vähentämään kokonaisajosuoritetta vähintään 10 prosenttia vuoteen 2030 mennessä.
8. **Puhtaan energiateknologian ja -palveluiden viennin moninkertaistaminen** vuoden 2017 tasosta, ja Suomesta tulee globaalisti tunnettu osaaja alalla.

Muita prosessissa tärkeiksi nostettuja tavoitteita, joita ei ehditty käsitellä:

9. Puun käyttö korkean jalostusarvon tuotteisiin Suomessa kaksinkertaistuu vuoden 2015 tilanteeseen verrattuna.
10. Uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta nousee yli 60 prosenttiin 2020-luvulla (vrt. EIS 50 prosentiin).
11. Kansalaisten osallisuus energiakysymyksissä kasvaa kaksinkertaiseksi: Energiasta tehdään osallistavaa, konkreettista, motivoivaa ja hauskaa.
12. Resurssitehokkuutta ja kiertotaloutta parannetaan 20 prosenttia vuoden 2020 tasosta (mittarit ensin).

Kuva 5. Polkutyöskentelyä murrosareenan työpajoissa.

6 / Polkutyöskentelyn tulokset

Murrosareenan aikana polkutyöskentelyä toteutettiin kolmessa työpajassa. Työskentely toteutettiin pääosin pienryhmätyöskentelynä ja polkukohtaisesti. Työvaiheiden välillä tuloksia kommentoitiin kuitenkin yhdessä. Tähän raporttiin kivihiilen käytöstä luopuminen on nostettu ensimmäiseksi tarkasteltavista poluista, sillä se toimii muutoksen ajurina myös muilla poluilla. Vastaavasti muut polut luovat edellytyksiä kivihiilen käytön lopettamiselle. Raportin tarkastelu päättyy puhtaan energiateknologian vientipotentiaalin kasvattamiseen. Aikajänteenä kaikissa muutospoluissa on kehitys vuoteen 2030 mennessä.

Seuraavassa polkukohtaisessa tarkastelussa kuvataan kunkin polun tausta ja tavoite, sekä esiin nousseen keskeiset viestit, energiapoliittiset seuraukset ja uudet oivallukset. Polkukohtaisissa kartoissa on lisäksi kuvattu tärkeimmät muutosaskeleet.

Kivihiilen käytöstä luopuminen on nostettu ensimmäiseksi tarkasteltavista poluista, sillä se toimii muutoksen ajurina myös muilla poluilla.

Linkit polkukohtaisiin raportteihin löytyvät kokonaisuudessaan raportin lopusta (ks. Liite 3, polut #1–#8)

Polkutyöskentelyssä käsitellyt muutostavoitteet vuodelle 2030:

- **6.1** ***Kivihiilestä luovutaan vuoteen 2030 mennessä pääasiassa ilman bioenergian lisäämistä***
- **6.2** ***Kysyntäjouston piirissä on yli 2000 MW loppukuluttajien sähkönkäytöstä 2030***
- **6.3** ***Kysyntäjouston piirissä on 2000 MW loppukuluttajien kaukolämmön kulutuksesta 2030***
- **6.4** ***Rakennusten nettoenergiankulutuksen puolittaminen 2030 mennessä***
- **6.5** ***Käyttäytymisen muutoksella kotien energiankulutusta alas 15 prosenttia***
- **6.6** ***Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen määrän lisääminen 750 000:een vuoteen 2030 mennessä***
- **6.7** ***Liikennepalvelut auttavat vähentämään kokonaisajosuoritetta vähintään 10 prosenttia vuoteen 2030 mennessä***
- **6.8** ***Puhtaan ja älykkään energiateknologian ja -palveluiden viennin moninkertaistaminen***

6.1 Kivihiilestä luopuminen

Tavoite ja taustaa:

Polun #1 muutostavoite:
Kivihiilestä luovutaan vuoteen 2030 mennessä pääasiassa ilman bioenergian lisäämistä

Vuonna 2016 Suomessa kului kivihiiltä yli 3,3 miljoonaa tonnia (*Tilastokeskus, 2017*). Kivihiiltä käytetään useissa suurissa sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa, ja lisäksi sitä voidaan polttaa monipolttoainevoimaloissa. Vuonna 2015 energiayhtiöt tuottivat kivihiilellä lämpöä ja sähköä 11 138 GWh. Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähköntuotannon polttoaineista (yht. 52,4 TWh) kivihiilen osuus oli 21,2 %, turpeen osuus 15,5 % ja maakaasun osuus 20,2 % vuonna 2015.

Vuodesta 2007 kivihiilen kulutustrendi on ollut laskussa, mutta vuonna 2016 kivihiilen kulutus kasvoi noin 31 % edellisvuoteen verrattuna (*Suomen virallinen tilasto, 2017*). Kivihiilen määrä on vaihdellut vuodesta toiseen lähinnä lauhdesähkön kysynnän ja polttoaineiden hintojen mukaan.

Kivihiiltä poltetaan nykyisin pääasiassa yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa eli CHP-voimaloissa. CHP-hiilivoimaloita voidaan korvata puhtaan sähkön ja lämmön erillistuotannolla tai CHP-monipolttoainevoimaloilla. Niissä voidaan käyttää polttoaineena biomassaa, turvetta ja tietynlaisia jätteitä, mutta edelleen myös kivihiiltä ja öljyä. Yritysten polttoainevalikoimaan voi vaikuttaa hinnan ja tekniikan ohi lähinnä vain lainsäädännöllä ja omistajaohjauksella. Kivihiilen korvaaminen muulla kuin biomassalla ja turpeella edellyttää käytännössä polttamisen vähentämistä ja lämmityksen sähköistämistä. [3] Lämpöpumput toimivat sähköllä, joten niihin sähkö tulee tuottaa tuuli-, vesi-, ydin- ja aurinkovoimalla tai puhtaalla kaasuvoimalla.

Kivihiilen korvaaminen uusiutuvalla energialla vaatii monipuolisia ratkaisuja. Keskeisiä ratkaisuja ovat energiatehokkuus, lämpöpumput, biokaasu ja muut puhtaat kaasuteknologiat, aurinkolämpö, energian varastointi, kysyntäjousto sekä matalalämpöverkot. Korkealämpöverkkojen lisäksi tarvitaan paikallisia matalalämpöverkkoja, koska lämpöpumput, aurinkokeräimet ja lämmön kausivarastot toimivat paremmalla hyötysuhteella ja kustannustehokkaammin kun kaukolämpöverkossa kiertävää vettä ei lämmitetä niin kuumaksi.

Kivihiilestä luopumisessa ei ole kyse pelkästä polttoaineesta, vaan laajasta markkina- ja liiketoimintamallien uudistuksesta.

Puhtaan energian taloudellinen kannattavuus edellyttää, että fossiilisten polttoaineiden käyttö on suhteellisesti selvästi kalliimpaa. Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteen saavuttamiseksi päästöoikeuksien hintojen pitäisi olla 40–80 dollaria CO_2-tonnia kohden vuonna 2020 ja 50–100 dollaria CO_2-tonnia kohden vuoteen 2030 mennessä. [4] EU:n päästöoikeuksien hinnat ovat syksyllä 2017 keskimäärin noin 7 euroa CO_2-tonnia kohden, eli selvästi tavoitetasoja matalammalla [5]. Lisäksi CHP-tuotannossa käytetyn maakaasun ja kivihiilen hiilidioksidivero on Suomessa puolitettu vuoden 2011 alusta lähtien.

Nykyisen energia- ja ilmastostrategian (2016) mukaan hallituskauden aikana annetaan esitys laiksi, jossa säädetään siirtymäaika kivihiilen energiakäytöstä luopumiselle vuoteen 2030 mennessä. Kivihiilestä luopuminen nähdään yhdeksi suurimmaksi yksittäiseksi tekijäksi ilmastotavoitteiden saavuttamisessa.

[3] http://smartenergytransition.fi/fi/lammitysta-pitaa-sahkoistaa-ilmastonmuutoksen-hillitsemiseksi/ [4] https://www.carbonpricingleadership.org/
[5] https://www.theice.com/products/197/EUA-Futures/data

Keskeiset viestit:

Kivihiilestä luopuminen on mahdollista: Ratkaisut ovat jo olemassa Fossiilisista polttoaineista luopuminen edellyttää lämpösektorin merkittävää sähköistämistä. Biomassan hyödyntämisessä on polttamisen sijaan parempi priorisoida korkean jalostusarvon materiaali- ja tuoteteollisuuden kehittämistä.

Suuret kaukolämpö- ja -kylmäverkot kaksisuuntaisiksi. Kaukolämpö-, kaukokylmä-, kaasu- ja sähköverkkoja pitää avata eri toimijoille ja puhtaille energiaratkaisuille. Avoin kaukolämpö- ja -kylmäverkko on edellytys, jotta kolmansien osapuolten hukka- ja uusiutuva energia saadaan hyödynnettyä. Esimerkiksi neljällä datakeskuksella voidaan tuottaa saman verran lämpöä kuin yhdellä polttovoimalaitoksella.

Hiilidioksidipäästöille lattiahinta. Päästöoikeuksien lattiahinnalla sekä lämpö- ja sähkömarkkinamallien kehittämisellä pitää varmistaa, että puhtaan energian ja kysyntäjouston tarjoajat voivat hyötyä riittävästi. Jos taloudellinen ohjaus ei toimi, koko muutoksen vauhti hidastuu merkittävästi – tai muutos jää kokonaan tapahtumatta.

Energian kuluttajat mukaan markkinoille. Energian kuluttajien osallistuminen markkinoille pitää tehdä helpoksi ja kannattavaksi. Mittarien tiedonsiirron standardointia, tietoturvallisuutta ja markkinapaikkoja energian käyttäjien pientuotannon, kysyntäjouston ja energian internet -palvelujen edistämiseksi tulee kehittää. Poistetaan sähkön ja lämmön pientuotannon, varastoinnin ja kysyntäjouston esteet, jotka liittyvät muun muassa verotukseen, lupiin ja tonttirajoihin.

Ei ole vain yhtä keinoa, vaan **tarvitaan useita rinnakkaisia toimenpiteitä ja ohjauskeinoja kivihiilestä luopumiseksi.** Tarvitaan energiajärjestelmätason, markkinamallien ja lakien muutoksia innovatiivisten ja älykkäiden energiaratkaisujen edistämiseksi.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 3 nostoa:

- Polttamisesta on luovuttava. **Ratkaisujen hahmottaminen edellyttää sähkö-, lämpö- ja liikennesektorien yhteistarkastelua**.
- Tulevaisuuden kaukolämpöverkkojen keskiössä ovat lämpöpumput – ei yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto. Polttovoimaloita pitää korvata esimerkiksi teollisilla lämpöpumpuilla, hukkalämmöllä, rakennuskannan energiatehokkuudella ja lämmön kausivarastoilla. Lämmityksen sähköistäminen on keskeinen keino kivihiilestä ja muista fossiilisista polttoaineista luopumisessa. Lämpösektorilla on tärkeää panostaa esimerkiksi kysyntäjoustoon, nopeasti säädettäviin lämpöpumppu- ja CHP-teknologioihin sekä varastointiin, koska ne tukevat sähkömarkkinoilla esimerkiksi tuuli- ja aurinkovoiman lisäämistä.
- Uusiutuvan energian ja kaukolämmön vastak-kainasettelulle ei ole perusteita. **Päinvastoin, puhtaaseen energiaan pohjautuvassa energiajärjestelmässä tarvitaan kaukolämpö- ja -kylmäverkkoja**, koska ne mahdollistavat hajautetun uusiu-

Fossiilisista polttoaineista luopuminen edellyttää lämpösektorin merkittävää sähköistämistä.

tuvan hybridenergian tuotannon, hukkalämmön hyödyntämisen sekä toimivat myös energiavarastona ylijäämäsähkölle esimerkiksi silloin, kun tuulivoimaa on runsaasti tarjolla. Siksi kaukolämpö- ja -kylmäverkot pitää avata kilpailulle.

- Kivihiilestä luopumisessa ei ole kyse pelkästä polttoaineesta, vaan **laajasta markkina- ja liiketoimintamallien uudistuksesta**. Samaan aikaan on tärkeää suunnitella, miten viimeiset hiililauhdevoimalat suljetaan, sekä miten investoinnit päästöjä vähentäviin ratkaisuihin saadaan liikkeelle.

Implikaatiot energiapolitiikalle – 4 nostoa:

- **Muutetaan taloudellinen ohjaus tukemaan puhtaan energian ja kiertotalouden kasvua.** Perustetaan Suomeen energia- ja ilmasto talouden toimikunta, jonka tehtäväksi annetaan talousohjauksen kehitysohjelman toteuttaminen ja vähähiilirahaston perustaminen. Toimikunnan tavoitteena on varmistaa tarvittava taloudellinen ohjaus vähähiilisyyden ja kiertotalouden edistämiseksi. Jos talousjärjestelmä ja -ohjaus tekevät fossiilisten polttoaineiden käytön taloudellisesti kannattamattomaksi, niin systeemi alkaa korjata itse itseään.
- **Asetetaan hiilidioksidipäästöille lattiahinta.** Korjataan EU:n päästökauppa asettamalla päästöoikeuksille lattiahinnaksi vähintään 30 euroa/CO_2-tonni, mitätöimällä päästökaupasta liialliset päästöoikeudet sekä asettamalla nykyistä jyrkempi päästöjen vähentämispolku. Mikäli hiilidioksipäästöjen hinnoittelu ei onnistu EU:n päästökaupan avulla, asetetaan päästöille lattiahinta kansallisesti Iso-Britannian esimerkin mukaisesti.
- **Avataan suuret kaukolämpöverkot kuluttajille, uusiutuvalle energialle ja kysyntäjoustolle.** Avataan suurten kaupunkien kaukolämpö- ja -kylmäverkot kilpailulle hallituksen esityksellä ja lainsäädännöllä eriyttämällä energian myynti ja siirtoverkot toisistaan. Sitä ennen asetetaan verkot omistaville yhtiöille velvoite hankkia puhdasta energiaa tietty tuotanto-osuus kolmansilta osapuolilta. Kehitetään kaupungeille kannustava toimintamalli avointen kaukolämpö- ja kylmäverkkojen ylläpitämiseksi sekä kannustava tuotantomalli puhtaan energian ja kysyntäjouston tarjoajille. Pilotoidaan uusia kaukolämmön ja -jäähdytyksen hinnoittelu-, markkina- ja tuotantomalleja.

Puhtaaseen energiaan pohjautuvassa energiajärjestelmässä tarvitaan kaukolämpö- ja -kylmäverkkoja.

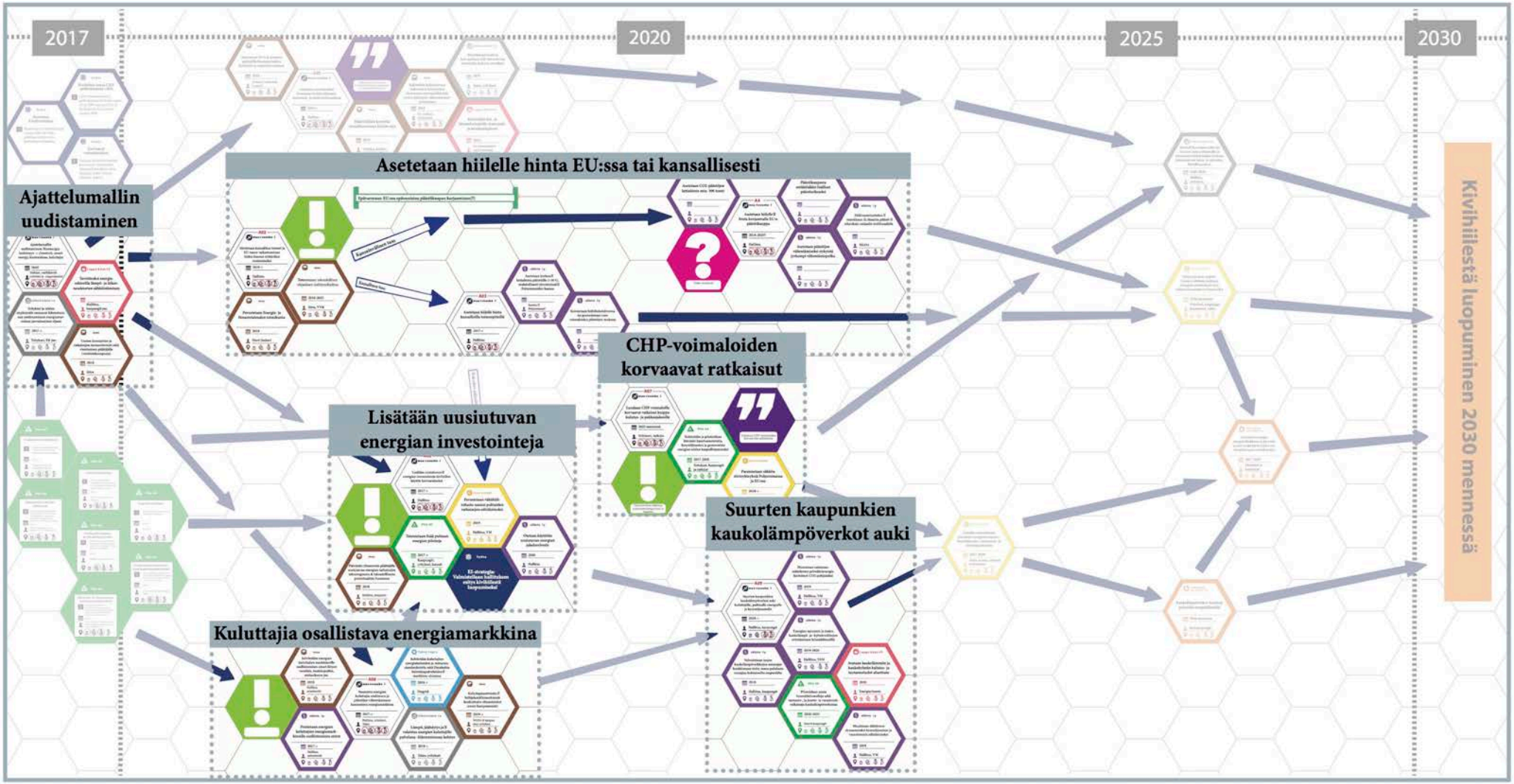
Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Uudistetaan ajattelumalli bioenergiakeskeisyydestä kohti älykkään energian ja kiertotalouden konsepteja sekä kuluttajalähtöisyyttä demonstroimalla ja viestimällä ratkaisuista päättäjille. Ajattelumalli muuttuu, kun uudet ratkaisut konkretisoidaan.**
- **Luodaan voimakas hintaohjaus kivihiilestä ja muista fossiilisista polttoaineista luopumiseksi. Muutetaan taloudellinen ohjaus tukemaan puhtaan energian ja kiertotalouden kasvua ja investointeja.**
- **Avataan suurten kaupunkien kaukolämpö- ja -kylmäverkot energian kuluttajille, uusiutuvalle energialle ja kysyntäjoustolle.**
- **Luodaan Suomesta energian kuluttajia osallistava energiamarkkina.**

Otetaan mallia Kanadan EcoFiscal -komissiosta

Kanadan EcoFiscal Comission on laskenut, kuinka paljon hiilen pitäisi maksaa sen ympäristö- ja ilmastohaittojen perusteella, jotta saataisiin aikaiseksi tarvittava energiasiirtymä Kanadan eri osavaltioissa. Lisäksi komissio on määritellyt, miten ilmastorahoitusta voidaan käyttää optimaalisesti: joissakin osavaltioissa rahaa käytetään hiipuvan öljyteollisuuden kipujen lieventämiseen, toisissa cleantech-teollisuuden ja pilottien edistämiseen, kolmansissa taas köyhien energiatehokkuusremonttien rahoittamiseen.

Polun #1 muutostavoite: ***Kivihiilestä luovutaan vuoteen 2030 mennessä pääasiassa ilman bioenergian lisäämistä***



Kuva 6. Polun #1 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkukohtaisista polkuraporteista (ks. Liite 3 linkit).

6.2 Kysyntäjouston piiriin 2000MW loppukuluttajien sähkönkäytöstä

Tavoite ja taustaa:

Polun #2 muutostavoite:

Kysyntäjouston piirissä on yli 2000 MW loppukuluttajien sähkönkäytöstä 2030: "Suomeen maailman dynaamisimmat älyteknologiaan perustuvat energiamarkkinat"

Sähkön kulutus ajoittuu tietyille päivittäisille ajankohdille ja vaihtelee vuodenajan mukaan. Uusien energiatuotantomuotojen kuten tuuli- ja aurinkoenergian lisääntyessä myös tuotannon vaihtelu lisääntyy edelleen. Kysyntäjoustolla tarkoitetaan sähkönkäytön siirtämistä korkean kulutuksen tunneilta edullisempaan ajankohtaan sekä kulutuksen ja varastoinnin lisäämistä, kun tuotanto on huipussaan. Huippukuormitustilanteessa kysyntäjoustolla voidaan turvata tehon riittävyys. Sähkön ja lämmön kysyntäjouston (ks. polku #3) kehittyminen parantaa myös edellytyksiä luopua kivihiilestä energiantuotannossa.

Teollisuuden suuret sähkönkuluttajat on osittain jo integroitu kysyntäjoustojärjestelmään (1,4 MW joustoteho markkinoilla), mutta uusia teollisuusalakohtaisia mahdollisuuksia on edelleen löydettävissä. Ohjauskytkennät kerrostalo- ja pientalokiinteistöissä mahdollistaisivat niin ikään osittaisen tai koko lämmitystehon etäohjaamisen, ja tätä lämmitystehoa on arviolta n. 2300 MW (*Järventausta et al., 2015*). Näin ollen yli 2000 MW uutta tehoa kysyntäjouston piiriin vuoteen 2030 mennessä on toteutettavissa oleva tavoite, ja isompikin luku on mahdollinen.

Teollisuuden suurkulutuksen (mm. prosessiteollisuus) lisäksi rakennusten lämmitys ja viilennys on mahdollista kytkeä etäohjatusti kysyntäjoustoon. Kysyntäjoustojärjestelmien kehittymistä tukee etäohjattavan tekniikan, esimerkiksi tuntiluettavien energiamittarien ja kiinteistöautomaatioratkaisujen, yleinen kehittyminen. Kehittyvät energiavarastointijärjestelmät ja sähköautot luovat uusia mahdollisuuksia niin suuressa kuin pienemmässä mittakaavassa. Myös kuluttajien oma pientuotanto ('prosumer'-toiminta) voidaan rinnastaa kysyntäjoustoon, mikäli se reagoi markkinatilanteeseen ja sillä pienennetään kohteen sähkön ottoa verkosta. Sähköyhtiöiden ja käyttäjien tavoite on kuitenkin, että kodin sähkönkulutusta säädellään automaattisesti ja huomaamatta. Automaatioon perustuvassa kysyntäjoustossa kuluttajan aktiivisuutta tarvitaan lähinnä hankintapäätöksessä ja etäohjauksessa.

Huippukuormitustilanteessa kysyntäjoustolla voidaan turvata tehon riittävyys.

Tuotannon ja kulutuksen vaihtelevuus asettaa haasteita nykyiselle markkinamallille, jossa käydään kauppaa vain energialla. Kysyntäjouston lisääminen onkin myös yksi toimenpide, jolla yritetään turvata nykyisen markkinamallin säilyminen jatkossa (*Fingrid, 2016*). Kysyntäjouston tulee kuitenkin olla taloudellisesti houkuttelevaa kaikille osapuolille. Toimivassa markkinamallissa niin sähkön käyttäjä, myyjä, jakelija (jakeluverkkoyhtiö) kuin myös palvelun tarjoaja ('jousto-operaattori') hyötyvät joustoon osallistumisesta suoraan tai välillisesti. Kantaverkkoyhtiön tehohallinta paranee kokonaisuutena. Siirron, sähköenergian ja sähköverojen hinnoittelumallien uudistamisessa onkin tarvetta toimialan ja päättäjien yhteistyölle niin, että hinnoittelu edistää kysyntäjoustoa, energia- ja "tehotehokkuutta" sekä puhtaan energian tuotantoa uusin energiateknologioin.

Keskeiset viestit:

Sähkön kysyntäjoustoon pystyvät monet toimijat. On joukko erilaisia sähkön käyttäjiä, joiden yhteisestä kulutuspotentiaalista voidaan saada jopa yli 2 GW sähkön loppukulutusta kysyntäjouston piiriin 2030 mennessä. Tarkastelussa tunnistettiin seuraavia toimijoita: 1) Teollisuuden suurkuluttajat (uutta potentiaalia ≈ 1000 MW), ja 2) kerros- ja pientalojen ja pienkuluttajat tai prosumerit (yht. > 1000 MW). Lisäksi voidaan tarkastella, mitä 3) verkko-operaattoreiden, jakeluverkkojen ja muiden verkkohallintaorganisaatioiden pitäisi tehdä, jotta tuetaan kysyntäjouston syntymistä (mm. isot sähkövarastot, kulutuksen jaksottaminen; yht. ≈ 500 MW). 2000 MW on siis realistinen tavoite, joka saatetaan jopa ylittää vuoteen 2030 mennessä.

Teollisuudessa on edelleen joustopotentiaalia. Teollisuudessa voidaan erityisesti prosessien hallinnalla sekä moottorien ja taajuusmuuntajien etäohjauksella ohjata kulutusta kysyntäjouston piiriin. Myös lämmittävistä ja jäähdyttävistä laitteista löytyy kysyntäjoustopotentiaalia.

Pienkuluttajien joustoon lisää huomiota. Pienkuluttajat voivat vastata niin ikään merkittävästä osasta kysynnän joustoa esimerkiksi varaavaa lämmitystä säätämällä ja/tai kulutusta, kuten sähköauton latausta, jaksottamalla. Uusia pienkuluttajille kohdennettuja energiapalveluita ja -liiketoimintamalleja tarvitaan, ja näiden tuottajien pääsy sähköverkkoon tulee avata hallitusti. Energiapalvelut tulee tuoda myös taloyhtiöiden ja niiden asukkaiden saataville.

Verkko-operaattorit mukaan kehittämiseen. Kysyntäjouston toiminta mahdollistetaan sillä, että jakeluverkot toimivat yhteen uusien toimijoiden kanssa luoden verkkoon uusia mekanismeja, joilla joustavuutta voidaan edistää.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 6 nostoa:

- On edelleen **paljon teollisuuden suurkuluttajia, joita voidaan saada mukaan kysyntäjoustoon**, esimerkiksi prosessiteollisuutta voidaan jaksottaa kulutuspiikkien mukaan. Jotta uudet toimijat saadaan mukaan, tarvitaan teollisuusryhmäkohtaista kartoitusta, pilotteja ja kannustimien kehittämistä.
- **Asuintalojen varaavan sähkölämmityksen** käyttö kysyntäjoustoon edellyttää keinoja useilla tasoilla: tietoisuuden lisäämistä, investointeja sekä rakennusmääräysten uusimista huomioimaan paremmin oma tuotanto, varastointi ja kysyntäjoustoteknologiat.
- Tarvitaan myös **kulttuurin muutos passiivisesta käyttäjästä ja laskunmaksajasta aktiiviseksi tuottajaksi**. Muutos tarvitaan myös sähkön myynnissä.
- Sähköverkkoon voidaan yhdistää uutta tuotantoa ja palveluita, jotka **aggregoivat pientuotantoa ja kysyntäjoustoa isompiin kokonaisuuksiin**, linkittäen oman tuotannon ja varastoinnin koko verkon toimintaan ja tehohallintaan. Pienkuluttajien sähkönkulutusta ja kysyntäjoustoinvestointeja voidaan **ohjata varsinkin hinta signaaleilla**.

Pienkuluttajien sähkönkulutusta ja kysyntäjoustoinvestointeja voidaan ohjata varsinkin hintasignaaleilla.

- Energiapalvelujen ja **pienkuluttajien toiminnan mahdollistaminen edellyttää kuitenkin myös sähköverkon säätelyn kehittämistä** esimerkiksi tekemällä kaksisuuntainen sähkönsiirto helpommaksi. Verkko-operaattorien tulee mahdollistaa verkon kehittäminen uusia palveluja ja joustoa tukevaksi esimerkiksi dynaamisella hinnoittelulla ja verotuksella. Kysyntäjoustotoimien huomiointi sähköverkkoa ylläpitävinä toimina auttaa tavoitteen saavuttamista.
- Lisäksi tarvitaan edelleen puhtaan energiantuotannon ja kysyntäjoustoteknologioiden **T&K- ja pilotointitoiminnan tukemista erityisesti eri järjestelmien yhdistämisessä**.

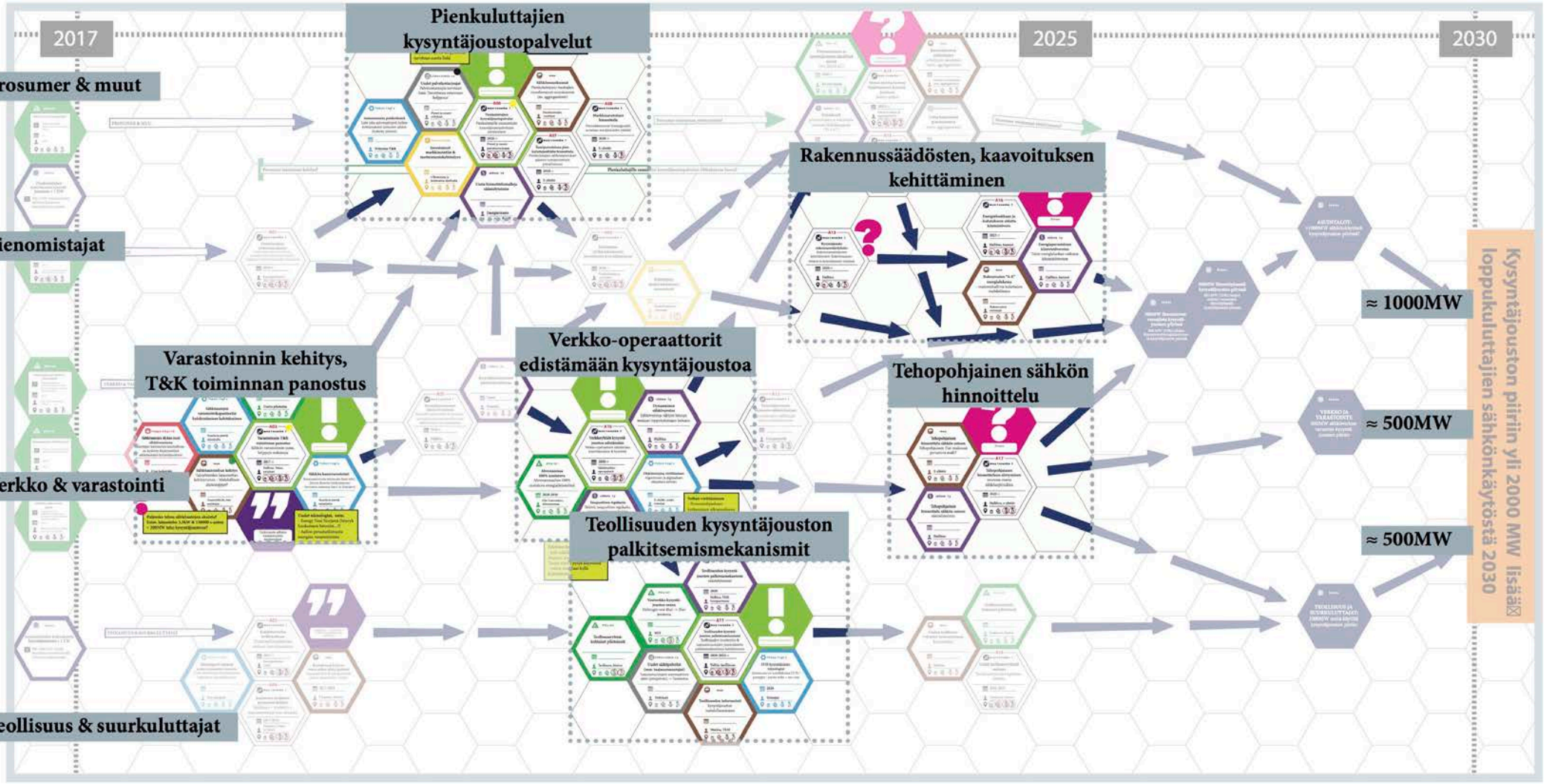
Implikaatiot energiapolitiikalle - 3 nostoa:

- **Teollisuuden suurkuluttajat mukaan kysyntäjoustoon tutkimuksin ja kartoituksin**, teollisuusryhmiä kartoittaen, alakohtaisin pilotein ja uusia toimintaryhmiä kehittämällä.
- **Koordinoituja toimia** (T&K-tuet, pilotit, viestintä) pienkuluttajien **kysyntäjoustopalveluiden kehittämiseksi**. Säätelyn kehittäminen tätä tukevaksi, mukaan lukien rakentamismääräysten uudistamisen siten, että oma tuotanto ja varastointi huomioidaan rakennuksen energialuokassa.
- **Kaksisuuntaisen sähköverkon kehityksen tukeminen verkko-operaattorien toimintaa sääntelemällä** (mm. joustoinvestointien huomiointi jakeluvelvoitteessa; hinnoittelumallien sääntely) ja verotusta kehittämällä (dynaaminen/tehopohjainen verotus).

Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Teollisuuden kysyntäjouston kartoitus ja kannustinmekanismien kehittäminen**
- **Pienkuluttajien tiedotuskampanjat**
- **Pienkuluttajien kysyntäjoustopalvelut**
- **Varastoinnin kehitys: panostus T&K-toimintaan**
- **Verkko-operaattorit edistämään kysyntäjoustoa ja joustavuutta**
- **Rakentamismääräysten kehittäminen**
- **Kaksisuuntainen sähköverkko hinnoittelun ja verotuksen muutoksilla**

Polun #2 muutostavoite: ***Kysyntäjouston piiriin yli 2000 MW loppukuluttajien sähkönkäytöstä 2030***



Kuva 7. Polun #2 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkuraportista (ks. Liite 3 linkit).

6.3 Kysyntäjouston piiriin 2000MW kaukolämmön kulutuksesta

Tavoite ja taustaa:

Polun #3 muutostavoite:

Kysyntäjouston piirissä on yli 2000 MW loppukuluttajien kaukolämmön kulutuksesta 2030: ”Rakennusten hukkalämpö talteen ja asuintilojen lämmitys joustamaan kulutushuipuissa”

Kaukolämmön kysyntäjoustossa pyritään vähentämään lämmöntarvetta huippukulutustilanteissa jaksottamalla kulutusta ja varastoimalla lämpöä niin rakennustasolla (vesikiertoisella ja lämpömassaan perustuvalla lämmityksellä) kuin keskitetysti (mm. kaupunginosien lämpövarastoilla). Kaukolämmön kysyntäjousto voidaankin määritellä seuraavasti: kaukolämmön kulutuksen ja sitä kautta lämpötehon tarpeen ajoituksen muuttaminen tavanomaiseen lämmitystarpeeseen verrattuna heikentämättä asiakkaiden kokemaa palvelun laatua (*Energiateollisuus, 2015*).

Kaukolämmön tuotantoteho oli Suomessa vuonna 2015 noin 8 GW, ja siihen liitettyä sähkön yhteistuotantoa vastaavasti 5,5 GW (*Kaukolämpötilasto, 2015*). Kaukolämpöä tuotetaan pääasiassa sähkön kanssa yhteistuotantolaitoksissa (CHP) ja erillisissä lämpölaitoksissa pakkasjaksojen aikana. Tulevaisuudessa yhä suurempi osa lämmöstä on mahdollista tuottaa sähköllä kuten isoilla lämpöpumpuilla. Kulutushuippujen aikana tämä muutos haastaa aiempaa yhteistuotantomallin toimintaa. Kaukolämmön kysyntäjouston kehittyminen onkin olennaista polttamisen vähentämiseksi ja esimerkiksi kivihiilestä luopumisen mahdollistamiseksi, mutta myös koko energiajärjestelmän tehotasapainon hallitsemiseksi.

Asumisen energiankulutuksesta kaukolämmön osuus on melkein yhtä suuri kuin sähkönkulutuksen osuus. Kaukolämmön kysyntäjoustosta saatava hyöty voisi olla pitkällä tähtäimellä jopa 5–25 % käyttökustannuksista - järjestelmästä riippuen (*Energiateollisuus, 2015*). Hukkalämmön talteenoton ja rakennusten energiatehokkuuden parantaminen vähentävät huipputuotantotarvetta edelleen.

Kysyntäjousto lämmön kulutuksessa on erittäin tehokasta kulutushuippujen pienentämisen kannalta.

Jos kysyntäjouston piiriin saadaan 2000 MW lämmön kulutuksesta, on se noin neljännes koko kaukolämpöjärjestelmän tuotantotehosta. Sähköverkossa sama tehomäärä vastaa alle 15 prosentin osuutta huippukulutuksesta. Siten kysyntäjousto lämmön kulutuksessa on erittäin tehokasta kulutushuippujen pienentämisen kannalta.

Keskeiset viestit:

Kaukolämmön kysyntäjousto perustuu lämmön kulutuksen parempaan hallintaan, hukkalämmön hyödyntämiseen ja lämmön varastointiin. Kaukolämmön kulutuksessa murrosareenan osallistujien tavoitetasoksi asettama 2000 MW kysyntäjoustopotentiaali muodostuu suurelta osin 1) suurkuluttajien, teollisuuden ja julkisten tilojen (≈ 500 MW), sekä 2) kerros- ja omakotitalojen ynnä muiden asuintilojen (≈ 1000 MW) lämmönkulutuksen paremmasta hallinnasta ja hukkalämmön hyödyntämisestä. Lisäksi kaukolämpöverkon ja -tuotannon dynaamisuutta voidaan tukea 3)

kaukolämpöverkkoon liitettävillä suurilla kaupunkitason ja keskitetyillä lämpövarastoilla, jotka toimivat lämpöpumpuilla (≈ 500 MW).

Matalalämpöverkot mahdollistavat kuluttajien välisen lämmön jakamisen ja tasaamisen. Lämmönkäytössä ja hukkalämmön hyödyntämisessä on edelleen paljon potentiaalia. Uudet matalamman lämmön paikalliset kaukolämpöverkot mahdollistavat helpommin kuluttajien välisen lämmön jakamisen. Paikallisten lämpöverkkojen avulla pientuotantoa voidaan myös linkittää pääverkkoon laajemmin ja joustavammin.

Kaukolämpömarkkinat tulee avata kilpailulle ja saada tuntihinnoittelun piiriin. Siinä missä sähkön kysyntäjoustoa voidaan toteuttaa helpommin jo olemassa olevilla sähkömarkkinoilla, lämmön kysyntäjousto on vaikeampaa. Lämmön uudet tuotanto-, varastointi- ja joustoratkaisut vaativat uusia investointeja, kaukolämpömarkkinoiden kehittämistä ja matalalämpöverkkoja. Jotta uusia toimijoita saadaan mukaan luomaan parempia kaukolämmön joustopalveluja ja -järjestelmiä, kaukolämpömarkkinat tulee avata ulkopuolisille toimijoille sääntelyllä. Kaukolämmössä tulisi siirtyä tuntipohjaiseen hinnoittelumalliin, jotta lämmön joustosta voisi syntyäparemmin taloudellista hyötyä niin käyttäjälle kuin kysyntäjouston palveluoperaattorillekin. Lisäksi osa kaukolämpöverkon tuotantotehosta voidaan avata laajemmalle kilpailulle.

Lämmön ja sähköntuotannon yhteispeliä on katsottava uusin silmin. Lämmön tuotantoa ja kaukolämpöverkkoja tulee tarkastella kokonaisuutena yhdessä sähköntuotannon ja -kulutuksen kehityksen kanssa. Sähköntuotannossa joustamattoman tuotannon, kuten tuuli-, aurinko- ja ydinvoiman määrä kasvaa. Hitaasti säädettävän sähkön ja lämmön yhteistuotannon (CHP) tarve tulevaisuudessa on epävarmaa. Parhaiten lämmön ja sähkön tuotannot toimivat yhdessä siten, että lämmön ja jäähdytyksen tuotantoa ohjataan ketterästi sähkön kulutuksen, saatavuuden ja markkinahintojen mukaan.

Jotta uusia toimijoita saadaan mukaan luomaan parempia kaukolämmön joustopalveluja ja -järjestelmiä, kaukolämpömarkkinat tulee avata ulkopuolisille toimijoille.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 5 nostoa:

- **Hukkalämmön hyödyntämisessä on edelleen paljon parantamisen varaa.** Tehostamalla hukkalämmön hyödyntämistä esimerkiksi julkisissa tiloissa ja teollisuudessa saavutetaan taloudellisia säästöjä ja päästövähennyksiä helposti. Tätä tulee painottaa myös rakentamismääräysten kehittämisessä ja energialuokkaa arvioitaessa.
- Matalalämpöverkot, hukkalämmön parempi hyödyntäminen ja uudet etäohjauksen mahdollisuudet rakennuksissa ja lämpöverkoissa luovat uusia mahdollisuuksia lämmön säästöön. **Lämpöverkkoa on välttämätöntä tarkastella kokonaisuutena** sekä **yhdessä sähköntuotannon ja -kulutuksen kehityksen kanssa**. Näin voidaan tunnistaa kaukolämpöverkkojen ja lämpövarastojen mahdollisuudet esimerkiksi tuulivoiman tasapainottajana.
- Jotta uudet, joustavammat lämpö- ja jäähdytysteknologiat saadaan laajasti käyttöön, **tulee kaukolämpö- ja -kylmä-**

markkinat avata uusille toimijoille. Uudet teknologiaratkaisut tulee huomioida myös LVIS-järjestelmien suunnittelussa ja rakentamisessa sekä niiden sääntelyssä.

- Uusien liiketoimintamallien ja palvelujen synty edellyttää sekä markkinoiden avaamista, että tukea yritysten tuotteiden ja palveluiden kehitykseen ja pilotointiin. Uudet ratkaisut voivat toimia myös vientituotteina.
- Lisäksi tulee panostaa tutkimukseen **lämmön kausivarastoinnin** mahdollisuuksista.

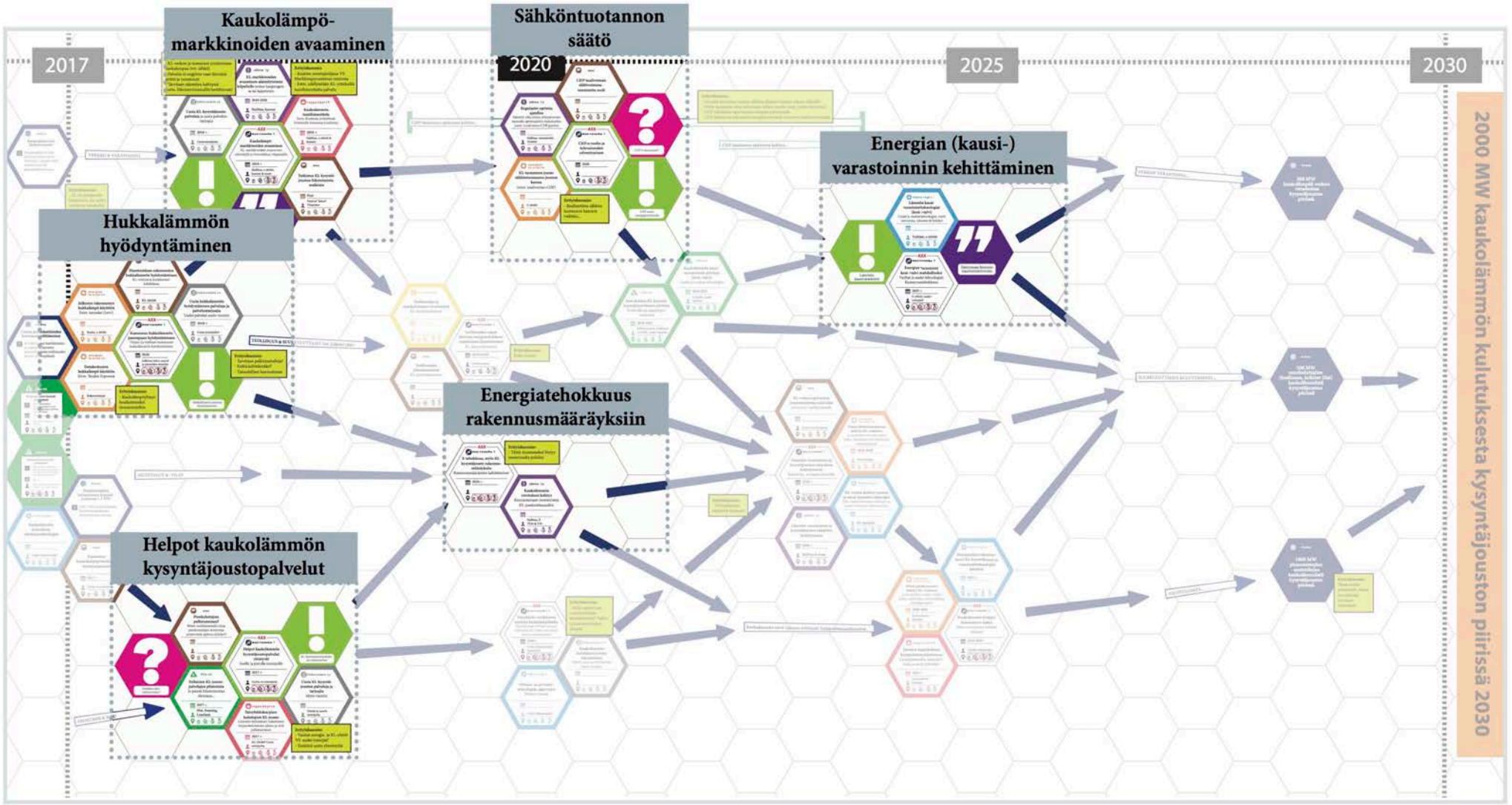
Implikaatiot energiapolitiikalle – 4 nostoa:

- Kaukolämpömarkkinoiden avaaminen uusille toimijoille yhteisin pelisäännöin ja vaiheittain hinnoittelumallien (mm. tuntihinnoittelu) ja sääntelyn muutoksin.
- Vahva julkinen sitoutuminen sekä pienkuluttajille ja taloyhtiöille palkitsemismalleja.
- Lisää tutkimus-, kehitys- ja pilotointipanostuksia lämmön kausivarastoinnin sekä lämmön uusien markkina-, liiketoiminta- ja palvelumallien edistämiseen.
- Lämmön kysyntäjousto huomioon myös suunnittelussa, kaavoituksessa ja rakentamisessa.

Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Hukkalämmön parempi hyödyntäminen**
- **Kaukolämpömarkkinoiden avaaminen ja siirtyminen tuntihinnoitteluun**
- **Helpot kaukolämmön kysyntäjoustopalvelut**
- **Sähkön- ja lämmöntuotannon säätöjen yhteensovittaminen**
- **Energiatehokkuus rakennusmääräyksiin**
- **Tutkimuksessa panostus lämmön kausivarastoinnin kehittämiseen**

Polun #3 muutostavoite: ***Kysyntäjouston piirissä on 2000 MW loppukuluttajien kaukolämmön kulutuksesta 2030***



Kuva 8. Polun #3 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkuraportista (ks. Liite 3 linkit).

6.4 Rakennusten nettoenergian-kulutuksen puolittaminen

Tavoite ja taustaa:

Polun #4 muutostavoite:

Rakennusten nettoenergiankulutuksen puolittaminen 2030 mennessä: ”Suuret kiinteistönomistajat kilpailemaan parhaimmista energiansäästöratkaisuista!”

Suomen energian kokonaiskulutuksesta merkittävä osa syntyy kiinteistöissä ja asuinrakennuksissa. Energiamurros voi näkyä rakennusten energian kulutuksessa ostoenergian määrän ja eri energiamuotojen kysynnän muutoksina. Lisäksi uusiutuvan, omavaraisesti tuotetun energian tuotanto voi kasvaa tasolle, jossa sitä riittää myös varastoon tai myytäväksi. Kotitaloudet omistavat rakennuskannasta 60 prosenttia joko suoraan tai asunto-osakeyhtiöiden välityksellä. Toiseksi tärkein ryhmä ovat yritykset, jotka omistavat noin 20 prosenttia rakennuskannasta. Julkisen sektorin omistuksessa on melko pieni osuus koko rakennuskannasta. Euroopan unioni korostaa kuitenkin julkisen sektorin merkitystä, koska se voi toimia esimerkkinä muille toimijoille.

Rakennusten energiatehokkuuden paraneminen etenee hitaasti, eikä se vielä juurikaan näy koko rakennuskannan energiankulutuksessa (ks. *Tilastokeskus, 2016*). Vanhemmassa rakennuskannassa tilojen lämmitysenergian osuus on noin kolme neljäsosaa koko rakennuksen energiankulutuksesta (73%), kun taas uudemmassa kannassa sähkön, tilojen lämmityksen ja lämpimän käyttöveden osuudet ovat lähes yhtä suuria.

Keinoja rakennusten energiankulutuksen vähentämiseksi ovat muun muassa matalaenergiarakentaminen, rakennusten energiatehokkuuden parantaminen peruskorjauksen yhteydessä, energiatehokkuutta lisäävä talotekniikka, erilaiset lämmitysjärjestelmien ja ilmanvaihtojärjestelmien säädöt sekä energiaa säästävät toimintatavat. Energiatehokkuuden parantamisella on mahdollista vähentää kiinteistöjen käyttökustannuksia huomattavasti.

Keskeiset viestit:

Nettoenergiankulutuksen puolittaminen on mahdollista. Rakennusten nettoenergia kulutuksen puolittaminen vuoteen 2030 on mahdollista, jos toimiin ryhdytään nopeasti ja huomiota kiinnitetään erityisesti korjausrakentamiseen ja olemassa olevan rakennuskannan nettoenergiankulutuksen vähentämiseen.

Korjausrakentamisella ja energiaremonteilla suurin merkitys. Korjausrakentamisen energiaremontteja voidaan edistää muun muassa isojen toimijoiden sitouttamisella ja energiaremontteihin suunnatuilla taloudellisilla kannustimilla myös pienkuluttajille. Kokonaistavoitteessa (-50%) korjausrakentamisella ja energiaremonteilla on merkittävin rooli (vähennys < 30%-yks). Uusien energiantuotanto- ja varastointiteknologioiden sekä -palveluiden kehitys auttaa parantamaan myös olemassa olevia ratkaisuja (vähennys > 10%-yks). Uudella, energiatehokkaammalla rakennuskannalla on niin ikään merkitystä (vähennys 10%-yks).

Suuret kiinteistönomistajat tarvitaan esimerkeiksi. Suurilla julkisilla ja yksityisillä kiinteistönomistajilla on keskeinen rooli uusien markkinoiden synnyttämisessä ja suunnanantajina. On tärkeää, että suuret kiinteistönomistajat tekevät energiatehokkuussitoumukset nopeasti. Valtio voi tukea tätä omalla omistajapolitiikalla, luomalla

positiivista kilpailua yksityisten kiinteistönomistajien välille sekä kytkemällä SOTE-uudistukseen rakennusten energiatehokkuusvaatimukset.

Uusien energiapalveluiden kehittäminen ja rahoitus. Uusien energiapalveluiden syntyyn vaikuttavat keskeisesti teknologisen, muun muassa varastointiin ja kysyntäjoustoon liittyvän, kehityksen ja liiketoimintainnovaatioiden nopeus ja laajuus. Palvelumarkkinoita tarvitaan sekä uudis- ja korjausrakentamiseen että edistämään kotitalouksien kysyntäjoustoa. Tähän tarvitaan monien toimijoiden kuten kuntien, sähköverkkoyhtiöiden, start-upien, taloyhtiöiden, omakotiasukkaiden ja pankkien yhteistyötä.

Säännölliset energiakatselmukset käyntiin. Kun markkinat on saatu käyntiin, ja uudet palvelut ja ratkaisut ovat paremmin kuluttajien saatavilla, tarvitaan valtiolta määräykset säännöllisistä energiakatselmuksista. Korjausrakentamiseen kaivataan energiatehokkuusvaatimuksia, jotta rakennuskannan energiankulutus saadaan nopeammin laskuun.

Uusien hankkeiden energiatehokkuusnäkökulma. Vaikka uudisrakentaminen lisää rakennuskannan energiatehokkuutta, vaikutus kokonaisuuteen jää pieneksi. Kokonaisuuden kannalta uudisrakentamisen energiatehokkuutta on silti tärkeää edistää. Energiankulutus ja energiatehokkuus tuleekin paremmin huomioida kaavoituksessa ja verotuksessa.

Tarvitaan kattavia politiikkakokonaisuuksia, joissa sääntely yhdistetään kaavoitukseen, tiedon tarjoamiseen ja taloudelliseen ohjaukseen. Olemassa olevan sääntelyn lisäksi tarvitaan sitä tukevia neuvontapalveluita sekä kuluttajille että kunnille. Osin tämä tarkoittaa jo olemassa olevan neuvonnan saatavuuden parantamista sekä tietoisuuden lisäämistä sen olemassaolosta. Muita toimia ovat kiinteistöjen energiatehokkuustietojen julkistaminen, energia-avustukset sekä energiakatselmusten sertifiointijärjestelmä. Kuntatasolla tärkeitä toimia ovat joko energiatehokkuuteen sidottu kiinteistövero tai energiatehokkuuden huomioiminen kaavoituksessa. Tarvitaan myös energiaremonttilainoja ja uudenlaisia energiatehokkuusinvestointien rahoitusratkaisuja yhteistyössä yksityisen sektorin kanssa.

Kehitetään energiatodistusjärjestelmää jatkuvaksi energiakatselmustoiminnaksi.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 4 nostoa:

- **Voimakkaampia toimia tarvitaan – suunnannäyttäjät tärkeitä.** Rakennuskannan nettoenergiankulutus vähenee hitaasti. Jotta muutostavoitteeseen päästäisiin, tarvitaan voimakkaampia energiatehokkuustoimia niin korjaus- kuin myös uudisrakentamisessa. Mukaan on saatava sekä julkiset että yksityiset toimijat – isojen omistajien toimiessa suunnannäyttäjinä.
- **Olemassa olevan rakennuskannan uudet energiapalvelut.** Uusien, energiatehokkaampien rakennusten lisäksi tarvitaan mukaan olemassa olevan rakennuskannan energiaremontit. Niiden edistäminen vaatii uusien energiatehokkuusmarkkinoiden kasvattamista, niin korjausrakentamiseen, kiinteistönomistajille kuin pienkuluttajillekin suunnattujen energiaremonttipalveluiden kehittämistä. Energiatehokkuus markkinoiden synty edistää erityisesti uudenlaisten, palveluja

yhdistävien yritysten toimintaa. Tällaisissa palveluyhdistelmissä energiaremontit sekä älykäs, palvelulähtöinen kulutuksen ja tuotannon ohjaus yhdistyvät joustaviin rahoitusratkaisuihin.

- **Rakennusten energiaparannuksista menestystarina.** Jotta rakennusten energiaparannuksiin tartutaan nopeammin, täytyy kehityksestä luoda positiivinen ilmiö, joka tekee rakennusten energiatehokkuusparannuksista muodikkaita. Tätä edesauttaa menestystarinoiden luominen ja jo toteutuneiden esimerkkien parempi nostaminen mediassa. On myös tärkeää tehdä teknisistä ratkaisuista ymmärrettäviä ja hauskoja ja huomioida energiparannusten toteuttaminen terveyttä edistävällä tavalla. Tähän tarvitaan niin yrityksiä kuin julkisen sektorin edistämistoimia (mm. Motiva, Kuntaliitto).
- **Jatkuvaa energiakatselmustoimintaa.** Energiaremontointia voitaisiin myös edistää laajentamalla rakennusten energiamerkintä pakolliseksi, määräajoin toteutettavaksi energiakatselmustoiminnaksi. Energiakatselmustoimintaan voidaan helposti linkittää niin asiantuntijaneuvontaa, uutta liiketoimintaa kuin mahdollisesti myös taloudellisia kannustimia kuten avustuksia ja verovähennyksiä. Tähän kytkeytyy energiatodistusten laskennan uudistaminen todelliseen kulutukseen ja kustannuksiin perustuviksi. Laajempaa kartoitustoimintaa ei voida kuitenkaan käynnistää ennen kuin uudet palvelumarkkinat ovat paremmin kehittyneet.

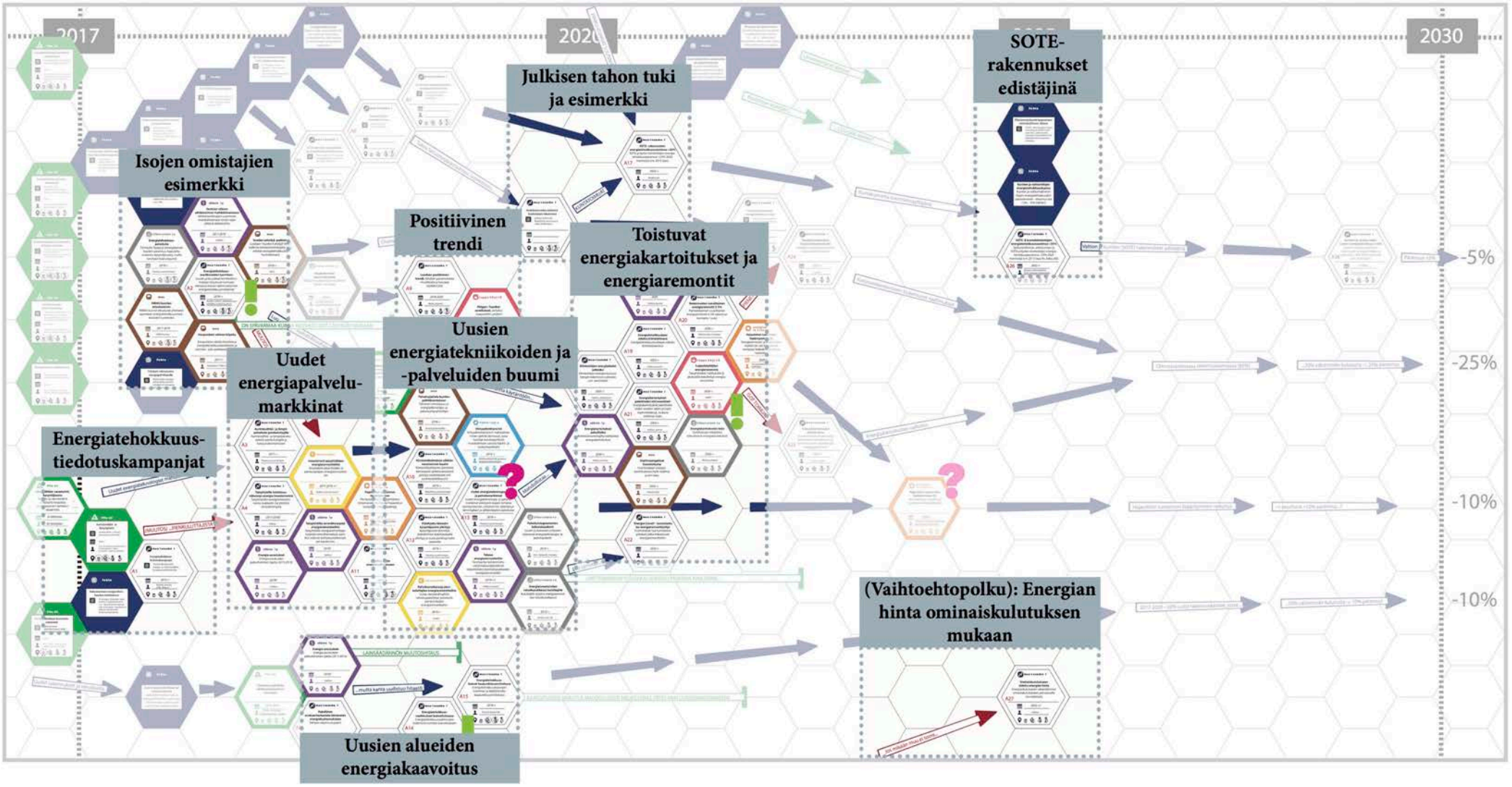
Implikaatiot energiapolitiikalle – 3 nostoa:

- **Sääntelyä tarvitaan, mutta se ei yksin riitä.** Politiikan tulee olla kokonaisvaltaista ja sisältää myös **kannusteita kuten uusien energiapalveluiden tukemista ja niiden esteiden poistamista**. Neuvonnalla ja taloudellisella ohjauksella on myös suuri merkitys pikaisen muutoksen edistämisessä.
- **Kehitetään energiatodistusjärjestelmää jatkuvaksi energiakatselmustoiminnaksi.** Näin voidaan edistää sekä olemassaolevan rakennuskannan remontointia että uusien energiatehokkuusmarkkinoiden syntyä. Isot julkiset ja yksityiset kiinteistönomistajat kuten eläkevakuutusyhtiöt voidaan sitouttaa mukaan. Yksityiset kiinteistöjen omistajat pitää saada kilpailemaan parhaimmista energiansäästöratkaisuista. Valtio voi tukea tätä yrityksen imagoa tukevalla palkinnolla.
- **Asukkaiden omat energiaremontit tulee tehdä positiiviseksi ilmiöksi.** Tätä edistettäessä tulee kehittää tukipalveluita ja informaatio-ohjausta myös asukkaille ja selventää taloyhtiöiden osakkaiden roolia. Lisäksi tarvitaan uusia investointi- ja rahoitusmekanismeja kuten avustukset ja yksityiset rahoituspaketit.

Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Isot omistajat ja julkinen sektori esimerkkeinä**
- **Uudet energiapalvelumarkkinat ja -teknologiat**
- **Energiaremonttimarkkinat kehittyvät**
- **Energiatehokkuuden rooli kaavoituksessa ja kunnallisverotuksessa tiukentuu**
- **Parempi tiedon saatavuus**
- **Korjausrakentamisen energiavaatimukset tiukentuvat**
- **Säännöllinen energiakatselmusjärjestelmä**

Polun #4 muutostavoite: ***Rakennusten nettoenergiankulutuksen puolittaminen 2030 mennessä***



Kuva 9. Polun #4 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkuraportista (ks. Liite 3 linkit).

6.5 Käyttäytymisen muutoksella kotitalouksien energiankulutusta alas

Tavoite ja taustaa:

Polun #5 muutostavoite:

Käyttäytymisen muutoksella kotien energiankulutusta alas 15 prosenttia: "Älykkäillä ratkaisuilla suuri muutos kotien energiankulutukseen"

Sisälämpötiloja alentaminen kahdella asteella säästää laskennallisesti noin 10 prosenttia lämmön kulutuksesta (*Nissinen et al., 2012*). Tällaiseen käyttäytymisen ohjaukseen ei ole tiedossa varmoja keinoja, ainakaan asuinkerrostaloissa. Tutkimusten mukaan sisälämpötilat ovat kussakin maassa suhteellisen stabiileja vuosikymmenestä toiseen (*Vavra et al., 2016*). Muista maista poiketen Pohjois-Euroopassa ei myöskään ole tapana säätää huonelämpötiloja käytön mukaan (*Urban & Ščasný, 2012*). Merkittävässä osassa suomalaisia asuntoja sisälämpötilat ylittävät THL:n huonekohtaiset terveyssuositukset usealla asteella.

Suomessa käytetään yleisesti termostaattisia patteriventtiilejä, jotka automaattisesti säätävät lämmitystä tietyissä rajoissa. Etenkin kerrostaloasukkaat ovat tottuneet tasaisiin, suhteellisen korkeisiin lämpötiloihin sekä edulliseen ja asukkaan näkökulmasta jopa näennäisen ilmaiseen lämmitykseen. Esimerkiksi Helsingissä kaukolämpö maksaa talvella 6 snt/kWh ja kesällä 3 snt/kWh, eikä lämmitysenergian kulutusta eritellä mitenkään yhtiövastikkeessa tai vuokrassa. EU:n EED-direktiivin taustaselvitysten mukaan huoneistokohtaiseen lämmön laskutukseen siirtymisen on arvioitu säästävän noin 20 prosenttia (*Edelenbos, 2014*). EED- direktiivi edellyttää huoneistokohtaiseen lämmönlaskutukseen siirtymistä kerrostaloissa, mikäli se on kustannustehokasta. Suomessa sitä ei ole VTT:n laskelmien perusteella pidetty kustannustehokkaana (*NEEAP3 2014; TEM 2014*).

Jopa kolme neljästä asuinrakennuksesta Suomessa kaipaisi patteriverkoston perussäätöä.

Huoneistokohtainen käyttöveden mittaus on muuttunut lakisääteiseksi uusissa (2011–) ja peruskorjattavissa (2013–) asuinkerrostaloissa. Niissä asuinkerrostaloissa, joissa on käytössä huoneistokohtainen vesilaskutus, kulutus on pienentynyt entisestä 10 – 30 prosenttia (*Motiva, 2017*). Huoneistokohtainen veden mittaus etenee kuitenkin hitaasti.

Havainnollinen kulutuspalaute ja kohdennettu neuvonta taloyhtiöiden hallituksille voivat tuottaa käyttötapamuutoksia ja kannustaa myös energiakorjauksiin. Esimerkiksi Motivan (2017) arvioiden mukaan jopa kolme neljästä asuinrakennuksesta Suomessa kaipaisi patteriverkoston perussäätöä. Oikein tehdyllä perussäädöllä voidaan saavuttaa jopa 10–15 prosentin säästö.

Kohdennetut valmennukset kotien päästöjen vähentämiseksi ovat tuoneet merkittäviä säästöjä. Esimerkiksi Vattenfallin energiaperhe- kisassa (2016–2017) säästöä saatiin 29 – 65 prosenttia. Kun kampanjoita on suunnattu laajalle kansalaisjoukolle, säästöt jäävät usein vähäisiksi. Esimerkiksi 1990-luvulla paremmalla laskutuspalautteella saavutettiin vain noin 1,5 prosenttia säästöjä sähkölämmitteisissä omakotitaloissa (*Arvola ym., 1994*).

Niin sanottu tuuppaaminen (nudging) ja valinta-arkkitehtuuriin vaikuttaminen voivat luoda keinoja kotien energiankäytön vähentämiseen, mutta merkittävät käyttäytymisen muutokset edellyttävät muutoksia tuotannon ja kulutuksen rakenteessa (ks. Polkukohtainen raportti ja sen taustamuistio tuuppaamisesta).

Keskeiset viestit:

Kotitalouksien energiakulutuksessa merkittävä päästövähennysmahdollisuus. Kotien energiankulutusta on mahdollista laskea keskimäärin 10–15 prosenttia vuoteen 2030 mennessä koetun asumisviihtyvyyden kärsimättä. Tämä edellyttää useiden toimien yhteisvaikutusta: huoneistokohtaisten keskilämpötilojen laskua kahdella asteella, asukaskohtaisten asuinneliöiden vähenemistä 35 neliön tasolle sekä yleistä käyttäytymisen muutosta taloyhtiöiden ja perheiden arjen tasoilla. Keinot kaupungeissa ja maaseudulla ovat merkittävästi erilaisia.

Muutakin kuin informaatio-ohjausta tarvitaan. Kunnianhimoiset tavoitteet eivät ole saavutettavissa pelkästään perinteisellä informaatio-ohjauksella, vaikka senkin tehostamista tarvitaan. Eri kohderyhmille tarvitaan erilaista viestintää ja eri kohderyhmille sopivia keinoja.

Talotekniikan automaation merkitys korostuu. THL:n terveyssuosituksiin verrattuna sisälämpötilat ovat liian korkeita suuressa osassa asuntoja. Sisälämpötilojen merkittävä lasku edellyttää nopeasti säädettävää tilakohtaista kiinteistö- ja huoneistoautomaatiota, joka on etäohjattavaa ja riittävän helppoa käyttää. Automaation täytyy levitä puoleen asuntokannasta. Lopussa asuntokannassa ylilämmitystä voidaan torjua rajallisemmin esimerkiksi kohdennetulla viestinnällä ja vertaistuella.

Tilankäytön tehostaminen tärkeää. Asukaskohtaisten lämmitettyjen kuutioiden pieneminen on meneillään oleva trendi, joka liittyy kaupungistumiseen ja perhekokojen pienenemiseen. Sillä on merkittäviä positiivisia vaikutuksia kotien energiankulutukseen. Viihtyvyyttä pienemmissä neliöissä voidaan tukea puolilämpimillä tiloilla kuten lasitetuilla parvekkeilla, riittävän kokoisilla säilytystiloilla kellareissa tai vinteillä, asuntojen muuntojoustavuuden lisäyksellä ja laadukkaiden yhteisten tilojen perustamisella ja ylläpidolla.

Uusilla jakamistalouden ratkaisuilla suuri potentiaali. Jakamistalouden sovellukset ja niiden laajeneva käyttö ovat keskeisiä tilojen käyttöasteen nostamisessa ja ylläpidon rahoituksessa.

Energiankulutus on niin rutinoitunutta ja abstraktia, että kaikki toimet sen konkretisoimiseksi tarvitaan, jotta vaikutuksia voidaan odottaa.

Julkista tukea käyttäytymisen muutokseen. Kansalaisten käyttäytymisen muutosten tukemisella on mahdollista saavuttaa merkittäviä vähennyksiä energiankäytössä ja hiilidioksidipäästöissä.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 4 nostoa:

- **Positiivistä viestintää energiansäästöstä.** Energiansäästön tavoitteille voidaan luoda hyväksyttävyyttä kohdentamalla viestintä positiivisiin vaikutuksiin ja terveyshyötyihin kuten ohjelämpötilojen terveysvaikutuksiin. Sen sijaan että käydään keskustelua vain pienten asuntojen rakentamisesta ja ahtaudesta, ohjataan keskustelua asuinympäristön mielekkyyteen ja yhteisöllisyyteen. Tavaroiden vuokraus ja jakaminen ovat tulleet tai tulossa normaaliksi osaksi kaupunkilaisten arkea, jolloin ei synny niin suurta tarvetta kerryttää tavaraa omiin kaappeihin tai varastoihin.
- **Energiankulutuksen konkretisoiminen.** Energiankulutus on niin rutinoitunutta ja abstraktia, että kaikki toimet sen konkretisoimiseksi tarvitaan, jotta vaikutuksia voidaan odottaa.

Lämmön, sähkön ja veden laskutus on tuotava ihmisläheiseksi ja huoneistokohtaiseksi mahdollisimman nopeasti. Samoin reaaliaikainen kulutustieto ja mahdollisuudet vaikuttaa siihen on oltava näkyvillä.

- **Laitteiden energiankulutus vs. kuluttavien laitteiden määrä.** Mahdollisuudet ohjata erilaisten laitteiden vaikutusta energiankulutukseen ovat rajallisia. EU-tason tiukkenevat energiatehokkuusmääräykset vähentävät kuitenkin laitekohtaista kulutusta. Samalla on vaikeaa rajoittaa elektronisten laitteiden kuten viihde-elektroniikan määrän lisääntymistä. Kohtuullisuuden ja kestävän kulutuksen ohjausta tulisi tutkia ja kokeilla lisää.
- **Energiansäästöpalveluiden kehitys.** Huoneistoautomaation, kuluttajien energiansäästöpalveluiden ja vertaisjakamisen sovellukset ja palvelut ovat periaatteessa olemassa, mutta niiden laadun on merkittävästi kohennuttava, jotta ne leviävät laajalle. Tässä on myös vientimarkkina.

Implikaatiot energiapolitiikalle – 4 nostoa:

- Informaatio-ohjausta pitää tehostaa, vahvistaa ja toteuttaa uusilla tavoilla. Erilaisia kuluttajasegmenttejä on suuri määrä, ja kaikilla on omanlaisensa mieltymykset. Tästä syystä ohjausta pitää uokata ja kohdentaa taitavasti.
- Laadukkaiden huoneistoautomaatio- ja energiansäästöpalveluiden synnyttäminen on avainasemassa kulutuksen seurannassa ja optimoinnissa, jotta laajat kansanosat laskevat sisälämpötilojaan. Tämä edellyttää tutkimusta ja tuotekehitystä, joiden kautta voidaan päästä myös laajoille vientimarkkinoille.
- Jakamistalouden sovelluksia ja niiden käyttöä tilojen käyttöasteen nostamisessa ja siihen liittyvässä rahoituksessa tulee edistää.

THL:n terveyssuosituksiin verrattuna sisälämpötilat ovat liian korkeita suuressa osassa asuntoja.

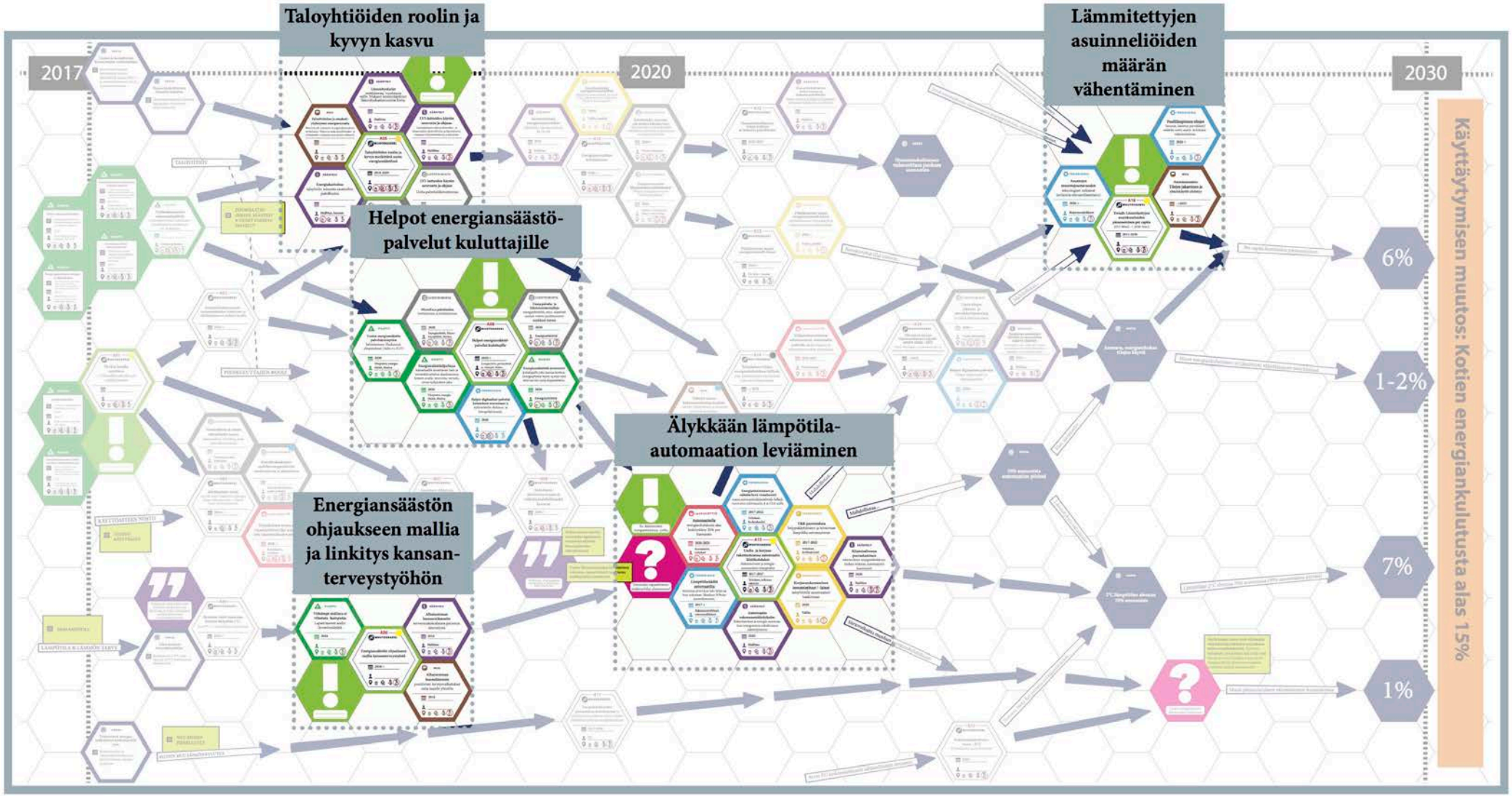
- Tarvitaan kokeiluja ja tutkimusta digitaalisen vertaistuen käytöstä vähähiilisen asumisen saavuttamisessa: Voitaisiin esimerkiksi tutkia, voiko sosiaalista mediaa ja vertaistukea käyttämällä saavuttaa intensiivisten säästökisojen kaltaisia suuria säästöjä laajassa osallistujajoukossa tai miten vähähiilisemmän elämän terveyden ja hyvinvoinnin teemoja voidaan vertaistaa.[6]

Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Taloyhtiöiden aktiivisempi rooli energiansäästössä**
- **Talotekniikan automaation kehitys ja levitys**
- **Asuntokohtainen mittarointi sääntelyn osana**
- **Vertaistoiminnan ja -ryhmien valjastaminen energiansäästötoimien toteutukseen**
- **Investointi-instrumenttien kehittäminen kotitalouksien ja taloyhtiöiden energiasäästöinvestointien rahoittamiseen**
- **Tilankäytön tehostaminen**
- **Jakamistalouden sovellusten kehittäminen ja levittäminen**

[6] Katso esimerkiksi Sitran kampanja arjen fiksuista teoista: https://www.sitra.fi/hankkeet/100-fiksua-arjen-tekoa/

Polun #5 muutostavoite: ***Käyttäytymisen muutoksella kotien energiankulutusta alas 15 prosenttia***



Kuva 10. Polun #5 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkuraportista (ks. Liite 3 linkit).

6.6 750000 kpl vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvoa

Tavoite ja taustaa:

Polun #6 muutostavoite:
Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen määrän lisääminen 750 000:een vuoteen 2030 mennessä:
"Tehdään puitteet, joissa öljyä ei tarvita edes liikenteessä"

Suomen uusimmassa energia- ja ilmastostrategiassa (2016) liikenteen päästövähennystavoitteet jakautuvat kolmeen ryhmään: 1) Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen, 2) ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen ja 3) fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla. Väistymässä olevien fossiilisten polttoaineiden arvioidaan korvautuvan suureksi osaksi nestemäisillä biopolttoaineilla, mutta myös niin kutsutuilla vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvoilla. Näitä ovat strategian mukaan sähkökäyttöiset ja kaasukäyttöiset autot. Strategian tavoitteena on saada liikenteeseen 250 000 sähköautoa ja kaikkiaan 300 000 vaihtoehtoisten käyttövoimien autoa vuoteen 2030 mennessä.

Murrosareenan työskentelyn lähtökohdaksi otettiin huomattavasti kunnianhimoisempi tavoite. Tavoitteena on saada liikenteeseen 750 000 vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävää ajoneuvoa. Muutos on suuri, koska nyt Suomessa on rekisteröity vasta muutamia tuhansia sähköautoja. Haasteena on ennen muuta sähköautojen korkea hankintahinta ja käyttäjien huoli latausmahdollisuuksista pitkillä matkoilla. Toisaalta suurempi sähköautojen määrä vähentää tarvetta biopolttoaineiden raaka-aineiden lisääntyvään hankintaan, mikä on viime aikoina herättänyt huolta yhteiskunnan eri tahoilla.

Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen määrän nostaminen 750 000:een vuoteen 2030 mennessä edellyttää määrätietoisia toimia erityisesti kahden seuraavan vuoden aikana.

Globaalien trendien ja autonvalmistajien julkistamien tavoitteiden perusteella sähköautot ovat vähäpäästöisen liikenteen keskiössä. Sen vuoksi työssä keskityttiin sähköautojen edistämiseen. Polun arvioissa niiden osuus uusista autoista nousee 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä ja lähes 100 prosenttiin tarkastelujakson loppuun mennessä. Näin liikenteessä olisi noin 300 000 sähköautoa vuonna 2024 ja yli 600 000 sähköautoa vuonna 2030. Julkisia latauspisteitä olisi käytettävissä yli 2000 kappaletta vuoteen 2020 mennessä. Tämän tavoitteen saavuttaminen merkitsisi noin 1,2 miljoonan tonnin vähennystä Suomen vuosittaisiin hiilidioksidipäästöihin.

Kansainvälinen ja Euroopan unionin politiikka ohjaavat ajoneuvojen hiilidioksidipäästöjen ja niin sanottujen lähipäästöjen rajoittamista. Nämä ovat jo edistäneet uusien ajoneuvojen päästöjen alenemista, mutta johtaneet myös paljon julkisuutta saaneisiin huijausyrityksiin. Kiristyvien päästörajoitusten arvioidaan kaventavan kustannuseroa sähköautojen ja polttomoottoriautojen välillä. Suomessa tarvitaan nopeita toimia sähköautojen markkinoiden muodostumisen edistämiseksi.

Keskeiset viestit:

Kansalliset nopeat politiikkatoimet ovat keskeisiä ensimmäisen ison kysyntäaallon käynnistämisessä. Murrospolun tavoitteeksi asetettu vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen määrän nos-

taminen 750 000:een vuoteen 2030 mennessä edellyttää määrätietoisia toimia erityisesti kahden seuraavan vuoden aikana. Keskeiset tukitoimet kohdistuvat maankäytön ja infrastruktuurin kehittämiseen, rakennusmääräysten uudistamiseen, yleiseen informaatio-ohjaukseen sekä yritysten ja julkisten hankintojen suuntaamiseen. Tehokas keino kysynnän lisäämiseksi olisi ottaa käyttöön sähköautojen hankintatuki. Sähköautojen vapautus väliaikaisesti veroista voisi tarjota vaihtoehtoisen keinon Norjan mallin mukaisesti.

Oppimiskäyrälle pääsy synnyttää itsenäiset markkinat. Ensimmäisen kysyntäaallon myötä kehittyvät vaihtoehtoista käyttövoimaa hyödyntävien autojen jälleenmyyntimarkkinat ja huoltopalveluihin liittyvä osaaminen. Nopealle oppimiskäyrälle pääseminen edellyttää myös kuluttajien luottamusta. Sen lisäämisessä kohdennetulla viestinnällä ja käyttökokemuksilla on tärkeä rooli.

Huomioidaan myös laajemmat hyötyargumentit. Keskustelu liikenteen käyttövoimista on keskittynyt erityisesti hiilidioksidipäästöjen leikkaamiseen, mutta polttomoottoriautojen vähentämisellä on myös välittömiä terveysvaikutuksia esimerkiksi pienhiukkaspäästöjen vähentymisen myötä. Monissa Euroopan kaupungeissa on jo otettu käyttöön paikallisia politiikkatoimia polttomoottoriautoilun vähentämiseksi.

Politiikalla on uutta tukeva ja vanhaa horjuttava rooli. Liikenteen murroksen keskiössä ovat markkinoita synnyttävät toimet, mutta tarvitaan myös sääntelyä, jolla ohjataan vanhoja ajoneuvoja pois markkinoilta. Esimerkiksi nykyistä jyrkemmin nouseva päästöpohjainen ajoneuvoverotus ja auton hankintaan kohdistuvan autoveron voimakkaampi porrastus ovat selkeitä politiikkakeinoja, joilla horjutetaan fossiilisten polttoaineiden asemaa ja tuetaan puhtaampia vaihtoehtoja. Liikenteen sähköistyminen voi myös johtaa öljyn nopeisiin markkinahintojen heilahduksiin, joita on jo nähty kivihiilen markkinoilla. Kontrollipolitiikka ja vero-ohjaus ovat tärkeitä keinoja, joilla fossiilisten polttoaineiden hinta voidaan pitää korkealla ja pitkän aikajänteen kehityskulku ennakoitavana.

Hyvien sopimusmallien ja käytäntöjen kehittämisellä ja levittämisellä voidaan turvata lataamisen tasapuolisuus taloyhtiöissä ja työpaikoilla.

Latausinfrastruktuurin kehittämiseksi tarvitaan vielä tukea. Julkinen latausinfrastruktuuri on lähtenyt kehittymään hyvää vauhtia varsinkin suurimmissa asutuskeskittymissä. Latausverkoston kehittymisen ja maantieteellisen laajentumisen turvaamiseksi on tarpeen jatkaa edelleen julkista tukea lataamiselle.

Kehitetään kotilataamisen käytäntöjä ja sopimusperiaatteita. Sähköautojen kotilataaminen etenkin taloyhtiöissä uhkaa muodostua liikenteen sähköistymisen pullonkaulaksi, koska sähköautojen lataamisen nähdään uhkaavan yhteisen infrastruktuurin tasapuolista käyttöä. Hyvien sopimusmallien ja käytäntöjen kehittämisellä ja levittämisellä voidaan turvata lataamisen tasapuolisuus taloyhtiöissä ja työpaikoilla. Varsinkin isännöitsijöiden ja kiinteistöalan ammattilaisten kouluttamisella voidaan parantaa sähköautoihin liittyvien kysymysten hallintaa taloyhtiöissä.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 5 nostoa:

- **Nostetaan kunnianhimon tasoa porrastetusti ja ennakoitavasti.** Kunnianhimon nostaminen virallista tavoitetta korkeammalle on mielekästä ja perusteltua. Liikenteen teknologioiden kehityksessä ja kuluttajakäyttäytymisessä tapahtuu nyt nopeita muutoksia, jotka eivät ole alisteisia poliittisille strategioille. Käytännössä poliittisia toimia voidaan kiristää porrastetusti ja ennakoitavasti, jolloin ne tukevat markkinoilla tapahtuvaa kehitystä aiheuttamatta suuria häiriöitä.
- **Markkinaheilahduksia näköpiirissä.** Energiamurros ei ole lineaarisesti etenevä polku. Edessä on markkinaheilahduksia, joiden keskiössä on liikennejärjestelmää nykyisin liikuttava öljy. Sen maailmanmarkkinahinnat voivat laskea äkillisesti ja rajusti. Väliaikaiset markkinahäiriöt eivät saa muodostua esteeksi pidemmän aikavälin kehitykselle.
- **Latausinfrastruktuurin kehityksessä mahdollisuuksia ja uhkia.** Sähköautojen latausinfrastruktuurin kehitys tarjoaa tilaisuuksia liiketoiminnalle ja innovaatioille. Poliittiset tukitoimet ovat tarjonneet alkusykäyksen julkisen infrastruktuurin laajentumiselle. Siitä on huolehdittava jatkossakin. Yksityisen latausinfrastruktuurin kehitystä on tuettava paitsi sääntelyllä ja taloudellisella ohjauksella, myös kehittämällä tasapuolisen ja oikeudenmukaisen käytön takaavia käytäntöjä.
- **Katse vuoteen 2022.** Tarkastelussa on arvioitu, että sähköautojen markkinaehtoinen hankintahinta on samalla tasolla polttomoottoriautojen kanssa vuonna 2022. Tämän jälkeen sähköautojen yleistyminen tapahtuu ilman voimakkaita hankintaan kohdistuvia politiikkatoimia.
- **Suurempi murros tapahtuu liikennepalveluiden puolella.** Käyttövoiman muutos on liikennejärjestelmän akuutti ja konkreettinen haaste, mutta suuremmat muutokset tapahtuvat liikenteen palvelullistumisessa. Siinä painopiste on omistusoikeuden käsitteen ja liikkumisen omaksuttujen toimintatapojen kulttuurisessa muutoksessa. Tätä on tarkasteltu täsmällisemmin omassa polussaan (täydentävä polku #7).

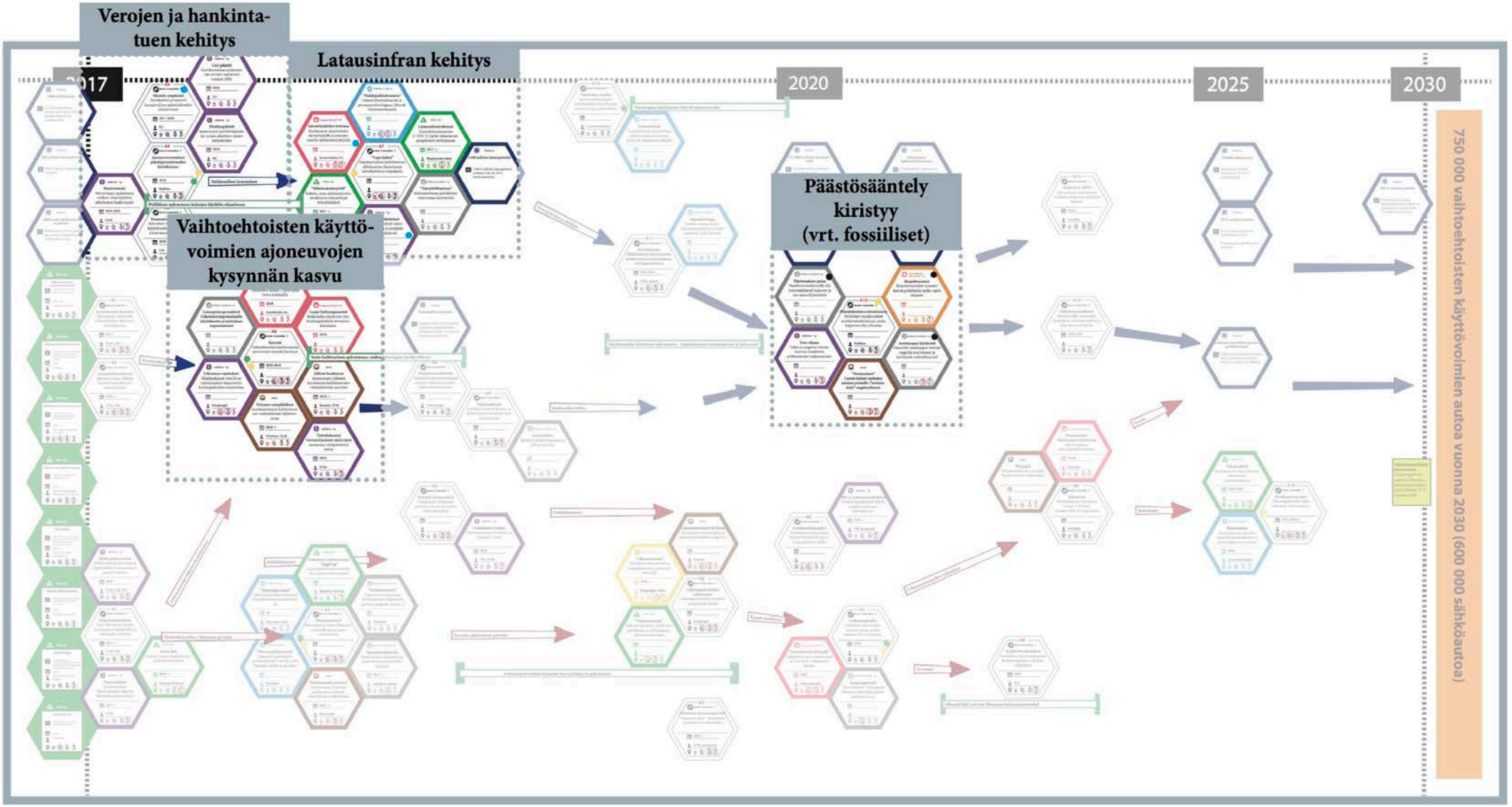
Implikaatioita energiapolitiikalle – 3 nostoa:

- Liikennepolitiikan kunnianhimon tasoa on edelleen nostettava ja keinoja tarkistettava, koska liikenteen murrokset etenevät ennakoituakin nopeammin.
- Julkisten hankintojen periaatteet sekä yritys- ja työsuhdeautojen verotusperiaatteet on tarkistettava, jotta edistettäisiin vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvojen markkinoiden muodostumista.
- Infrastruktuurin kehittämisestä on huolehdittava sekä kansallisella että kunnallisella tasolla. Etenkin sähköautot, mutta myös kaasu- ja hybridiajoneuvot vaativat tukitoimia kaikilla politiikan tasoilla.

Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Vaihtoehtoisten käyttövoimien autojen kysynnän**
- **kasvattaminen**
- **Latausinfrastruktuurin ja latauskäytäntöjen kehittäminen**
- **Verovälineiden ja hankintatuen kehitys**
- **Päästösäätelyn kiristäminen**

Polun #6 muutostavoite: ***Vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntävien autojen (sähköautot, kaasuautot, ym.) määrän lisääminen 750 000:een 2030 mennessä***



Kuva 11. Polun #6 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkuraportista (ks. Liite 3 linkit).

6.7 Liikenteen palvelullistaminen (MaaS)

Tavoite ja taustaa:

Polun #7 muutostavoite:

Liikennepalvelut auttavat vähentämään kokonaisajosuoritetta vähintään 10 prosenttia vuoteen 2030 mennessä:
”Auton omistamiselle on vaihtoehtoja – tehdään niistä näkyviä ja monipuolisia”

Liikenteen käyttövoimien muutoksen lisäksi liikennepalvelut ovat tärkeä megatrendi. Oikein toteutettuna liikennepalveluiden avulla voidaan vähentää kokonaisajosuoritetta ja ajoneuvon omistamisen tarvetta. Liikennepalvelut voivat olla moninaisia, mutta tässä tarkoitetaan palvelumalleja, joissa käyttäjä maksaa eri liikennevälineiden käytöstä joko kuukausisopimuksin tai matkaketjuittain. Eri palvelut yhdistetään digitaalisen palvelun avulla.

Parhaimmillaan digitaaliset liikkumispalvelut voivat lisätä joukkoliikenteen käyttöä, koska pääsy asemille ja pysäkeille helpottuu kutsuliikenteen ja kevyen liikenteen avulla. Mallilla voidaan myös vähentää pysäköinnin tarvetta kaupunkialueilla, lisätä matkustusmukavuutta ja -joustavuutta ja parantaa ajoneuvokannan käytön tehokkuutta.

Maaseudun palvelukonseptit on käytännössä rakennettava uudelta pohjalta, esimerkiksi liittämällä erillisiä palveluntarpeita toisiinsa.

Suomessa näiden Mobility as a Service (MaaS) -palvelujen kehitystä tukevat useat paikalliset kokeilut. Ensimmäiset kaupalliset palveluoperaattorit ovat myös aloittaneet toimintansa. Kehitys on kuitenkin vielä aivan alkuvaiheessa ja liiketoimintamallit kehittymättömiä.

Keskeiset viestit:

Tarvitaan sekä palveluita että kysyntää. Liikennepalveluiden markkinoilla vallitsee nykyisin ’muna vai kana’ -ongelma. Sekä liikenteen palvelut että niiden kysyntä ovat puutteellisia monipuolisten palvelumarkkinoiden kehittymiseksi. Seuraavaksi tarvitaan loikka kokeiluista ja palveluideoista kohti toimivia ja monipuolisia liikennepalveluiden markkinoita. Polkutyöskentelyssä hahmoteltiin toimia sekä palvelukysynnän lisäämiseksi että monipuolisten palveluiden kehittämiseksi.

Edetään kohti katkeamattomia liikenneketjuja. Liikkumisen kokemuksen on oltava vaivatonta ja sulavaa. Tässä olennaista on palveluiden sovittaminen sulavaksi kokonaisuudeksi, katkeamattomiksi liikenneketjuiksi. Julkisella ohjauksella voidaan tukeapalveluiden yhteistoimintaa ja siirtymiä eri palveluiden välillä.

Myös maaseudulla tarvitaan liikenteen palveluita. Liikennepalveluiden kehityksessä on keskitytty voimakkaasti kaupunkeihin, joissa on runsaasti potentiaalisia kuluttajia. Tulevaisuudessa on kuitenkin tunnistettava myös maaseudun ja haja-asutusalueiden liikennepalveluiden tarpeet nykyistä paremmin. Maaseudun palvelukonseptit on käytännössä rakennettava uudelta pohjalta, esimerkiksi liittämällä erillisiä palveluntarpeita toisiinsa ja siten tuomalla irralliset kuljetuspalvelut yhteen kokonaisuuteen. Näin on toimittu esimerkiksi Etelä-Karjalassa käynnistetyssä kutsutaksikokeiluissa, jonka tärkeä osa ovat julkisesti rahoitetut kuljetukset.

Robottiautojen aika. Liikenteen kokonaisvaltainen palvelullistuminen on mahdollista itseohjautuvien autojen, eli robottiautojen yleistymisen myötä. Robottiautot tulevat olemaan kalliita vielä pitkän aikaa, mikä korostaa vaihtoehtoisia omistussuhteita ja liikkumisen palveluluonnetta. Samalla palvelut tulevat kaikkien saataville, koska ajoneuvot ovat helpommin saavutettavia mm. lapsille, vanhuksille ja liikuntarajoitteisille.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 3 nostoa:

- **Nyt on hyvä aika edistää liikennepalveluita.** Liikenteen palveluiden edistämisestä vallitsee vahva poliittinen yhteisymmärrys, mutta keinot ovat toistaiseksi puutteellisia. Vahvemmalla poliittisella signaalilla olisi merkittävä rooli liikenteen murroksessa.
- **”Omistajuuden” merkityksessä tapahtuu kulttuurinen muutos.** Ajoneuvojen omistajuudessa on tapahtumassa kulttuurinen muutos, jota on tarpeen tukea. Kehitystä vahvistavat yhteisomistamiseen liittyvä yhteisöllisyys, yksilöllisten ja mukautuvien palveluiden tarve sekä omistamisen todellisten kustannusten tekeminen näkyväksi. Kulttuurisen murroksen myötä vaihtoehtoiset liikkumisen käytännöt saavat tilaa.
- **Datan hallinnan kysymyksiin tarvitaan vastauksia.** Liikennepalveluissa digitalisaatiolla on tärkeä rooli. Erilaisten järjestelmien yhteensovittaminen tuo mukanaan datan hallintaan ja yksityisyydensuojaan liittyviä kysymyksiä, jotka vaativat huomiota. Myös avoimella datalla voi käytännössä olla keskeinen rooli liikenteen palveluiden kehittymisessä.

Implikaatioita energiapolitiikalle – 2 nostoa:

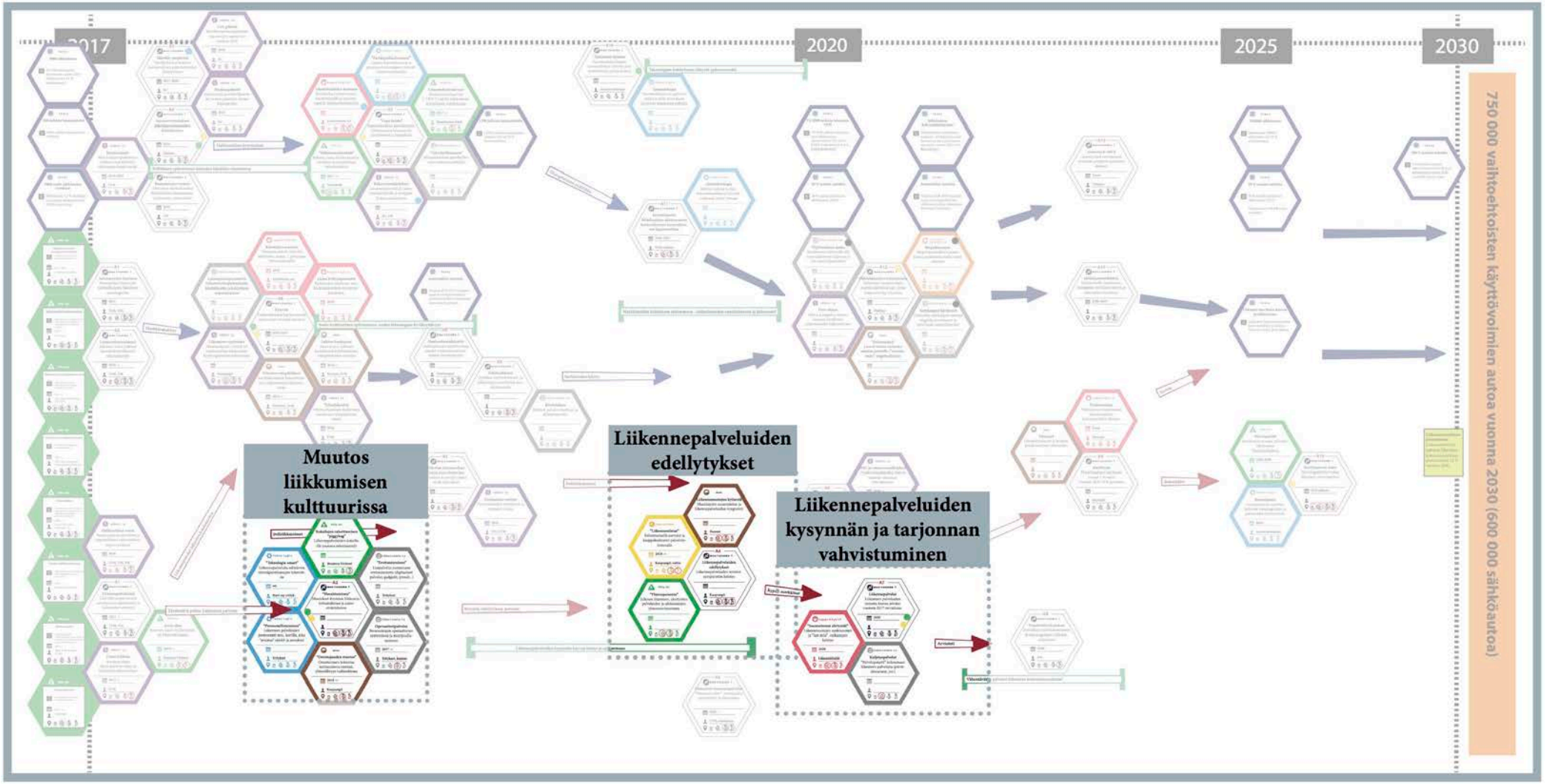
- Liikennepalveluiden toimintaympäristön kannalta keskeisen lainsäädännön, varsinkin uuden liikennepalvelulain, soveltamiseen ja evaluointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Palvelupohjaiseen liikenteeseen siirtyminen on pitkä oppimisprosessi, jossa tarvitaan sekä poliittista että taloudellista tukea.
- Kaupunkisuunnittelulla ja maankäytön ohjauksella on tärkeä rooli sujuvien liikennepalveluiden olosuhteiden parantamisessa ja erilaisten palveluiden yhteensovittamisessa.

Erilaisten järjestelmien yhteensovittaminen tuo mukanaan datan hallintaan ja yksityisyydensuojaan liittyviä kysymyksiä.

Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Havahtuminen muutokseen liikkumisen kulttuurissa**
- **Liikennepalveluiden edellytysten luominen**
- **Liikennepalveluiden kysynnän ja tarjonnan vahvistaminen**

Polun #7 muutostavoite: ***Liikennepalvelut auttavat vähentämään kokonaisajosuoritetta vähintään 10 % vuoteen 2030 mennessä***



Kuva 12. Polun #7 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkuraportista (ks. Liite 3 linkit).

Kuva 13. Polkutyöskentelyn teemoja.

6.8 Puhtaan ja älykkään energiateknologian ja -palveluiden viennin moninkertaistaminen

Tavoite ja taustaa:

Polun #8 muutostavoite:

Puhtaan ja älykkään energiateknologian ja -palveluiden viennin moninkertaistaminen: ”Kaksinkertaistetaan puhtaan ja älykkään energiateknologian ja -palveluiden vienti 2020-luvun alkupuolella ja viisinkertaistaan se vuoteen 2030”

Kansainvälinen energiamurros ja ilmastonmuutoksen hillintä luovat valtavat energiateknologian markkinat, joihin Suomenkin tulee päästä käsiksi (ks. esim. *Salokoski, 2017*). Energiaan liittyvä biotalous ja cleantech ovat Suomen teollisuuden merkittävimpiä kärkialoja. Aiheesta on laadittu viime vuosina useita taustaraportteja (esim. *Gaia Consulting, 2015; Syke, 2015; ETLA, 2015; Sitra, 2016; Demos Helsinki & Solved, 2016*) ja puhdas teknologia on ollut esillä myös Sipilän hallituksen ohjelmassa.

Cleantech-vienti on kuitenkin kehittynyt viime vuosina toivottua hitaammin. Tähän tulokseen tullaan esimerkiksi Suomen ilmastopaneelin raporteissa (*Berghäll, 2016* ja *Ollikainen et al., 2016*). Tuoreen tanskalaisen tilastovertailun (*Eksport af Energiteknogi og -service, 2016*) mukaan energiateknologian osuus EU15-maiden viennistä oli vuonna 2010 suurin Suomessa, mutta vuoteen 2016 mennessä Tanska ja Saksa olivat ohittaneet Suomen.

Eräs syy tähän voi olla se, että Suomella ei ole vahvoja perinteitä niiden energiateknologioiden alalla, jotka yleistyvät nopeimmin. Suomen perinteiset energia-alan vahvuudet ovat liittyneet mm. energiatehokkuuteen, erimuotoiseen puuenergiaan ja siihen liittyviin teknologioihin sekä yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon.

Suomi voisi päästä käsiksi näihin kansainvälisesti tärkeisiin markkinoihin nousemalla energia-alalla digitalisoitumisen kärkihyödyntäjäksi.

Bioenergiaratkaisuilla on edelleen kasvuvaraa, mutta kansainvälisesti energia-alan kasvukärkiä ovat kuitenkin muun muassa aurinko- ja tuulienergia, akut ja muut sähkön varastoinnin ja muuntamisen teknologiat, sähköinen liikenne sekä erilaiset smart grid sekä tarjonta- ja kysyntäjoustoratkaisut. Suomi voisi päästä käsiksi näihin kansainvälisesti tärkeisiin markkinoihin nousemalla energia-alalla digitalisoitumisen kärkihyödyntäjäksi. Tämä edellyttäisi aiemmin muiden sektoreiden tarpeisiin kehitetyn it- ja ohjelmisto-osaamisen hyödyntämistä.

Suomen energia- ja ilmastostrategia vuodelta 2016 tunnistaa cleantech-ratkaisut merkittävänä osana strategian toteutusta, mutta asiaan liittyviä tavoitteita ja toimenpiteitä ei ole kovin pitkälle konkretisoitu. Selonteon poliittiset linjaukset –osiossa korostetaan kuitenkin, että ”energiateknologia ja -innovaatiot voivat toimia merkittävänä talouskasvun moottorina” ja viitataan muun muassa kansainväliseen *Mission Innovation* -hankkeeseen.

Keskeiset viestit:

On siirryttävä sanoista tekoihin. Suomen energiateknologian ja -palveluiden vienti ei ole kehittynyt toivotusti, kun otetaan huomioon globaalin energiamurroksen luomat mahdollisuudet. Tämä tilanne ei ole saanut riittävää huomiota energia-, ilmasto- ja teollisuuspoliittisessa strategiatyössä ja käytännön toiminnassa. Hyvistä kehittämisajatuksista puhutaan, mutta käytännön resursointi ja toteutus ontuvat. Yritysten, valtion ja kuntien yhteistyöllä tulisi aikaansaada merkittävä hyppäys uusien innovatiivisten ratkaisujen kehittämiseen ja niiden viennin edistämiseen. Vuonna 2018 käynnistyvä *Business Finland* voi edistää tätä tavoitetta laatimalla Suomen puhtaan ja älykkään energiateknologian kehittämis- ja vientiohjelman sekä viemällä sen riittävästi resursoituna käytäntöön yhteistyössä kaikkien osapuolten kanssa.

Suomen energiaosaamisprofiilin terävöittäminen ja brändääminen. Suomen maabrändiä on terävöitettävä javahvistettava, jotta Suomen viennin kasvulle luodaan paremmat edellytykset. Tähän päästään lupaavimpien kasvukärkien nykyistä paremmalla yhteisellä tunnistamisella. Nyt energiateknologiat ja –palvelut sekoittuvat epäselvästi osiksi laajempia kokonaisuuksia. Vuonna 2019 muodostettavan hallituksen ohjelma tarjoaa mahdollisuuksia yhteiskunnallisen sitoutumisen ja maabrändin vahvistamiseen. Suomen tulisi olla myös näyttävästi mukana monissa uusissa energia-alan verkostoissa.

Vahvempi kansainvälisyys ja isot satsaukset tarpeen. Suomalaisessa energiakeskustelussa ja –politiikassa keskitytään paljon siihen, miten energiaa tuotetaan ja kulutetaan Suomessa. Suomen kotimarkkinat voivat olla hyvä lähtökohta uusien teknologioiden ja palveluiden kehittämiselle. Menestyminen edellyttää kuitenkin varsin nopeaa kansainvälistymistä ja kansainvälistä yhteistyötä alusta alkaen. Kansainväliset puhtaan ja älykkään energiateknologian markkinat ovat isot ja vaativat useimmiten myös vahvoja toimijoita. Sekä yritykset että julkisen vallan eri toimijat voivat pyrkiä liittoutumaan uudella tavalla kansallisesti ja kansainvälisesti. Monesta näkökulmasta pohjoismaisen yhteistyön tiivistäminen olisi hyödyllistä: Suomen maabrändi on pohjoismaalaisuuteen liittyvä, ja monissa tapauksissa pohjoismaat muodostavat jo nyt suomalaisille yrityksille kotimarkkinat. Myös suomalaisten energiaratkaisujen avoimet kehittämis- ja markkinointikeskukset eri mantereiden päämarkkinoilla olisivat tarpeen.

Menestyminen edellyttää kuitenkin varsin nopeaa kansainvälistymistä ja kansainvälistä yhteistyötä alusta alkaen.

Kotimaiset testialustat, julkiset hankinnat ja kuluttajamarkkinat viennin ponnahdusalustoiksi. Kaupungit, alueet, Tekes ja eräät säätiöt kuten *Smart & Clean* -säätiö ovat viime aikoina ilahduttavasti ryhtyneet tukemaan avoimien testi- ja demonstraatioalueiden syntymistä. Niiden tulisi edistää radikaaleja, omaperäisiä, suuren vientipotentin ratkaisuja. Niiden toimintaa voidaan tukea kehittämällä samanaikaisesti innovatiivisia julkisia hankintoja ja uudistamalla tarvittaessa sääntelyä kokeilujen aikaansaamiseksi. Tällaisia toimia tarvitaan erityisesti uusien kuluttajille suunnattujen ratkaisujen synnyttämiseen. Alustat ja kokeilut eivät kuitenkaan riitä ja siksi kokeiluista oppimiseen, tiedon levittämiseen ja kaupallisen toiminnan käynnistämiseen on kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota.

Puhtaat ja älykkäät energiaratkaisut on tärkeää tunnistaa paremmin myös omana monipuolisena kokonaisuutena terveysteknologian tapaan.

Yritysten ekosysteemien monipuolistaminen. Energia-ala on perinteisesti ollut suurten yksiköiden ja pitkäaikaisten investointien hallitsema ala. Uudet energiaratkaisut tarjoavat mahdollisuuksia myös hajautetummille ja joustavimmille ratkaisuille. Niihin tarttuminen edellyttää innovatiivista ja rohkeaa kokeilua. Radikaalit uudistukset lähtevät usein liikkeelle uusien toimijoiden myötä. Tämän takia uusien yritysten synnyttäminen ja niiden kasvun tukeminen on tärkeää. Uudet yritykset tarjoavat myös alan vanhoille yrityksille mahdollisuuksia uudistua rahoittamalla ja ryhtymällä yhteistyöhön. Onkin välttämätöntä, että suomalaiset energia-, teknologia-, it- ja palveluyritykset monipuolistavat toimintakenttäänsä nykyistä enemmän uusien puhtaiden energiaratkaisujen aloille. Sen lisäksi tarvitaan ulkomaisten yritysten investointeja Suomeen sellaisissa uusissa tärkeissä tuoteryhmissä, joissa Suomesta ei löydy riittävästi osaamista.

Työskentelyssä syntyneet oivallukset – 3 nostoa:

- **Puhtaat ja älykkäät energiaratkaisut esiin omana kokonaisuutena.** Tällä hetkellä puhtaat ja älykkäät energiaratkaisut hukkuvat biotalouden ja cleantechin osiksi, eikä digitalisaation keskeistä merkitystä osana näitä ratkaisuja aina ymmärretä. Siksi puhtaat ja älykkäät energiaratkaisut on tärkeää tunnistaa paremmin myös omana monipuolisena kokonaisuutena terveysteknologian tapaan. Tarkempaa fokusointia voidaan käyttää vientistrategian kehittämisessä ja Suomen kansainvälisessä profiloimisessa.
- **Uusien korkean jalostusasteen puuenergiatuotteiden kehittäminen.** Puuenergia on tärkein energialähde Suomen energiapaletissa jo nyt, ja sen osuus on edelleen kasvamassa. Puun käytön vanhojen ja uusien korkean jalostusasteen tuotteiden kehittämiseen on kuitenkin yhä tärkeämpää, ja energiatuotteet kannattaa kehittää puun muun käytön sivuvirroista. Korkean jalostusasteen puupohjaisia tuotteita voidaan synnyttää sekä kemiallisen että mekaanisen metsäteollisuuden puolella. Uusien tuotteiden ja innovaatioiden kehittämiseen tarvitaan toimijoita myös perinteisen metsäteollisuuden ulkopuolelta.
- **Rahoitusosaaminen ja pääomamarkkinoiden toiminta keskeistä.** Energiaratkaisuissa investointien rahoittaminen on aina ollut keskeisessä asemassa. Tämä vain korostuu uusien polttoaineettomien energiateknologioiden yhteydessä. Syntyy myös uusia rahoitustarpeita kuten vaikkapa projektirahoitus kansainväliseen tarjouskilpailuun osallistumiseen tai tuotteiden myymiseen palveluina. Lisäksi alan kehitykselle tärkeiden uusien yritysten nopean kasvun rahoittaminen pääomasijoituksin, vihreillä joukkovelkakirjalainoilla, suurten yritysten venture-toiminnan kautta ja ulkomaisen investoinnein on tarpeen. Kehittämisrahastoja ovat kehittäneet myös edelläkävijäkaupungit. Energiaratkaisujen viennin moninkertaistaminen voi toteutua vain, jos samaan aikaan syntyy myös uusia pörssiyrityksiä kasvuyritysten pohjalta. Siksi pääomamarkkinoiden kehittynyt toiminta on tärkeää.

Implikaatiot energia- ja innovaatiopolitiikalle – 3 nostoa:

- *Business Finlandin*[7] käynnissä olevan perustamisen ja toiminnan ripeän uudistamisen onnistuminen on tärkeää, jotta uusien energiateknologioiden kehittäminen, kaupallistaminen ja viennin tukeminen toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. Konkreettisena työkaluna toiminnan kehittämisessä voi olla **puhtaiden ja älykkäiden energiateknologioiden vientiohjelman käynnistäminen** uuden organisaation käynnistyessä. Business Finlandin toimintaa on myös resursoitava riittävästi.
- Energia- ja innovaatiopolitiikan nykyistä vahvempi kytkentä on tarpeen myös laajemmin hallinnossa. Energia- ja ilmastopolitiikka on Suomessa painottunut sen edistämiseen, miten Suomen oma energian tuotanto ja kulutus saadaan tasapainotettua: On kekitytty täyttämään kotimaisen teollisuuden tarpeet ja toisaalta kansainväliset, erityisesti EU:sta tulevat ilmastopolitiikan vaatimukset. Energia on käsitetty välttämättömänä hyödykkeenä, ei teknologiaviennin lähteenä. Toisaalta innovaatiopolitiikassa, erityisesti Tekesin toiminnassa, on painottunut myös uusien energiateknologioiden kehittäminen. Eri politiikan lohkojen tiiviimmällä yhteistyöllä luotaisiin nykyistä paremmat edellytykset uusien innovatiivisten ratkaisujen syntyyn ja kotimaisten referenssimarkkinoiden luomiseen. Niiden avulla voidaan myötävaikuttaa sekä Suomen energiahaasteisiin vastaamiseen että viennin edistämiseen. Tämän toteuttaminen käytännössä voi vaatia hallinnonaloja yhdistävien teknologia- ja liiketoiminta-osaajien rekrytointia.
- Suorien ja epäsuorien energiatukien ja -verotuksen läpikäynti ja uudistaminen innovatiivisuutta edistävään suuntaan on keskeinen keino vaikuttaa viennin kehitykseen. Läpikäynnin avulla voitaisiin lisätä julkisen sektorin mahdollisuuksia tukea uusien energiaratkaisujen syntymistä, käyttöönottoa ja vientiä.

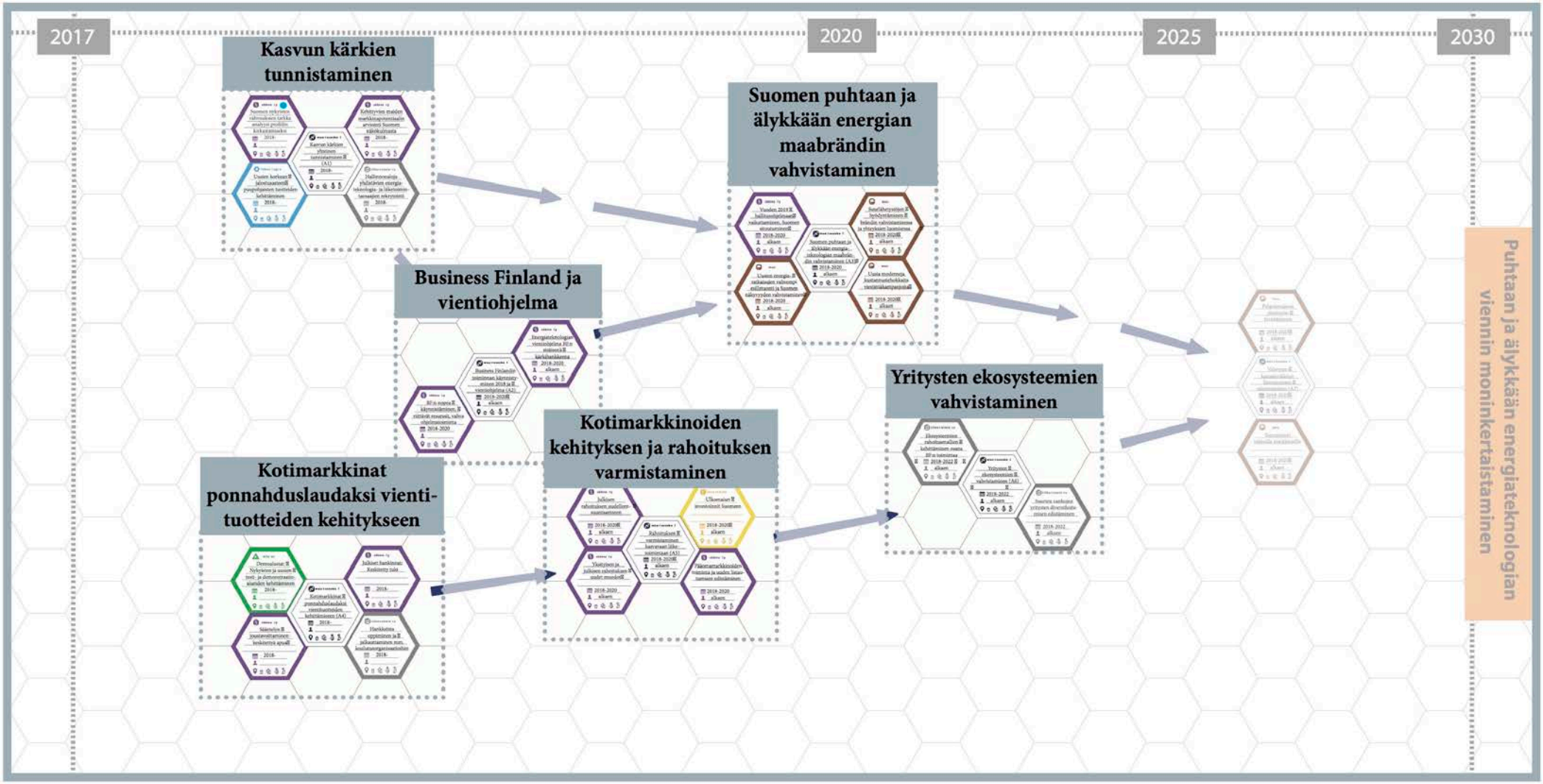
Konkreettisena työkaluna toiminnan kehittämisessä voi olla puhtaiden ja älykkäiden energiateknologioiden vientiohjelman käynnistäminen.

Tärkeimmät tarvittavat muutokset:

- **Kasvun kärkien yhteinen tunnistaminen**
- **Business Finlandin toiminnan käynnistyminen 2018 ja älykkäiden energiaratkaisujen vientiohjelma**
- **Suomen puhtaan ja älykkään energian maabrändin vahvistaminen**
- **Kotimarkkinat ponnahduslaudaksi vientituotteiden kehittämiseen**
- **Rahoituksen varmistaminen kasvavaan liiketoimintaan**
- **Yritysten ekosysteemien vahvistaminen**
- **Vahvojen kansainvälisten liittoutumien rakentaminen**

[7] Business Finland muodostetaan Tekesin, Finpron, Invest in Finlandin ja Visit Finlandin yhdistämisellä.

Polun #8 muutostavoite: ***Puhtaan ja älykkään energiateknologian ja –palveluiden viennin moninkertaistaminen***

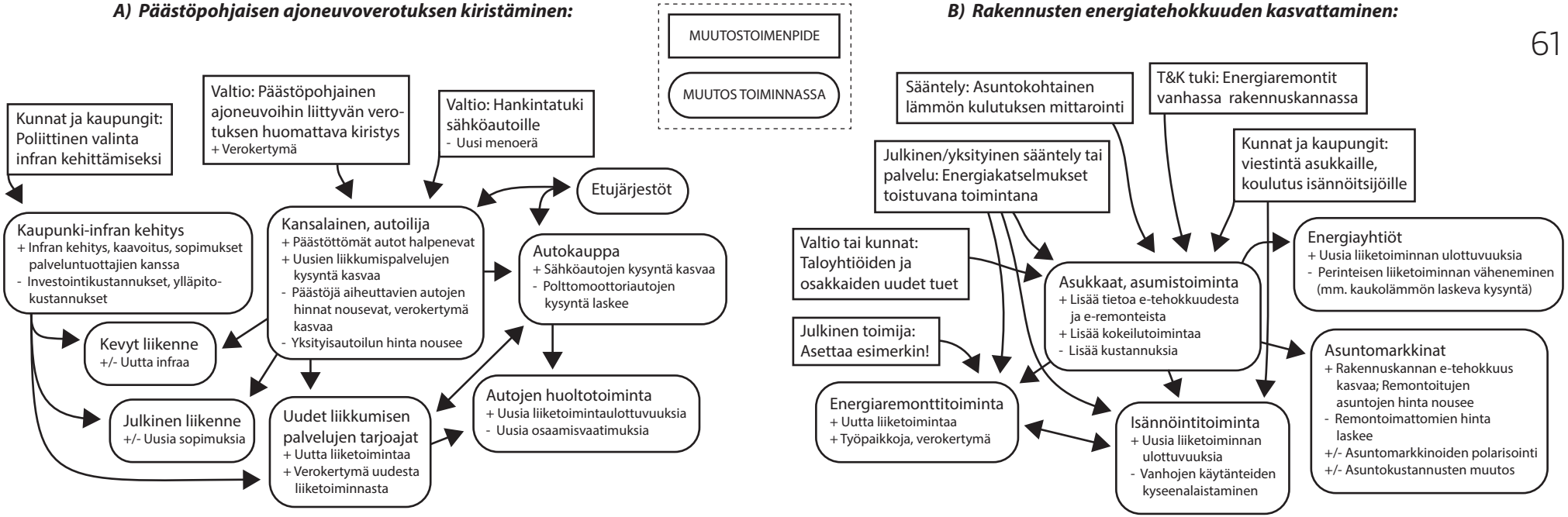


Kuva 14. Polun #8 kokonaiskuva ja tärkeimmät muutosaskeleet.
Polun kaikkia askeleita voi tarkastella yksityiskohtaisesti polkuraportista (ks. Liite 3 linkit).

6.9 Muutosten avaaminen ja tarkastelu

Kun tarkastellaan tarvittavia muutoksia kullakin polulla, voidaan havaita, että muutokset liittyvät toisiinsa, ja vastaavasti vaikuttavat eri tekijöihin monella muullakin polulla. Työskentelyssä tunnistettuja tarvittavia muutoksia voidaankin tarkastella niin tarvittavien toimenpiteiden kuin eri toimijoiden toiminnan kehittymisen kautta. Muutosten välisten kytkentöjen havainnollistaminen auttaa myös ymmärtämään, miksi eri toimijat pyrkivät edistämään tai estämään muutostoimenpiteitä.

Murrosareenatyöskentelyn tehtävä on tunnistaa tarvittavat muutostoimet energiajärjestelmän murroksen vauhdittamiseksi. Tämän raportin luvussa 7 tarkastellaan tarkemmin muutostoimia toimijoiden näkökulmasta. Niitä ei kuitenkaan voida avata yksityiskohtaisesti raportin puitteissa. Kuva 15 esittää kahden esimerkin avulla, kuinka eri toimet ja muutokset liittyvät toisiinsa.



Kuva 15. Tarkasteluesimerkit: A) Päästöpohjaisen ajoneuvoverotuksen kiristäminen; B) Rakennusten energiatehokkuuden kasvattaminen.

7 / Energia-, ilmasto- ja innovaatiopoliittiset johtopäätökset

Murrosareena-prosessi tuottaa monia erilaisia tulostyyppejä (ks. tietolaatikko 7.1.) ja usean eri tarkkuustason tuloksia. Prosessin kautta löytyy tehtäviä eri toimijaryhmille: Poliitikoille, virkamiehille, elinkeinoelämälle, järjestöille ja kansalaisille. Tämä on prosessin vahvuus, mutta samalla se on omiaan hajauttamaan prosessin johtopäätökset ja suositukset. Jotta tärkeimmät johtopäätökset hahmottuisivat kirkkaasti, tämä luku etenee yleisistä, koko murrosareena-prosessin läpäisevistä johtopäätöksistä (7.1) polkukohtaisiin avaintoimiin (7.2) ja toimijakohtaisiin toimenpidelistoihin välittömistä muutostoimista (7.3). Tämän jälkeen tarkastellaan murroksellisia, sosioteknistä rakennetta horjuttavia toimia (7.4) sekä lopulta poluittain tehtyä, kaikkien poluilla sijaitsevien välittömien muutostoimien teemoittaista listausta (ks. Liite 1).

7.1 Koko prosessin kattavat johtopäätökset

1. **Energia- ja ilmastopolitiikan painopiste on siirtymässä tuotantokapasiteetin säädöstä teknologiamurroksen hallintaan.** Energiaa koskeva suunnittelu ja päätöksenteko on kulkenut maassamme energia-alan asiantuntijoiden vetämänä, ja hinta ja toimitusvarmuus ovat olleet tärkeimmät energiapolitiikan ajurit (EIS 2001-2016). Ilmastonmuutos ja Suomen vastuut sen torjumisessa sekä toisaalta uusien energiateknologioiden viimeaikainen nopea kehitys ovat muuttaneet tilanteen. Tarvittavat päästövähennykset edellyttävät merkittäviä rakenteellisia muutoksia viimeistään kymmenvuotiskaudella 2025–2035. Tällöin energiantuottajien ja -jakelijoiden liiketoiminta muuttuu, ovia avautuu valtaville uusille vientimarkkinoille ja asuminen, liikkuminen ja arjen kulutus muuttuvat merkittävästi. Tarvittavat päätökset edellyttävät asiantuntemusta ja energiakysymysten tarkastelua energia-alaa laajemmassa kontekstissa. Päättäväisten toimien aika on nyt.

2. **Luova tuho on väistämätöntä energiamurroksessa: energian käyttöön liittyvät politiikkatoimet on saatava toimimaan yhdessä innovaatiopolitiikan kanssa**. Maamme on kyettävä yhdistämään innovaatio-, energia- ja ilmastopolitiikka uudella tavalla menestyäkseen globaalissa muutoksessa. Ilmastovelvoitteiden täyttäminen nykyistä tuotanto- ja kulutusrakennetta säätämällä ja fossiiliset polttoaineet bioenergialla korvaamalla on lyhyen aikavälin taktiikkaa. Se ei johda systeemiseen muutokseen, jota yhteiskunnan hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä edellyttää. Vanhaan rakenteeseen takertumalla haaskataan myös energiamurroksen tarjoamat massiiviset globaalit markkinat uusille ratkaisuille esimerkiksi energiatekniikassa, energiatehokkuudessa, liikenteessä ja rahoituksessa. Muutos edellyttää energia- ja ilmastopolitiikan kytkemistä nykyistä vahvemmin innovaatiopolitiikkaan mutta myös esimerkiksi kaupunki-, alue- ja kuluttajapolitiikkaan.

3. **Puhdas energiajärjestelmä viennin moottorina.** Suomen hallituksen ja vuonna 2018 käynnistyvän *Business Finlandin* tulisi edistää merkittävää hyppäystä uusien innovatiivisten energiaratkaisujen kehittämisessä ja niiden käyttöönotossa Suomessa. Puuenergiaklusterista tiedetään, että teknologioiden laaja kotimainen käyttö edistää myös niiden vientiä. Kun kotimarkkinat laajennetaan älykkäisiin energiaratkaisuihin, vientipotentiaali on suuri.

4. **Määrätietoisesti pois fossiilisista polttoaineista: ilmastovaikutusten lisäksi fossiiliset polttoaineet ovat merkittävä kauppataseen heikentäjä.** Fossiilisten polttoaineiden, kuten kivihiilen, öljyn ja kaasun, käytöstä on ripeästi luovuttava ilmastonmuutoksen torjumiseksi. Fossiilisten polttoaineiden nettotuonti muodostaa myös merkittävän osan Suomen tuonnin arvosta. Niiden korvaaminen uusiutuvalla energialla tuo Suomelle pitkällä aikavälillä taloudellista hyötyä – varsinkin yhdistettynä energiatehokkuuden parantamiseen. Fossiilisten polttoaineiden negatiivisten ulkoisvaikutusten sisällyttäminen niiden hintoihin veroina mahdollistaisi kotimaahan suuntautuvat investoinnit energiatehokkuuteen, uusiutuvaan energiaan sekä hiilen käytöstä luopumiseen. Tällaiset investoinnit tukisivat myös työllisyyttä muun muassa rakentamisessa, asennuksessa, suunnittelussa sekä tuote- ja palvelukehityksessä viennin kasvun myötä.

5. **Joustavan ja dynaamisen energiajärjestelmän luonti on aloitettava nyt eikä ylihuomenna.** Vaihtelevan tuotannon lisääntyminen edellyttää energian kulutuksen joustavuutta. Kysyntäjouston mahdollistavat uudet digitaaliset teknologiat ja palvelut, joiden avulla pienasiakkaiden ja teollisten käyttäjien kulutusta voidaan ohjata automaatiolla tuotannon tai asumisviihtyvyyden kärsimättä.

Tulostyypit joita murrosareenatyöskentely tuottaa energia- ja ilmasto- ja innovaatiopolitiikalle

Murrosareenat tuottavat useita tulostyyppejä sosioteknisen muutoksen ennakointiin. Tässä prosessissa:

- Hahmotettiin innostava ja eteenpäin katsova visio, jollainen kannattaa jatkossa tuoda osaksi Suomen energia- ja ilmastostrategioita (luku 4).
- Jäsennettiin yli 30 sektoreita läpäisevää energia- ja ilmastopolitiikan tavoitetta (luvut 3–5).
- Mahdollistettiin monialainen dialogi toimenpiteistä, niiden vaikutuksista, toimien ristiinvaikutuksista sekä toteutumisen ehdoista ja rajoitteista (ks. luvut 6, 7.2; kuva 16).
- Tuotiin esiin yli 100 konkreettista toimenpidettä, jotka voitaisiin toteuttaa välittömästi kahdeksassa tarkastellussa muutospolussa (taulukko 2; Liite 3, polkukohtaiset raportit).
- Viitoitettiin mitä merkittävä kunnianhimotason nostaminen energia- ja ilmastostrategioiden tavoitteissa edellyttäisi, ja minkälaisia positiivisia vaikutuksia sillä voitaisiin saavuttaa (luvut 3–6).
- Konkretisoitiin polkutyöskentelyn avulla, mitä kunnianhimoiset tavoitteet edellyttävät: karsittiin katteettomat toiveet ja osoitettiin jäljelle jääneitä aukkoja, joita ilman muutospolut eivät voi toteutua.

On välttämätöntä, että sääntelyn ja hinnoittelun avulla edistetään kysyntäjoustoa ja sitä edistävien palvelujen syntyä.

6. Roolien ja toimijoiden muutos energiajärjestelmässä: mahdollistetaan kuluttajien aktivoituminen. Siirtymä vähähiiliseen energiajärjestelmään edellyttää, että loppukuluttajien – esimerkiksi yritysten, kansalaisten ja taloyhtiöiden– on helppoa osallistua energiamarkkinoille omalla tuotannollaan ja kysyntäjoustollaan. Uudet energiapalvelut ja -teknologiat laajentavat kuluttajien valinnanmahdollisuuksia. Lainsäätäjien tulisi ottaa kuluttajia aktivoiva ja kaksisuuntaisen energiamarkkinan kehitystä tukeva rooli. Kokeilujen skaalautuminen edellyttää kuluttajien, yksityisen sektorin ja julkisten toimijoiden yhteistoimintaa. Energiayhtiöiden kannattaa toimia suunnannäyttäjinä sekä luoda uutta kotimaista ja ulkomaista liiketoimintaa epäröinnin sijaan.

7. Suljettujen markkinoiden avaaminen edistämään puhdasta tuotantoa ja kulutusta. Energiajärjestelmässä on edelleen suljettuja markkinoita, joita on avattava uusille tuottajille, palveluntarjoajille ja pientuottajia kokoaville toimijoille dynaamisten energiapalvelumarkkinoiden synnyttämiseksi. Keskeisiä uudistuksia ovat suurten kaupunkien kaukolämpömarkkinoiden avaaminen kilpailulle sekä kaksisuuntaisten sähkömarkkinoiden kehittäminen pientuotantoa, kysyntäjoustoa ja varastointia kannustavaksi.

8. Teknologiset epävarmuudet ovat muuttuneet. Uusiutuvien energiamuotojen kasvava globaali merkitys, erityisesti tuuli- ja aurinkovoiman nopea leviäminen ja edelleen aleneva hinta, ovat lähes ainoat varmoina pidettävissä olevat teknologiset kehityskulut vuoteen 2030. Uutta energiatekniikkaa koskevat epävarmuudet ovat siirtyneet varastoinnin ja kysyntäjouston järjestelmien kehitykseen, energiansäästöpalveluiden leviämiseen ja monisuuntaisten kauppapaikkojen kehittymiseen. Nämä alat kehittyvät nopeasti ja niiden globaalit menestyjät ratkaistaan seuraavan vuosikymmenen aikana. Samaan aikaan aiemmin varmoina pidettyihin teknologioihin kasautuu yhä kasvavia epävarmuuksia. Fossiilisten polttoaineiden hintaan tulevat voimakkaasti vaikuttamaan niiden ilmastohaitoista aiheutuvat kustannukset. Sääntelyn kiristyminen on epävarmaa lähinnä ajoituksen ja toteutumistavan osalta. Uutta ydinvoimaa ei ole kyetty tuomaan markkinoille kannattavasti nykyiset turvallisuusvaatimukset huomioiden. Suomen kokonaisenergiankäyttö on kääntynyt laskuun. Laskun nopeus riippuu energiatehokkuuden etenemisestä ja teollisuuden energiaintensiivisyyden kehityksestä.

9. Biomassan osalta varmaa on vain tarve nostaa sen jalostusarvoa. Suomen uusiutuvan energian suuri osuus perustuu bioenergiaan, ennen muuta selluteollisuuden sivuvirtojen käyttöön. Puuenergian merkittävä lisäys ei ole todennäköisesti kestävää metsien hiilitaseen hallinnan haasteiden vuoksi. Puuta käyttävän teollisuuden ja kansallisen innovaatiopolitiikan tavoitteena tulisikin olla suunnata päähuomio T&K-toimintaan, joka tähtää puusta valmistettavien tuotteiden jalostusarvon parantamiseen ja uusien markkinoiden avaamiseen.

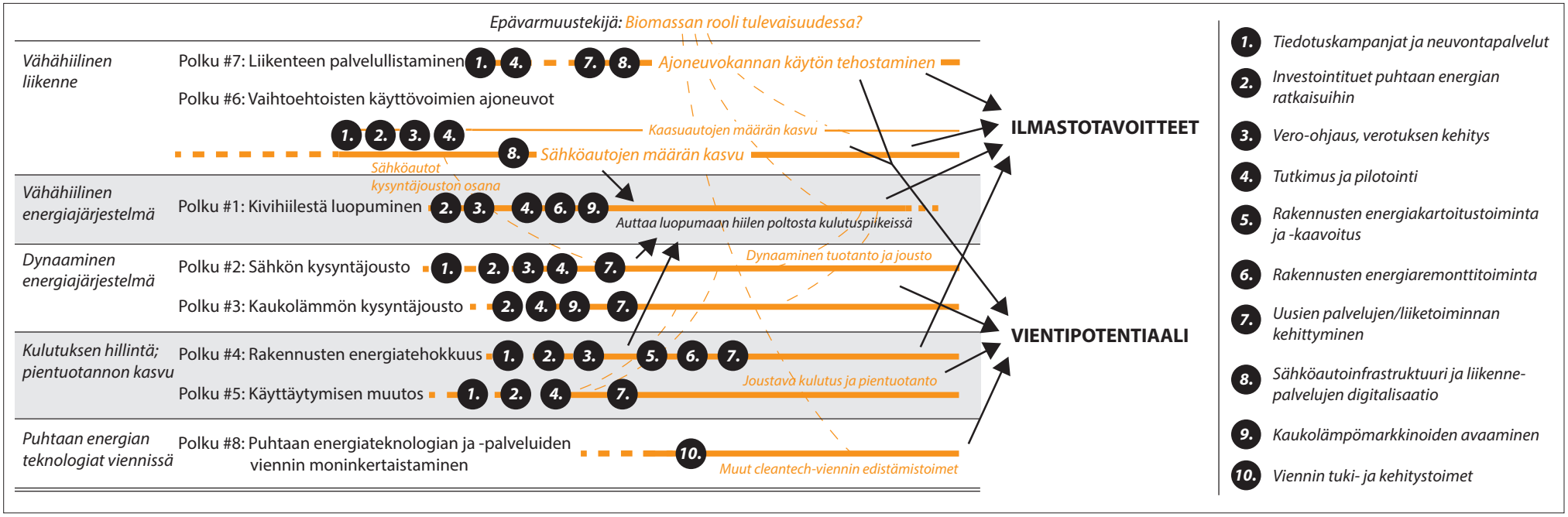
10. Murroksen suuntaamisen työkalut käyttöön. Systeemistä muutosta ei voida koskaan hallita, mutta siinä menestymisen mahdollisuuksia voidaan olennaisesti nostaa proaktiivisilla toimintatavoilla. Tarvitaan poliitikkojen, julkishallinnon, elinkeinoelämän, kansalaisten ja tutkijoiden yhteistyötä, jotta energiamurroksesta voidaan hyötyä Suomessa. Murrosareena tarjoaa tähän yhden työkalun. Murrosareena-prosessi täydentää perinteistä työryhmätyöskentelyä

ja lausuntomenettelyitä. Murrosareenassa sidosryhmät osallistuvat keskinäiseen vuorovaikutukseen jo valmisteluvaiheessa, työ ankkuroidaan konkreettisiin toimiin ja ratkaisuihin, ja monialainen asiantuntijuus tuottaa erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Toimien ristiinvaikutuksia tarkastellaan muutospolkujen sisällä ja välillä. Murrosareenat pyrkivät näkemysten yhtenäisyyksien löytämiseen, eivät konsensukseen. Monialaisen ja vuorovaikutteisen prosessin todettiin tuottavan päätösten tueksi toisenlaista sisältöä kuin esimerkiksi lausuntomenettely, jossa kukin lausunnonantaja tapaa korostaa itselleen varmaa ja perinteistä kantaa. Systeemisen muutoksen monialainen ennakointi on hyödyllinen lisä politiikkatoimien ja strategioiden valmisteluun.

Uutta energiatekniikkaa koskevat epävarmuudet ovat siirtyneet varastoinnin ja kysyntäjouston järjestelmien kehitykseen, energiansäästöpalveluiden leviämiseen ja monisuuntaisten kauppapaikkojen kehittymiseen.

7.2 Polkukohtaiset johtopäätökset energia-, ilmasto- ja innovaatiopolitiikalle

Luvussa 6 tarkastellut muutospolut ilmentävät energiajärjestelmän tärkeimmiksi nostettuja muutostarpeita. Yhdessä ne määrittävät tulevaisuuden energiajärjestelmän luonnetta, mutta linkittyvät myös energiamurroksen edistämiseen. Kuvaan 16 on koottu kaikki kahdeksan polkua yhteistarkasteluun, jossa tarkastellaan kullakin polulla tapahtuvien muutosten välisiä yhteyksiä, sekä myös polkukohtaisesti tunnistettuja muutostoimia yleisellä tasolla.



Kuva 16. Muutospolkuihin sisältyvät politiikkatoimet ja niiden välisten yhteyksien tarkastelu.

Taulukossa 1A – 1D käydään läpi ne polkukohtaiset muutostoimet, jotka asettuvat perinteisten politiikkatoimien piiriin. Tarkastelussa muutostoimet on jaoteltu edeten 1) informaatio-ohjauksesta 2) tutkimukseen ja pilotointiin ja 3) liiketoimintamallien kehittämiseen, 4) taloudelliseen ohjaukseen (ml. vero-ohjaus), 5) sekä muuhun sääntelyyn.

Taulukko 1A. Tärkeimpien polkukohtaisten muutostoimenpiteiden tarkastelu (1/4).

	Viestintä, koulutus, informaatio-ohjaus:	**Tutkimus ja pilotointi:**	**Liiketoimintamallien kehittäminen:**	**Taloudellinen ohjaus ml. vero-ohjaus:**	**Muu sääntely:**
Polku #1: Kivihiilestä luopuminen	Ajattelumalli **pois fossiilisista ja bioenergiakeskeisyydestä** puhtaan ja älykkään energian ratkaisuihin demonstrointi- ja viestintäkampajalla **Toteutetaan talousohjauksen edistämis- ja kehitysohjelma**, jolla varmistetaan hiilidioksidipäästöille minimihinta sekä tarvittava hintaohjaus Suomessa ja EU:ssa **vähähiilisyyden ja kiertotalouden edistämiseksi**	**Pilotteja avoimen kaukolämpöverkon toimintamalleista ja uusiutuvan energian hybridituotannosta,** kysyntäjoustosta sekä lämmön kausivarastoinnista **Tutkimusta ja pilotteja CHP:n korvaavista joustavista teknologiaratkaisuista** huippukulutusjaksoihin **Tutkimusta ja kehitystä** korkean jalostusarvon **biomateriaalien kehittämiseksi**	Yritykset panostavat oman liiketoiminnan uudistamiseen muutoksen jarruttamisen sijaan Määritellään **kannattava liiketoimintamalli avointen kaukolämpöverkkojen hallinnoimiseksi** ja ylläpitämiseksi Panostetaan lämpö, jäähdytys ja valaistus palveluna -liiketoiminnan kehittämiseen Kehitetään **kuluttajille energian internet -palveluratkaisuja**	**Asetetaan hiilelle lattiahinta** (jos ei päästökaupalla niin kansallisesti) **CO2-verojen kiristäminen** **Muutetaan sähkövero dynaamiseksi kysyntäjouston ja varastoinnin edistämiseksi** **Perustetaan vähähiilirahasto**	**Perustetaan Suomeen energia- ja ilmastotalouden toimikunta** **Avataan suurten kaupunkien kaukolämpöverkot kuluttajille,** uusiutuvalle energialle ja kysyntäjoustolle **Otetaan käyttöön uusiutuvan energian jakeluvelvoite** **Muutetaan rakentamismääräysten primäärienergiakertoimet CO-pohjaisiksi**

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

Taulukko 1B. Tärkeimpien polkukohtaisten muutostoimenpiteiden tarkastelu (2/4).

	Viestintä, koulutus, informaatio-ohjaus:	Tutkimus ja pilotointi:	Liiketoimintamallien kehittäminen:	Taloudellinen ohjaus ml. vero-ohjaus:	Muu sääntely:
Polku #2: Sähkön kysyntäjousto	Pienkuluttajien, taloyhtiöiden ja teollisuuden **tiedotus-kampanjat sähkön kysyntä-joustosta**	**Teollisuuden potentiaalin kartoitus** alueittain ja teolli-suusryhmittäin, varastoinnin kehitys **Sähkön kysyntärjestelmien kehitys ja pilotointi** (mm. yhteispeli sähköautojen kanssa)	Teollisuuden palkitseminen **Joustotoimet osaksi sähköverkon ylläpito-investointeja** **Investointituet sähkön kysyntäjoustotoimiin** taloyhtiöille ja pienkuluttajille	Kysyntäjoustoinvestointien ja sähkön myynnin **vero-tuksen kehitys** (mm. kiin-teistöverotus, sähkön myynnin verotus)	Huomioidaan sähkön kysyn-täjousto myös **rakentamis-määräysten kehityksessä**
Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Pienkuluttajille ja taloyhtiöille suunnatut **tiedotuskampan-jat hukkalämmön hyödyn-tämisestä** ja KL-joustosta Teollisuuden **tiedotuskam-panjat hukkalämmön hyö-dyntämisestä** ja KL-joustosta	Helppojen (etäohjattu-jen/automaattisten) **kauko-lämpöjoustopalvelujen ke-hitys** **Tutkimusta lämmön kausi-varastoinnista** (kesä->talvi, järvien lämpö jne.)	**Investointituet kaukoläm-pöjoustotoimiin** (pienkulut-tajat, rakennusteollisuus, KL-yritykset)	**Kaukolämpömarkkinoi-den avaaminen** (mm. sopimusmallien **verotus**? investoinnit?)	**Kaukolämpömarkkinoiden avaaminen** (isoissa kau-pungeissa?) Huomioidaan KL-jousto **rakentamismääräysten kehityksessä**

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

Taulukko 1C. Tärkeimpien polkukohtaisten muutostoimenpiteiden tarkastelu (3/4).

	Viestintä, koulutus, informaatio-ohjaus:	Tutkimus ja pilotointi:	Liiketoimintamallien kehittäminen:	Taloudellinen ohjaus ml. vero-ohjaus:	Muu sääntely:
Polku #4: Rakennusten energiatehokkuus	Lisää pienkuluttajien ja taloyhtiöiden (ml. lsännöitsijät) **tiedotusta ja neuvontaa rakennusten energiatehokkuudesta, -investoinneista ja -remonteista** **Tiedotuksen ja neuvonnan saavutettavuudesta helpompaa**	Tutkimusta rakennusten energiatehokkuudesta ja talotekniikan automatisoinnista (huomioiden sisäilma-asiat) **Rakennusten elinkaari-impaktien** arviointi	Energiaremonttitoiminnan (sis. uudis- ja korjausrak.) **investointituet ja rahoituspalvelut** (yhteistyössä yritysten kanssa) **Valtion energia-avustusten palautus** käyttöön **Micro-ESCo-palvelumallien** kehittäminen	Energiatehokkuusinvestointien **verovälineiden kehitys** (mm. vähennykset, e-luokka kiinteistöverossa?)	**Isot toimijat ja julkinen taho esimerkeiksi!** Uusi väline: **Energiatodistuksesta toistuva energia-kartoitus**
Polku #5: Käyttäytymisen muutos	Pienkuluttajille ja taloyhtiöille **tiedotusta ja neuvontaa e-tehokkuudesta ja -investoinneista** (esim. sisäilman lämpö) **Linkitetään viestintä energiatehokkuudesta kansanterveyteen**	**Tutkimusta talotekniikan automatisoinnista** (huomioiden sisäilma-asiat) Vertaisryhmien aktivointi (mm. omakotiyhdistykset, As.Oy:t) **Tilankäytön tehostaminen**	**Uudet investointi-instrumentit** puhtaan energian hankintoihin (myös joukkoistaminen) **Taloyhtiöiden roolin nostaminen** (mm. tuet, avustukset) **Energiansäästöpalveluiden kehitys**	**Taloyhtiöiden roolin nostaminen** (mm. vähennykset investoinneista)	Otetaan käyttöön **asuntokohtainen lämmön ja veden mittarointi**

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus, Kunnat ja kaupungit, Elinkeinoelämä, Kansalaiset

Taulukko 1D. Tärkeimpien polkukohtaisten muutostoimenpiteiden tarkastelu (4/4).

	Viestintä, koulutus, informaatio-ohjaus:	Tutkimus ja pilotointi:	Liiketoimintamallien kehittäminen:	Taloudellinen ohjaus ml. vero-ohjaus:	Muu sääntely:
Polku #6: Vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvot	Viestintä ja kolutus taloyhtiöille ja isännöitsijöille ja kuluttajille latausinfrastruktuurin järjestämisestä	**Latausinfrastruktuurin kehittäminen piloteilla**	Lataamisen infrastruktuurin ja siihen liittyvien palvelumarkkinoiden monipuolistaminen	**Puhtaiden ajoneuvohankintojen edistäminen verokohtelulla ja julkisissa hankinnoissa** Ajoneuvojen verotuksen päästökomponentin kiristäminen Hankintatuki sähköautoille	Latausinfrastruktuurin vaatimusten sisällyttäminen **rakentamismääräyksiin** ja kaavoitukseen **Ajoneuvojen päästösääntelyn EU:n laajuinen kiristyminen**
Polku #7: Liikenteen palvelullistaminen	Liikkumisen kulttuurista käytävän julkisen keskustelun ylläpitäminen ja laajentaminen mm. sosiaalisessa mediassa	**Liikennepalvelujen pilotointi**, kokeilu ja systemaattinen arviointi	**Vuokrauksen ja yhteiskäytön liiketoimintamallien kehittäminen ja laajentaminen** Julkisen liikenteen ja yksityisten liikennepalveluiden yhteensovittaminen	Yksityisautoilun verotuksen kiristyminen	Liikennepalvelulainsäädännön toimeenpano ja arviointi **Liikennepalveluiden huomioiminen maankäytön suunnittelussa**
Polku #8: Puhtaan energiateknologian viennin lisääminen	Suomen puhtaan ja älykkään energian **maabrändin vahvistaminen ja modernit viestintäkampanjat** Hallinnonaloja yhdistävien energiateknologia- ja -liiketoimintaosaajien rekrytointi ja valtion ja kuntien toiminnan koordinointi	**Kasvun kärkien yhteinen tunnistaminen** **Business Finlandin** nopea ja riittävästi resurssoitu liikkeellelähtö **Testi- ja demonstraatioalueiden kehittäminen**	**Rahoituksen varmistus kasvavaan liiketoimintaan:** Ulkomaiset investoinnit, pääomamarkkinoiden toiminta ja uuden listautumisen edistäminen, yksityistä ja julkista rahoitusta yhdistävät rahastot, ekosysteemien rahoitus Suurten ja startup-yritysten yhteistyö	**Business Finlandin vientiohjelma** ja erilaiset vientitukiohjelmat Suorien ja epäsuorien energiatukien ja -verotuksen uudistaminen innovatiivisuutta edistävään suuntaan	Sääntelyn joustavoittaminen demoalueilla ja julkisissa innovatiivisissa hankinnoissa Pohjoismaisen yhtestyön vahvistaminen ja kehittämiskeskusten perustaminen päämarkkinoille

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

7.3 Välittömät muutostoimet toimijaryhmittäin

Tärkeimpien muutostoimien toteutuminen on kiinni useista välittömistä toimista, joihin tulisi ryhtyä viipymättä muutospolkujen mahdollistamiseksi. Näiden toteutusvastuu jakautuu usealle toimijalle, mutta tarkastelu voidaan jäsentää neljän toimijaryhmän ympärille, jotka ovat: 1) Valtio ja hallitus, 2) kunnat ja kaupungit, 3) elinkeinoelämä, ja 4) kansalaiset.

Taulukoissa 2A-2C välittömien muutostoimienpiteiden kategorioita ja toteutusvastuita tarkastellaan alustavasti suhteessa näihin neljään toimijaryhmään sekä yhdeksään analyysissä tunnistettuun teemaan:

- **Viestintä- ja koulutuskampanjat**
- **Taloudellisten ohjauskeinojen ja rahoitusvälineiden kehitys**
- **Rakentamismääräysten ja kaavoituksen kehittäminen**
- **Energiakatselmusjärjestelmän kehittäminen**
- **Taloyhtiöiden roolin lisääminen energiamurroksssa**
- **Sähkömarkkinaregulaation muutokset**
- **Kaukolämpömarkkinoiden sääntelyn kehitys**
- **Sähköautojen latausinfrastruktuurin edistäminen (ja liikenteen uudet palvelumallit)**
- **Energiansäästöpalveluiden kuten (Micro-)ESCo:jen tuki ja kehitys**
- **Tutkimus- ja pilotointitoiminta**

Välittömät tarvittavat muutostoimet sisältävät sekä pieniä helpohkosti toteutettavia toimia että laajempia kokonaisuuksia, jotka edellyttävät vaikutusarvioiden tarkemman suunnittelun toteuttamista. Muutostoimia voi tarkastella myös polkukohtaisesta taulukoinnista (ks. Liite 1, Taulukot A-G) sekä polkukohtaisista raporteista (ks. Liite 3 linkit).

Tarkasteluun on lisäksi mahdollista ottaa erityisesti tarvittava uusi tutkimus ja pilotointi, sekä myös uuden liiketoiminnan tunnistaminen (ks. Liite 2, Taulukot H-N). Kustakin polusta on mahdollista tunnistaa uusia ideoita, sekä avauksia joiden suhteen tarvitaan edelleen tukitoimia.

Taulukko 2A. Tärkeimmät välittömät toimet toimijaryhmittäin (1/3).

Tärkeimmät muutostoimet:	**Valtio ja hallitus:**	**Kunnat ja kaupungit:**	**Elinkeinoelämä:**	**Kansalaiset:**
Viestintä- ja koulutus-kampanjat	• Viestintä rakennusten e-tehokkuudesta, myös taloyhtiöille ja korjausrakentamiseen • Viestintä sähköautoilusta • Viestintä kaksisuuntaisesta kaukolämmöstä	• Viestintä kysyntäjoustosta • Viestintä ja koulutus sähköautoinfrasta (mm. isännöitsijät) • Viestintä kaksisuuntaisesta kaukolämmöstä	• Viestintä onnistuneista energiamurrokseen liittyvistä piloteista • Näkyvyyden vahvistaminen kv. areenoilla ja verkostoissa • Viestintä kaksisuuntaisesta kaukolämmöstä	• Tukea vertaisneuvonnalle ja taloyhtiöille kohdennetusta viestinnästä: energiankulutus, energiakatselmukset, benchmark toiminta
Taloudellisten ohjauskeinojen ja rahoitusvälineiden kehitys	• Hiilelle lattiahinta, • Perustetaan vähähiilirahasto • Energia-avustukset takaisin • Vihreät joukkovelkakirjat • Tuki liikennepalveluille • Terävöitetään Business Finland toimintaa energiateknologian viennissä	• Tuki KL-verkon kehittämiselle tukemaan joustoa ja pientuotantoa • Julkisen sähköautojen latausinfran tukeminen	• Perustetaan vähähiilirahasto • Yksityisten ja julkisten rahastojen kehitys energiamurroksen investointeihin • Energiansäästöpalvelut joissa tuleva säästö investointina	• Energiainvestointien rahoitus kasvuun • Joukkorahoituspalvelut ja jakamistalous laajemmin käyttöön kestävien ratkaisujen aikaansaamisessa
Rakentamismääräysten (ja kaavoituksen) kehittäminen	• Huoneistokohtainen lämmön ja veden mittarointi • Rakentamismääräysten kehittäminen (mm. jousto, oma tuotanto, sähköautot) • Koko rakennusten elinkaari energiatehokkuus tarkasteluun	• Energiankulutuksen huomiointi kaavoituksessa • Sähköautojen huomiointi • Puolilämpimien tilojen käyttöönoton tehostaminen	• Kulutuksen seuraamisen ja visualisoinnin palvelujen kehittäminen • Kulutuksen, tuotannon ja varastoinnin ohjauksen ja automatiikan palvelujen kehittäminen	• Huomioidaan oman pientuotannon ja varastoinnin edistäminen • Huomioidaan sähköautot varastoina
Energiakatselmustoiminnan kehittäminen	• Luodaan toistuva energiakatselmusjärjestelmä (energiatodistusten pohjalta) • Huomioidaan taloautomaatio, joustotoimet, oma tuotanto ja sähköautot osana katselmusta	• Tuetaan energiakatselmusten käyttöönottoa omalla esimerkillä • Energiakatselmuksissa selventyneen energiankulutuksen huomiointi kaavoituksessa	• Energiakatselmuspalveluiden kehitys ja tarjonta	• OKT energiakatselmustoiminta • Taloyhtiöiden energiakatselmukset • Taloyhtiöiden ja omakotiyhdistysten benchmark-toiminta

Taulukko 2B. Tärkeimmät välittömät toimet toimijaryhmittäin (2/3).

Tärkeimmät muutostoimet:	**Valtio ja hallitus:**	**Kunnat ja kaupungit:**	**Elinkeinoelämä:**	**Kansalaiset:**
Taloyhtiöiden roolin nostaminen	• Huoneistokohtainen lämmön ja veden mittarointi • Sähkön siirron, varastoinnin ja myynnin sääntelyn selkeyttäminen ja esteiden purkaminen • Aggregaattori-palveluiden pelisäännöt selviksi • Taloyhtiöiden osakkaiden veroedut e-investoinneista (esim. uusi vähennys) • Neuvonta taloyhtiöille (ja isännöitsijöille)	• Viestitään energiapalveluista ja onnistuneista rakennusten e-tehokkuuspiloteista • Avataan KL-verkot taloyhtiöiden pientuotannolle • Aggregaattori-palveluiden pelisäännöt selviksi • Taloyhtiöille sähköautojen lataamisen sopimusmallit	• Kulutuksen seuraamisen ja visualisoinnin palvelujen kehittäminen • Kulutuksen, tuotannon ja varastoinnin ohjauksen ja automatiikan palvelujen kehittäminen • Energiapalvelujen (mm. sähköautojen lataamisen) sopimusmallien kehitys • Avoimen KL-verkon sopimusmallien kehitys	• Huoneistokohtainen lämmön/veden mittarointi kannusteena • Taloyhtiöiden sähköautot ja latausinfran lisääminen • Taloyhtiöiden energiakatselmukset • Taloyhtiöiden ja omakotiyhdistysten benchmark-toiminta • Taloyhtiöiden ja pienomistajien e-palvelujen kysynnän kasvaminen
Sähkömarkkinalain muutos	• Sähkön siirron, varastoinnin ja myynnin sääntelyn selkeyttäminen ja esteiden purkaminen • Sähkövero dynaamiseksi edistämään joustoa ja varastointia • Aggregaattorien pelisäännöt selviksi • Tehopohjaisen hinnoittelun tutkiminen	• Huomioidaan sähköautojen latausinfra • Huomioidaan pientuotannon edellytysten edistäminen	• Kehitetään mittaroinnin ja datan tiedonsiirron standardointia, tietoturvallisuutta ja markkinapaikkoja pientuotannolle ja kysyntäjoustolle • Aggregaattori-palveluiden pelisäännöt selviksi	• Mahdollistetaan sähkön myynti tonttirajojen yli -> kansalaisista tuottajia ja varastoijia • Aggregaattori-palveluiden pelisäännöt selviksi kuluttajille
Kaukolämpömarkkinoiden sääntelyn kehitys	• Edellytetään KL:n tuntihinnoittelu • Avataan suurten kaupunkien KL-verkot kilpailulle (aluksi esim. 5-10% tehokapasiteetista) • Investointituki dynaamisen KL-jouston investointeihin	• Avataan suurten kaupunkien KL-verkot kilpailulle	• Luodaan uudet markkinat ja uutta liiketoimintaa KL-kysyntäjoustosta ja -pientuotannosta	• Mahdollistetaan lämmön myynti tonttirajojen yli -> kansalaisista tuottajia ja varastoijia

Taulukko 2C. Tärkeimmät välittömät toimet toimijaryhmittäin (3/3).

Tärkeimmät muutostoimet:	**Valtio ja hallitus:**	**Kunnat ja kaupungit:**	**Elinkeinoelämä:**	**Kansalaiset:**
Sähköautojen latausinfrastruktuurin edistäminen (ja liikenteen uudet palvelumallit)	• Sähköautojen ja kaksisuuntaisen latausinfran huomiointi rakentamismääräyksissä ja osana kysyntäjoustotoimia • Laki liikennepalveluista	• Sähköautojen ja kaksisuuntaisen latausinfran huomiointi kaavoituksessa ja rakentamisessa • Liikennepalvelujen huomiointi kaavoituksessa ja kaupunkiinfran suunnittelussa	• Kaksisuuntaisen ja joustavan latausinfran edistäminen osana kysyntäjoustoa ja e-palveluita • Sähköautot huomioituna osana rakennusten e-järjestelmää	• Taloyhtiöiden sähköautot ja latausinfra: Edistäminen ja pelisäännöt • Sähköautojen yhteishankinnat?
(Micro-)ESCo:jen tuki ja kehitys	• Pilotointi- ja T&K-tuet uusille e-palveluille e-tehokkuuden ja kysyntäjouston edistämiseksi • Energiaremonttitoiminnan edistäminen omalla esimerkillä • Tutkimusta sähkön ja lämmön kysyntäjouston ja sähköautoilun ja liikennepalvelujen sopimusmalleista	• Tuki monipuoliselle e-remonttitoiminnan ja e-palvelujen pilotoinnille • Energiaremonttitoiminnan edistäminen omalla esimerkillä • Monipuolisten ja yksilöllisten liikennepalveluiden kehittämisen tuki	• Energiapalvelujen (mm. sähköautojen lataamisen) sopimusmallien kehitys • Avoimen KL-verkon sopimusmallien kehitys • E-palvelut joissa tuleva säästö investointina	• Energiainvestointien rahoitusmallien kehittäminen • Taloyhtiöiden ja pienomistajien e-palvelujen kysynnän kasvaminen • Uudet sopimusmallit
Tukea tutkimustoimille ja piloteille	• CHP:n korvaavat ratkaisut • Sähkön ja lämmön varastoinnin tutkimus • Pilotointi- ja T&K-tuet uusille e-palveluille ja e-remonttitoimintaan • Tutkimusta sähkön ja lämmön kysyntäjouston ja sähköautoilun ja liikennepalvelujen toteutuksesta ja sopimusmalleista • Korkean jalostusarvon biopohjaisten tuotteiden kehittämisen tukeminen • Julkiset hankinnat edistämään pk-yritysten e-palvelujen kysyntää	• CHP:n korvaavat ratkaisut ja KL-jouston kehitys, pilotit joissa kaupungit kehityksen ajureina • Uusien sähkön ja lämmön varastointiteknologioiden kehittäminen ja pilotointi • Taloyhtiölatauksen ja liikennepalvelujen kehittäminen ja pilotointi • Julkiset hankinnat edistämään pk-yritysten e-palvelujen kysyntää	• Korkean jalostusarvon biopohjaisten tuotteiden kehittämisen edistäminen • Uusien sähkön ja lämmön varastointiteknologioiden kehittäminen ja pilotointi • Tutkimusta uusista liiketoimintamalleista (mm. KL-jousto, aggregaattorit) ja sopimusmalleista (esim. säästöön perustuvat investoinnit) • Taloyhtiölatauksen ja liikennepalvelujen kehittäminen ja pilotointi • Tuotannon, käytön ja ohjauksen visualisoinnin palvelujen kehitys	• Viestintä kansalaisten omista ratkaisuista ja pilotoinnista? • Taloyhtiöiden ja omakotiyhdistysten benchmarktoiminta

7.4 Energiamurrosareenatyössä tunnistetut olemassa olevaa energiajärjestelmää horjuttavat tavoitteet ja toimenpiteet

Olemassa olevan hiili- ja energiaintensiivisen järjestelmän horjuttaminen (ns. disruptiivisuus) on olennaista kestävän energiajärjestelmän syntymisen nopeuttamiseksi (*Kivimaa & Kern, 2016*). Tavoitteet ja toimenpiteet voivat horjuttaa sosioteknisen järjestelmän eri osia. Usein vaikutukset teknologiseen järjestelmään ja infrastruktuurin on tuotu selvästi esille, kun taas vähemmän tyypillisesti kiinnitetään huomioita vakiintuneiden markkinoiden, käytäntöjen ja ajatellumallien horjumiseen. Markkinoiden horjuttamiseen saattaa myös liittyä uuden tyyppisten omistajuusrakenteiden ja hyötyjen jakamisen mallit. Seuraavaan on koottu yhteenveto siitä, millä murrosareenatyössä tunnistetuilla tavoitteilla ja toimenpiteillä olisi selkeimmin horjuttavia vaikutuksia.

Osa raportissa käsitellyistä muutospolkujen avaintavoitteista on itsessään horjuttavia. Näitä ovat erityisesti kivihiilestä luopuminen vuoteen 2030 mennessä, rakennusten nettoenergiakulutuksen puolittaminen erityisesti olemassa olevassa rakennuskannassa, kotitalouksien energiankulutuksen alentaminen 15% käyttäytymisen muutoksen kautta, vaihtoehtoisten käyttövoimien autojen voimakas lisääntyminen sekä liikennepalvelut korvaamaan autojen yksityisomistajuutta.

Esimerkiksi kivihiilestä luopuminen ei välttämättä tarkoita suurten voimalaitosten alasajoja, varsinkaan jos kyseessä ovat monipolttoainevoimalaitokset. Se ei tällöin voimakkaasti horjuta energian tuotantoinfrastruktuurin rakennetta tai luo tilaa uusille uusiutuvan energianmuodoille, erityisesti jos korvaava energia tuotetaan turpeella ja puupohjaisilla biopolttoaineilla. Kuitenkin mikäli energiajärjestelmä muuttuu tämän seurauksena tukemaan innovatiivisten ja älykkäiden ratkaisujen sekä uuden uusituvan energian lisääntyvää käyttöönottoa, tällä tavoitteella on ollut uudistava vaikutus teknologiseen järjestelmään.

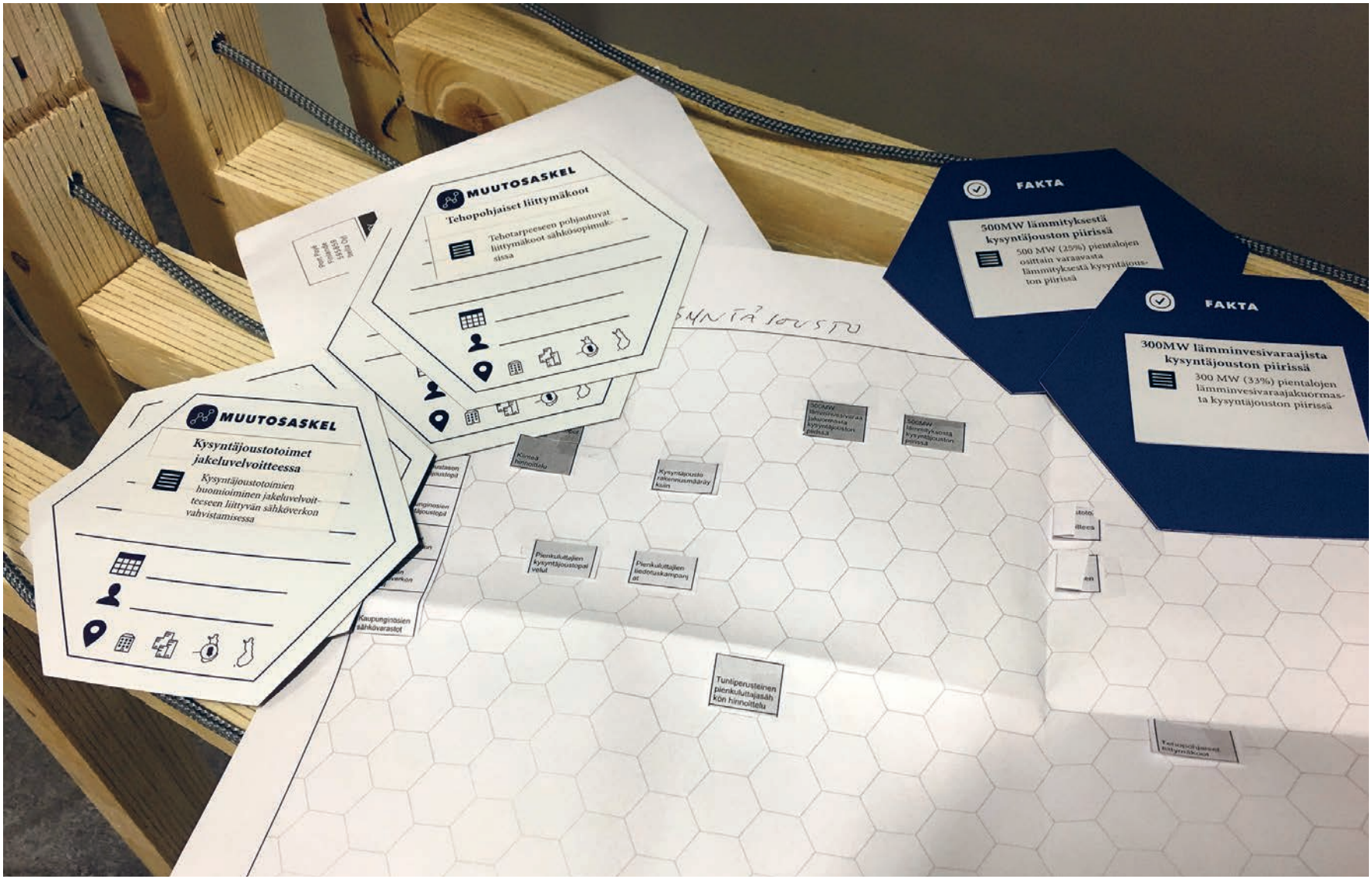
Myös kysyntäjouston disruptiivinen vaikutus riippuu laajalti sen toteutustavasta. Mikäli se toteutetaan toimenpiteenä, jolla yritetään turvata nykyisen markkinamallin säilyminen jatkossa, sen edistäminen on enemmän olemassa olevaa energiajärjestelmää tukeva. Kuitenkin mikäli pienkuluttajat saadaan aktiivisesti osaksi kysyntäjoustoa myös siitä hyötyvinä toimijoina, toimilla saattaa olla disruptiivinen vaikutus järjestelmään.

Rakennusten nettoenergiankulutuksen puolittaminen on disruptiivinen nykyiselle ajattelumalleille erityisesti olemassa olevaa rakennuskantaa koskien ja toteutuessaan myös teknologiselle järjestelmälle. Murrosareenassa ehdotettu säännöllinen energiakatselmustoiminta horjuttaisi esimerkiksi nykyistä vallitsevaa käytäntöä. Useat polut yhteenliittävä uudenlaisten energiapalvelukonseptien ja rahoitusratkaisujen luominen ja laajempi käyttöönotto horjuttaisi markkinoita kysyntäjoustossa, edistäisi rakennusten energiatehokkuuden kehittymistä ja myös kytkeytyisi liikenne palveluna -ajatteluun.

Ajatus siitä, että kotitalouksien energiankulutusta pitäisi vähentää on toimintamallina nykykäytäntöön verrattuna disruptiivinen. Erityisesti uusi näkökulma on, että tämä saavutettaisiin sisälämpötiloja pari astetta laskemalla, vaikka Suomessa asunnot keskimäärin lämmitetään korkeampaan sisälämpötilaan kuin monessa muussa maassa ja käytön mukaista huonelämpötilan säätöä ei yleensä käytetä.

Taulukko 3. Energiajärjestelmää horjuttavat tavoitteet ja toimenpiteet.

Teknologista järjestelmää horjuttavia tavoitteita ja toimia:	**Markkinoita horjuttavia tavoitteita ja toimia:**	**Käytäntöjä horjuttavia tavoitteita ja toimia:**	**Vakiintuneita ajattelumalleja horjuttavia tavoitteita ja toimia:**
• Hiilestä luovutaan 2030 mennessä • Hiilelle lattiahinta päästökauppaan • Olemassa olevan rakennuskannan energian käytön puolittaminen • Vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvojen merkittävä lisäys	• Hiilestä luovutaan 2030 mennessä • Kaukolämpö- ja kaasuverkkojen avaaminen uusille toimijoille • Uudenlaisia energiapalvelu konsepte- ja ja rahoitusratkaisuja • Päästöpohjaisen ajoneuvoihin liittyvän verotuksen huomattava kiristys • Yksityisen ja julkisen sektorin palvelutarjonnan integrointi MaaS-toiminnan edistämiseksi	• Säännölliset rakennusten energiakatselmukset • Sisälämpötilojen alentaminen ja huonekohtainen säätö • Sähköautojen kotilataaminen • Luopuminen ajoneuvojen yksityisomistuksesta ja siirtyminen liikennepalveluihin	• Aktiivisen kysyntäjouston lisääminen • Olemassa olevan rakennuskannan energian käytön puolittaminen • Uudenlaisia energiapalvelukonsepteja • Luopuminen ajoneuvojen yksityisomistuksesta ja siirtyminen liikennepalveluihin • Sähkön ja lämmön hajautettu pientuotanto • Energia- ja ilmastopolitiikan tiiviimpi yhteys innovaatiopolitiikkaan



Kuva 17. Murrosareenan polkutyöskentelyn pelivälineitä.

8 / Pohdinta murrosareena-prosessin kulusta, hyödyistä ja hyödyntämisestä jatkossa

Tässä raportissa kuvattu toteutus murrosareenasta keskittyi erityisesti tavoitteiden keskipitkän aikavälin jalkauttamiseen muutospoluiksi. Sen tarkastelujakso ulottui vuoteen 2030 ja oli sama kuin energia- ja ilmastostrategiassa ja sitä täydentävässä keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa (KAISU). KAISU:ssa käytetty avoin kuulemismenettely mahdollisista ilmastopoliittisista toimista avasi mahdollisuuden kansalaisille, järjestöille, yrityksille ja etujärjestöille lausua näkemyksiään suunnitelman kokonaisuudesta ja yksityiskohdista.

Murrosareenoiden käyttö voi tuoda ilmasto- ja energiapolitiikan tarkasteluun piirteitä, jotka täydentävät työryhmien työskentelyä, kuulemismenettelyä ja lausunto-käytäntöä.

1. **Lausuntokäytännössä lausuntojen ehdottamien toimien ristiinvaikutukset ja informaation ristiinpölytys jäävät valmistelijoille.** Näin lausunnonantajat eivät altistu yhdessä tapahtuvalle pohdinnalle, eikä heillä ole kontrollia siihen mitä heidän lausumistaan sisällytetään lopulliseen suunnitelmadokumenttiin. Kumpikin piirre on omiaan tuottamaan kapeasti lausunnonantajan omia intressejä ajavia ja muodoltaan ehdottomia lausumia.

2. **Työryhmissä ja lausuntomenettelyissä tapaavat olla eniten äänessä ne, jotka ovat menettämässä jotain pohjaehdotuksessa tai ne joiden tavoitteet eivät ole toteutumassa haluamassaan laajuudessa.** Lausuntomenettely toimii hyvin tällaisten voimakkaasti toisistaan poikkeavien näkemysten esilletuonnissa ja kirjatuiksi saattamisessa. Murrosareena ja vastaavat konvergenssiin pyrkivät työskentelymallit voivat motivoida osaamisen ja näkemyksen tuomista strategiaprosessiin myös niiltä, joille kaavaillut muutokset ovat neutraaleja, odotettuja tai lievästi positiivisia ja jotka siksi eivät investoi aikaansa lausuntoprosesseihin.

3. **Ilmastopoliittiset toimet kohdistuvat monilta osin systeemiseen muutokseen kohti vähähiilisempää yhteiskuntaa.** Tällainen muutos on enemmän kuin osiensa summa ja keskeiseksi muodostuvat eri toimien yhteisvaikutukset, keskinäissuhteet sekä vaikutukset seuraaviin toimin muutospoluilla – sekä eri toimijoiden rooli ja vastuut julkisen sektorin ohella. Energiapolitiikan lisäksi ilmastopolitiikka kytkeytyy välittömästi innovaatio-, kaupunki-, alue- ja kuluttajapolitiikkaan, mikä nostaa tarvetta monialaiselle tarkastelulle.

4. **Toimien ajoituksen merkitys kasvaa sitä mukaa kun ilmastotyössä siirrytään vähittäisistä ensimmäisen vaiheen päästövähennyksistä syvempiä muutoksia vaativiin toimiin.** Murrosareenan polkutarkasteluiden yksi tärkeimmistä viesteistä on se, että toimien tarkastelu yksittäisinä panos-hyöty suhteina ei sellaisenaan vielä huomioi aikajänteitä ja valmistavia toimia, joita tarvitaan

pidemmälle menevien päästövähennysten toteutuksessa. Muutosten sosiaalinen hyväksyttävyys kehittyy vähittäin ja usein monien valmistavien toimien yhteisvaikutuksesta sekä teknisen kehityksen suuntaamisesta.

5. **Monet murrosareenassa esille tulleet muutosaskeleet ja muutostoimet olivat yksityiskohtaisempia kuin valtaosa energia- ja ilmastostrategiassa tai KAISU:ssa ehdotetut.** Ministeriöt tekevät sisäisesti vastaavien yksityiskohtaisten toimien ehdotuksia ja valmisteluprosesseja, mutta nykyiset strategian valmisteluprosessit tuovat tämän tason konkretiaa näkyviin vain ajoittaisesti ja pistemäisesti.

6. **Murrosareena kerää laaja-alaisen joukon osallistujia pohtimaan tavoitteita ja tarvittavia muutoksia.** Työskentely synnyttää näin verkostoitumista ja näkemysten välittymistä yli toimialojen ja hallinnonalojen sekä julkisen ja yksityisen sektorin välillä.

7. **Murrosareena nostaa esiin aiheita joita on käsitelty monessa paikassa jo pitkään, mutta ilman selkeää toimenpideohjelmaa.** Esimerkkinä vaikkapa taloyhtiöiden aktivoiminen energiansäästössä, energiakatselmoinnin kehittämisessä, energiaratkaisuidensa uudistamisessa ja sähköautojen latauksessa. Viimeksi mainittua edistetään parhaillaan LVM:na EU:n tahoilta, mutta areena nostaa esiin laajemman taloyhtiöitä koskevan kokonaisuuden.

Nyt läpikäydyn toteutuksen pohjalta katsomme, että murrosareenan kaltainen monialainen asiantuntijaprosessi voi olla hyödyllinen lisä energia- ja ilmastotyön työkalupakissa. Se täydentää ennemminkin kuin korvaa nykyisiä toimintatapoja.

Murrosareenan sovellusalueet

Murrosareenalle on kansainvälisesti todennettuja käyttökohteita kunta- ja kaupunkiorganisaatioiden pitkän aikavälin muutosprosesseissa sekä alueellisissa muutosstrategioissa. Muutostavoitteiden jalkautukseen painottunut toteutustapa soveltuu myös organisaatioiden sisäisiin prosesseihin. Jalkautusta painotettaessa polkutyöskentelyä käytetään osana strategiaprosessia niin, että visiot ja tavoitteet on jo määritetty, jonka jälkeen voidaan konkretisoida millä toimin tavoitteisiin on mahdollista päästä ja sitten tarkentaa tavoitteita ja visiota. Tässä raportoidun toteutuksen valossa se mahdollistaa seuraavaa:

- innostaa osallistujia ideoimaan haasteellisempia tavoitteita kuin tavanomaisessa työryhmätyöskentelyssä ja tunnistamaan uusia ratkaisuja.
- karsimaan liian toiveikkaita, lennokkaita tai katteettomia tavoitteita;
- tunnistamaan nykytilan ja tulevaisuuden välissä olevat katkokset, joihin ei vielä ole olemassa ratkaisuja ja joihin kohdentaa suunnittelutyötä; sekä
- hakemaan uudenlaisia avauksia ja yhteisvaikutuksia joilla tavoitteisiin on mahdollista päästä.

Murrosareenan työkalujen jatkokehitys

Murrosareena työskentelyä pyritään jatkamaan Suomessa ainakin kaupunki-, kunta- ja maakuntakontekstissa nyt luotuja työkaluja hyödyntäen.

Tässä toteutuksessa työpajoihin käytettävissä ollut aika rajoitti asioiden käsittelyä, mutta toisaalta käytössä oli suuren tutkimushankkeen mahdollistamana paljon akateemista työvoimaa tulosten jalostamiseen. Jatkokehitystä ajatellen seuraavat kolme aluetta ovat keskeisiä:

- Jotta murrosareena voitaisiin toteuttaa kohtuullisin kokonaiskustannuksin, on areenan järjestäjän ja ulkopuolisen menetelmäosaajan roolit järjestettävä uudelleen. Areenan järjestäjä, joka on myös strategiaprosessin omistaja, tekee tulosten kirjaamisen ja jalostamisen. Se palvelee silloin suoraan tulosten käyttöä organisaatiossa ja siksi ulkoisten resurssien tarve on pienempi. Ulkopuolinen menetelmäosaaja keskittyy työskentelyn fasilitointiin ja työkalujen tehokkaan käytön ohjaamiseen ja valvontaan. Tämä helpottaa tulosten kirjaamista ja jatkojalostusta.
- Jotta tulosten jalostaminen on tehokasta ja helppoa areenan järjestäjälle, kehitetään prosesseja ja työkaluja, joilla magneettitauluille kertyvää aineistoa jäsennetään ja siirretään digitaaliseen muotoon. Prosessin osalta on syytä varmistaa, että ymmärrys polkutyöskentelyn lopputulemista ja käsitteistöstä on selkeä ja johtaa toimenpiteitten riittävään määrittelyyn jo työskentelyn aikana. Samaten nyt tehdystä toteutuksesta voidaan oppia se, että muutospolkutyöskentelyn ohjeistuksesta on syytä pitää kiinni fasilitoitaessa muutosaskelien ja muutosmääreiden kirjausta. Tulosten siirtämisessä raportointiin prosessin omistajan kannattaa myös harkita aktivoiko se osallistujat suoraan digitointiprosessiin. Samoin muutospoluille identifioitujen toimien kerääminen toimenpidetyypin mukaan jo osana polkutyöskentelyä nopeuttaa jatkojalostusta. Esimerkiksi lainsäädäntöä, informaatio-ohjausta tai teknologian kehitystä koskevat toimet voidaan näin identifioida ja nostaa esiin jo työ ryhmän toimesta.
- Muutospolkutyöskentelyn ulottaminen kattavasti vaihtoehtoisten muutospolkujen tarkasteluun sekä epävarmuus- ja resilienssitarkasteluiden läpiviemiseen. On oletettavaa, että näiden työvaiheiden tarkempi läpikäynti synnyttää myös välineiden jatkokehitystä.

Lisäksi:

- Polkutyöskentelyn toteuttaminen suoraan digitaaliselle tai digitaalis-fyysiselle alustalle on ilmeinen mutta merkittävää panostusta vaativa jatkokehityskohde.
- Murrosareenoiden seuraavissa toteutuksissa on hyvä myös kiinnittää huomiota työskentelyn ajoitukseen ja tulosten käyttöönsaantiin suhteessa niihin strategiaprosesseihin, joita areenalla mahdollisesti tuetaan. Ideaalisesti areenaa käytetään joko antamaan syötteitä valmisteluun tulevalle strategialle tai ottamaan jo tehty strategiatyö lähtökohtana, jonka toimeenpanoa polkutyöskentelyssä konkretisoidaan.

Lähdeluettelo

Aho T., Rantamäki J., and T. Sormunen, 1995. Huoneistokohtaisen mittauksen ja laskutuksen vaikutus energian ja veden kulutukseen. VTT Tiedotteita 1644.

Arvola, A., Uutela, A., and U. Anttila, 1994. Billing feedback as a means of encouraging conservation of electricity in households. A field experiment in Helsinki. In: Arvola, A., Rautavaara, E., Uutela, A. (eds.): Energy and the consumer. Final report of the research program 1990-1992. Ministry of Trade and Industry, Energy Department. Reviews B: 176.

Berghäll, E., 2016. Taustaraportti Suomen cleantech: nykyinen laajuus ja kehitysmahdollisuudet tilastojen valossa. Suomen ilmastopaneeli Raportti 3/2016.

Berninger, K., Lovio, R., Temmes A., Jalas, M., Kivimaa, P., and E. Heiskanen, 2017. *Suomi seuraaville sukupolville – taloudellisten murrosten käsikirja*. Helsinki: Into kustannus.

Demos Helsinki & Solved, 2016. Cleantech takes over consumer markets.

Edelenbos, E., 2014. Cost effectiveness of individual metering/billing. Executive Summary Report 3.3. Core Theme 3 – Metering and billing, demand response and grid issues Working Group 2. Concerted Action: Energy Efficiency Directive.

Eksport af Energiteknogi og -service, 2016.

Energiateollisuus, 2016. Kaukolämpötilasto 2015.

Energiateollisuus, 2015. Kaukolämmön kysyntäjousto. VALOR Partners Oy / Y: 2414724-2.

Ferguson, B. C., Frantzeskaki, N. and R. R. Brown, 2013. "A Strategic Program for Transitioning to a Water Sensitive City." *Landscape and Urban Planning* 117: 32–45.

Fingrid verkkosivut, 2016: Kysyntäjousto. Verkossa: http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/Kysynta-jousto/Sivut/default.aspx

Frantzeskaki, N., Loorbach, D. and J. Meadowcroft, 2012. "Governing Societal Transitions to Sustainability." I*nternational Journal of Sustainable Development* 15 (1–2): 19–36.

Gaia Consulting, 2015. Energiasektorin cleantech-teknologioiden vaikutukset ja mahdollisuudet. Loppuraportti 15.5.2015.

Geels, F. W, and J. Schot. 2007. "Typology of Sociotechnical Transition Pathways." *Research Policy* 36: 399–417.

Heiskanen, E., Kivisaari, S., Lovio, R. and P. Mickwitz, 2009. "Designed to Travel? Transition Management Encounters Environmental and Innovation Policy Histories in Finland." *Policy Sciences* 42 (4): 409. doi:10.1007/s11077-009-9094-2.

Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J. and B. Truffer, 2002. *Experimenting for Sustainable Transport – The Approach of Strategic Niche Management.* Vol. 10. London: Spon Press.

Järventausta, P., Repo, S., Trygg, P., Rautiainen, A., Mutanen, A., Lummi, K., Supponen, A., Heljo, J., Sorri, J., Harsia, P., Honkiniemi, M., Kallioharju, K., Piikkilä, V., Luoma, J., Partanen, J., Honkapuro, S., Valtonen, P., Tuunanen, J. and N. Belonogova, 2015. Kysynnän jousto – Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto.

Kangas, H.-L. et al., Suomen ympäristökeskus (SYKE), 2015. Cleantech kasvuun! Keinoja ja hyviä käytäntöjä. Sitran selvityksiä 101.

Kemp, R., Schot, J. and R. Hoogma, 1998. "Regime Shifts to Sustainability through Processes of Niche Formation: The Approach of Strategic Niche Management." *Technology Analysis & Strategic Management* 10: 175–95

Kotiranta, A. et al., (ETLA) 2015. From cleantech to cleanweb – The Finnish cleantech space in transition. ETLA reports No 44.

Loorbach, D. and J. Rotmans, 2006. *Managing Transitions for Sustainable Development*. Springer. http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/1-4020-4418-6_10.pdf.

Lovio, R. 2016. Muistio energiamurrosareenan työskentelyyn.

Motiva verkkosivut, 2017: Patteriverkoston perussäätö. Verkossa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/patteriverkoston_perussaato

Motiva verkkosivut, 2017: Vedenkulutus taloyhtiössä. Verkossa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_energian-_ja_vedenkulutuksesta/vedenkulutus_taloyhtiossa

Mutilainen, M. et al., (SITRA) 2016. Biokaasusta kasvua. Sitran selvityksiä 111.

NEEAP3, 2014. Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-3. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Nissinen, A., Heiskanen, E., Perrels, A., Berghäll, E., Liesimaa, V. and M. Mattinen, 2012. *Ohjauskeinoyhdistelmät asumisen, henkilöliikenteen ja ruoan ilmastovaikutusten hillintään.* KUILU-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 11/2012.

Ollikainen, M. et al., 2016. *Puhtaan teknologian ratkaisut: talous ja ilmasto.* Suomen ilmastopaneeli Raportti 4/2016.

Rip, A., and R. Kemp, 1998. Technological Change. In: Rayner, S., and E.L. Malone (eds.): Human Choice and Climate Change, Columbus, Ohio: Battelle Press, 1998. Volume 2, Ch. 6, pp. 327-399.

Roorda, C., Frantzeskaki, N., Loorbach, D., Van Steenbergen, F. and J. Wittmayer, 2012. "Transition Management in Urban Context." *Guidance Manual-Collaborative Evaluation Version. DRIFT, Erasmus University Rotterdam, Rotterdam.* http://acceleratingtransitions.eu/content/uploads/2014/03/DRIFT-MUSIC-Transition-Management-In-Urban-Context.pdf

Salokoski, P., 2017. Tulevaisuuden energia 2030 … 2050. Tekes Katsaus 332/2017.

Suomen virallinen tilasto (SVT), 2017. Kivihiilen kulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-2561. Maaliskuu 2017, Liitetaulukko 1. Kivihiilen kulutus. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 2.5.2017]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/kivih/2017/03/kivih_2017_03_2017-04-27_tau_001_fi.html

Työ- ja elinkeinoministeriö, (TEM) 2014. Energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano. EED-työryhmän loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto, 4/2014.

Urban, J. and M. Ščasný, 2012. Exploring Domestic Energy-Saving: The Role of Environmental Concern and Background Variables. *Energy Policy* 47, 69–80.

Valtioneuvosto, 2016. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1

Vávra, J., Peters, V., Lapka, M., Craig, T. and E. Cudlínová, 2016. What Shapes the Temperatures of Living Rooms in Three European Regions?. *Sociální studia/Social Studies* 12(3).

Liite 1. Välittömät muutostoimet (taulukot A – G)

Taulukko A. Tärkeimmät välittömät muutostoimet: Viestintä- ja koulutuskampanjat (1/7).

Polkujen tärkeimmät muutostoimet:	**Polku #1: Kivihiilestä luopuminen**	**Polku #2: Sähkön kysyntäjousto**	**Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto**	**Polku #4: Rakennusten e-tehokkuus**	**Polku #5: Käyttäytymisen muutos**	**Polku #6: Vaihtoeht. käyttövoimien ajoneuvot**	**Polku #7: Liikenteen palvelullistaminen**	**Polku #8: Puhtaan energiateknologian vienti**
Viestintä- ja koulutuskampanjat	Uusien puhtaiden ja älykkäiden energiaratkaisujen ja kiertotalouskonseptien demonstrointi sekä viestintä päättäjille biotalousajattelun uudistamiseksi	Tiedotusta teollisuudelle, pienomistajille ja taloyhtiöille, isännöitsijöille Piloteista viestiminen Tiedotus teollisuuden kysyntäjouston palkintamekanismeista?	Tiedotusta teollisuudelle, pienomistajille ja taloyhtiöille, isännöitsijöille Piloteista viestiminen	E-tehokkuuskampanjat ja neuvontapalvelut pienkuluttajille, -omistajille, rakentajille ja korjaajille Tiedotusta: Isojen toimijoiden julkinen sitoutuminen; Energiakatselmustoiminta Verovähennysmahdollisuuksia taloyhtiön e-investoinneista	Taloyhtiöille (& isännöitsijöille) räätälöity energia-neuvonta Tiedotusta investointituista Neuvonta ja tuki LVI-laitteiden käyttöön Tiedotusta energiakatselmustoiminnasta Viileämpi sisäilma kampanja THL & Motiva yhteistyössä	Tiedotuskampanja sähköauton hankintatuesta Koulutus isännöitsijöille (& taloyhtiöt?) sähköautoinfran tarpeista	Viestitään yhteiskäytön kokeiluista ja piloteista	Uudet energiaratkaisut vahvemmin kaikkiin teknologiatilaisuuksiin Näkyvyyden vahvistaminen kansainvälisillä areenoilla tärkeissä verkostoissa Uusia moderneja viestintäkeinoja käyttöön Kokeiluhankkeista oppiminen ja jalkauttaminen koulutusorganisaatioihin

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

Taulukko B. Tärkeimmät välittömät muutostoimet: Taloudellisten ohjauskeinojen ja rahoitusvälineiden kehitys (2/7).

Polkujen tärkeimmät muutostoimet:	**Polku #1: Kivihiilestä luopuminen**	**Polku #2: Sähkön kysyntäjousto**	**Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto**	**Polku #4: Rakennusten e-tehokkuus**	**Polku #5: Käyttäytymisen muutos**	**Polku #6: Vaihtoeht. käyttövoimien ajoneuvot**	**Polku #7: Liikenteen palvelullistaminen**	**Polku #8: Puhtaan energiateknologian vienti**
Taloudellisten ohjauskeinojen ja rahoitusvälineiden kehitys	Korjataan EU:n päästökauppa asettamalla päästöyksiköille vähintään 30 eur/tCO2 lattiahinta; Jos tämä ei onnistu, niin lattiahinta asetetaan kansallisesti Toteutetaan talousohjauksen kehitysohjelma, jolla varmistetaan tarvittava keppi- ja porkkanaohjaus Suomessa ja EU:ssa Perustetaan vähähiilirahasto puhtaiden energiaratkaisujen edistämiseksi päästöjen hinnoittelusta saatavilla tuloilla	Energiainvestointien joukkorahoitus (esim. aurinkopaneelikentät)?	Rahoitusinstrumentit tukemaan kaksisuuntaisen kaukolämpöverkon kehitystä?	Valtion energia-avustusten palauttaminen käyttöön Pienkuluttajien rahoitusratkaisut energiaremontteihin E-investointien joukkorahoitus Vihreät joukkovelkakirjat?	Uusia energiansäästöpalveluita, joissa säästö toimii investointina MicroESCo-liiketoiminta nykyistä laajempana rahoitusmallina	Julkisen latausinfran kehityksen rahoitus tulevalla kysyntäjoustopotentiaalilla?	Valmistellaan tuki yritysten ja julkisen sektorin liikennepalveluiden käytön lisäämiselle ja hankinnoille	Julkisen rahoituksen uudelleensuuntaaminen Yksityisen ja julkisen rahoituksen uudet muodot – rahastot Ulkomaiset investoinnit Suomeen Pääomamarkkinoiden toiminta ja uuden listautumisen edistäminen

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

Taulukko C. Tärkeimmät välittömät muutostoimet: Rakennuksiin ja asumiseen liittyvät toimet (3/7).

Polkujen tärkeimmät muutos-toimet:	**Polku #1: Kivihiilestä luopuminen**	**Polku #2: Sähkön kysyntäjousto**	**Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto**	**Polku #4: Rakennusten e-tehokkuus**	**Polku #5: Käyttäytymisen muutos**	**Polku #6: Vaihtoeht. käyttövoimien ajoneuvot**	**Polku #7: Liikenteen palvelullis-taminen**	**Polku #8: Puhtaan e-teknologian vienti**
Rakentamis-määräysten (ja kaavoi-tuksen) ke-hittäminen	Muutetaan raken-tamismääräysten primäärienergia-kertoimet CO2-pohjaisiksi	Varmistetaan kysyntä-joustovalmiudet (talo-tekniikka) ja kaksi-suuntainen sähkönsiir-to edellyttämällä rakennuksilta sähkö- ja automaatiosuunni-telmat (YM asetus)	Huomioidaan kau-kolämmön kysyntä-joustovalmiudet (talotekniikka) ja matalan lämmön KL-verkot Kaukolämpökulut erilleen taloyhtiön vastikkeessa?	Korjausrakentajille suun-natut energiatehokkuus-vaatimukset (mm. taloau-tomaatio ja kysyntäjousto) Koko elinkaari tarkasteluun Linkitetään energiakatsel-mustoimintaan	Huoneistokoh-taisen lämmön ja veden mitta-rointi pakol-liseksi Puolilämpimien tilojen hallinta ja edistäminen	Huomioi-daan säh-köautojen latausinfra, ja sähköau-tot kysyntä-jouston va-rastoina	Valmistel-laan peri-aatteet lii-kennepal-veluiden tukemiselle maankäy-tön suunnit-telussa	
Energia-katselmus-toiminnan kehittäminen	Tunnistetaan sähkön ja läm-mön kysyntä-joustopotentiaali ja lämmöntuotan-tomahdollisuudet avoimeen kauko-lämpöverkkoon	Huomioidaan jousto, oma tuotanto, varas-tointi	Huomioidaan jous-to, oma tuotanto, varastointi	Energiakatselmusjärjes-telmän kehittäminen tois-tuvaksi (energiatodistusten pohjalta) Huomioidaan energiate-hokkuus kaavoituksessa	Energiakatsel-musjärjestel-män kehittämi-nen	Sähköauto-jen varastot osana ener-giakatsel-muksia		(Luodaan markkinoita kotimaiselle energiare-monttitoimin-nan ja ener-giapalvelujen kehitykselle ja pilotoinnille)
Taloyhtiöi-den roolin nostaminen	Maa- ja aurinko-lämpöä tms. tuot-taville taloyhtiöille helppo toiminta-malli avoimeen kaukolämpöverk-koon liittymiseksi	Taloyhtiöiden sähkö-autot / muu kulutus sähkön kysyntäjouston osana Kaksisuuntaisten sähköautojen latauss-pisteiden sopimus- ja verotusmallien kehit-täminen	Lämmityskulut eril-leen vastikkeessa -> säästövastuu asukkaille	Taloyhtiöille (& isännöitsi-jöille) räätälöity energia-neuvonta Taloyhtiön osakkaille vero-vähennys energiainves-toinneista (esim. osakkaille jyvitetty uusittu kotitalous-vähennys?)	Kampanja taloyhtiöiden järjestämistä energiakatsel-muksista asun-toihin Huoneisto-kohtaisen lämmön/veden mittarointi	Kehitetään taloyhtiöille ja työpaikoil-le sähköau-tojen lataa-misen sopi-musmallit	Taloyhtiöi-den ajo-neuvojen yhteiskäyt-tö ja -han-kinnat	

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus Kunnat ja kaupungit Elinkeinoelämä Kansalaiset

Taulukko D. Tärkeimmät välittömät muutostoimet: Sähkö- ja kaukolämpömarkkinat (4/7).

Polkujen tärkeimmät muutostoimet:	**Polku #1: Kivihiilestä luopuminen**	**Polku #2: Sähkön kysyntäjousto**	**Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto**	**Polku #4: Rakennusten e-tehokkuus**	**Polku #5: Käyttäytymisen muutos**	**Polku #6: Vaihtoeht. käyttövoimien ajoneuvot**	**Polku #7: Liikenteen palvelullistaminen**	**Polku #8: Puhtaan e-teknologian vienti**
Sähkömarkkinalain muutos	Sähkövero dynaamiseksi ja selkeäksi kysyntäjoustoton kannattavuuden sekä sähkön ylijäämän varastoinnin edistämiseksi kaukolämpöverkkoon Kehitetään mittaridatan ja datan tiedonsiirron standardointia, tietoturvallisuutta ja markkinapaikkoja kuluttajien pientuotannon ja kysyntäjouston edistämiseksi	Aggregaattorien toiminnan pelisääntöjen kehittäminen Oman tuotannon myynnin verotuksen helpottaminen Dynaaminen ja/tai tehopohjainen hinnoittelu ja/tai verotus (Joukko-)rahoituksen kehittäminen	(Kun sähköntuotannon verotus tukee varastointia lämmön tuotanto sähköllä yleistyy hinnan ollessa alhainen)	Sähkömarkkinalain muutos mahdollistamaan sähkön myynti tontin rajojen yli, huomioituna myös rakennuksen energialuokassa	Helpotetaan kaikin keinoin pienkuluttajien ja taloyhtiöiden omatuotantoa ja ylijäämän jakoa ja myyntiä	Huomioidaan kaksisuuntaisen sähköautojen latausinfran kehitys		
Kaukolämpömarkkinoiden sääntelyn kehitys	Avataan suurten kaupunkien kaukolämpöverkot kuluttajille, uusiutuvalle energialle ja kuluttajille hallituksen esityksellä ja lainsäädännöllä: Luodaan uudet markkinat	(Kun kaukolämpöverkot on avattu pientuotannolle, sähköä voi alhaisen hinnan aikana varastoida myös lämmöksi)	Kaukolämpömarkkinoille tuntihinnoitteluedellytysten luominen Kehitetään suuriin kaukolämpöverkkoihin markkinapaikka kilpaileville tuottajille ja kysyntäjouston tarjoajille	Valtion investointituki dynaamisten kaukolämpöjärjestelmien investointeihin?	Uusia kaukolämpöjoustopalveluja ja hyödyt (vrt. lämpölupaus)			

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

Taulukko E. Tärkeimmät välittömät muutostoimet: Sähköautojen latausinfra (5/7).

Tärkeimmät muutostoimet:	**Polku #1: Kivihiilestä luopuminen**	**Polku #2: Sähkön kysyntäjousto**	**Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto**	**Polku #4: Rakennusten e-tehokkuus**	**Polku #5: Käyttäytymisen muutos**	**Polku #6: Vaihtoeht. käyttövoimien ajoneuvot**	**Polku #7: Liikenteen palvellistaminen**	**Polku #8: Puhtaan energiateknologian vienti**
Sähköautojen latausinfrastruktuurin edistäminen (ja liikenteen uudet palvelumallit)	Sähköautojen kaksisuuntaisten latauspisteiden priorisointi latausinvestoinneissa kysyntäjouston ja akkusäätövoiman lisäämiseksi	Edistetään sähköautojen akkujen toimintaa osana kysyntäjoustoa rakentamismääräyksissä ja viestinnällä		Edistetään sähköautojen toimintaa osana rakennusten energiajärjestelmiä rakentamismääräyksissä ja viestinnällä	Joustava lataus, ajoneuvojen yhteiskäyttö	Taloyhtiöiden latausinfran pilottien toteutus ja niistä viestintä	Sovelletaan käytäntöön ja evaluoidaan laki liikennepalveluista	(Uudet teknologiat ja palvelut myös vientiin)

Taulukko F. Tärkeimmät välittömät muutostoimet: Energiapalveluiden edistäminen (mm. Micro-ESCo:t) (6/7).

Polkujen tärkeimmät muutostoimet:	**Polku #1: Kivihiilestä luopuminen**	**Polku #2: Sähkön kysyntäjousto**	**Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto**	**Polku #4: Rakennusten e-tehokkuus**	**Polku #5: Käyttäytymisen muutos**	**Polku #6: Vaihtoeht. käyttövoimien ajoneuvot**	**Polku #7: Liikenteen palvellistaminen**	**Polku #8: Puhtaan energiateknologian vienti**
Energiansäästöpalveluiden kuten (Micro-) ESCo:jen tuki ja kehitys	Lämpötila ja valaistus palveluna -liiketoiminnan kehitys energiatehokkuuden ja kysyntäjouston edistämiseksi	Tutkimusta kysyntäjouston liiketoimintamalleista?	Tutkimusta kaukolämmön kysyntäjouston liiketoiminta- ja rahoitusmalleista?	Pienkuluttajille suunnattujen uusien ESCo:jen käynnistäminen Taloyhtiöiden kysyntä energiapalveluille kasvaa	MicroESCo-investointisopimusmalliin perustuvien palveluiden levittäminen ja kehittäminen	Tuetaan monipuolisten ja yksilöllisten palvelukonseptien kehitystä (sähköautoilu / MaaS?)	Tuetaan monipuolisten ja yksilöllisten palvelukonseptien kehitystä (sähköautoilu / MaaS?)	(Uudet e-palvelut myös vientiin)

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

Taulukko G. Tärkeimmät välittömät muutostoimet: Tutkimustoiminta ja pilotointi (7/7).

Tärkeimmät muutostoimet:	**Polku #1: Kivihiilestä luopuminen**	**Polku #2: Sähkön kysyntäjousto**	**Polku #3: Kaukolämmön kysyntäjousto**	**Polku #4: Rakennusten e-tehokkuus**	**Polku #5: Käyttäytymisen muutos**	**Polku #6: Vaihtoeht. käyttövoimien ajoneuvot**	**Polku #7: Liikenteen palvelullistaminen**	**Polku #8: Puhtaan energiateknologian vienti**
Tukea tutkimustoimille ja piloteille	Avoimen kaukolämpöverkon hinnoittelumarkkina- ja tuotantomallit CHP:n korvaavat ratkaisut pitkien pakkasjaksojen ajoiksi: power to gas eli sähköstä kaasua -ratkaisut sekä lämmön kausivarastointijärjestelmät ja -teknologiat Sähkön ja lämmön kysyntäjousto Korkean jalostusarvon biopohjaisten tuotteiden kehitys hiili-intensiivisten materiaalien korvaamiseksi	T&K tukea sähkön kysyntäjouston kehittämiseen ja pilotointiin tosielämässä Teollisuusryhmäkohtainen kartoitus kysyntäjoustopotentiaalista	Kaukolämmön kysyntäjoustopalvelujen kehityksen ja pilotoinnin tukeminen Tutkimus KL-kysyntäjouston liiketoimintamalleista (vrt. tuntihinta) Uusien lämmön varastointijärjestelmien ja -teknologioiden kehittämisen tukeminen (sis. kausivarastointi, isot kaupunkitason varastot)	Tuki rakennusten elinkaari-impaktien tutkimiseen?	Huoneistokohtaisten lämpötila-automaatiojärjestelmien kehitys Kulutuksen visualisointi Taloyhtiöiden ja omakotiyhdistysten sisäinen/välinen benchmarktoiminta	Edistetään taloyhtiölatauksen ratkaisujen markkinoille tuloa -> pilotointi ja julkistaminen	Otetaan julkisen sektorin kalusto laajasti mukaan MaaS-kokeiluihin	Business Finlandin riittävä resursointi Demoalustat ja niiden kehittäminen. Sääntelyn joustavoittaminen: keskitettyä apua Julkiset hankinnat edistämään kaupallistamista suosimalla innovatiivisia hankintoja ja helpottamalla pk-yritysten tarjontaa

Muutostoimien toteuttajat: Valtio ja hallitus | Kunnat ja kaupungit | Elinkeinoelämä | Kansalaiset

Liite 2. Tarvittavat pilotit, uusi tutkimus ja liiketoimintamallit (taulukot H – N)

Taulukko H. Uudet pilotit koottuna (1/2).

Liittyvä polku/polut:	*Pilotin nimi:*	*Pilotin lyhyt kuvaus:*	*Kuka toteuttaa / ketkä tukevat?*	*Milloin, missä?*	*Miksi, mihin kontribuoi?*
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	-	Toteutetaan puhtaan energian pilotteja	-	2018->	Lisätään uusiutuvan energian investointeja kivihiilen käytön korvaamiseksi
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	-	Käynnistetään lisää kaukolämpöverkon ja uusien puhtaiden lämmitysratkaisujen pilotteja eri kaupungeissa ml. uudet hinnoittelumallit	Kaupungit Yliopistot, AMK:t, yritykset, Tekes	-	-
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	-	Kehitetään ja pilotoidaan lämmön kausivarastointia, kysyntäjoustoa ja geotermisen energiaa niiden kaupallistamiseksi	-	2018->	Luodaan CHP-voimaloille korvaavat ratkaisut huippukulutus- ja pakkasjaksoille
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	-	Lisää taloautomaation ja oman pientuotannon ja varastoinnin pilotteja	-	2020-2025	-
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	-	Pilotoidaan sähköautojen akkuja kysyntäjouston osana	-	2020-2025	-
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	-	Lisää sähkön kysyntäjouston pilotointia	-	2020-2025	-
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	-	Varastoinnin (ja jousto- palveluiden) olemassaolevat ja uudet pilotoinnit	Useita pilotoijia	2018->	Varastoinnin T&K -toiminnan panostus Sähkön varastoinnin uusia, helppoja ratkaisuja
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	Ahvenanmaa 100% uusiutuva	Ahvenanmaahan 100% uusiutuva energiajärjestelmä	Clic Innovation, Ahvenanmaa	2020-2030	Verkkoyhtiöt kysyntä- joustoa edistämään
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	-	Vesiverkko kysyntäjouston osana. Helsingin vesi 4bar -> 3bar joustona	HSY	Maakunnat 2020-2022	Teollisuuden moottorien & taajuusmuuntajien joustosäästön palkintamekanismin kehittäminen
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	-	Teollisuusryhmäkohtaiset pilotoinnit	Teollisuus, Motiva	Maakunnat, Suomi 2020-2022	Teollisuuden moottorien & taajuusmuuntajien joustosäästön palkintamekanismin kehittäminen
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	-	Teollisuusryhmäkohtaiset pilotoinnit	Teollisuus, Motiva	2022-2025	Uudet teollisuusryhmät mukaan
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	-	Pientuotannon ja kysyntäjouston alueelliset pilotit (vrt. RED2 EU)	Eri toimijoita	2020->	Oman pientuotannon linkittäminen kysyntäjoustoon yleistyy paljon
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	-	Erilaisten KL-joustopalvelujen pilotointia (Jo pientä liiketoimintaa olemassa...)	Mm. Fourdeg, Leanheat	2017->	Helpot kaukolämmön kysyntäjoustopalvelut yleistyvät
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	-	Ison skaalan KL-kysyntäjoustojärjestelmien pilotteja. Teollisella tai kaupungin-osatasolla	Julkinen taho, teollisuus, e-yhtiöt, uudet toimijat	2020-2025	-

Taulukko I. Uudet pilotit koottuna (2/2).

Liittyvä polku/polut:	*Pilotin nimi:*	*Pilotin lyhyt kuvaus:*	*Kuka toteuttaa / ketkä tukevat?*	*Milloin, missä?*	*Miksi, mihin kontribuoi?*
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	-	Kaukolämmön kausi-varastoinnin pilotteja (kesä->talvi). Uudet ja vanhat teknologiat	E-yhtiöt, uudet toimijat	2020-2025	-
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	-	Mittaus- ja arviointi-teknologiat, algoritmit Pilottien kautta	Uudet liiketoimijat?	2020->	Taloyhtiön vastikkeesta erotettu kaukolämpölasku
Polku 4: Rakennusten energiatehokkuus	Energiakartoitukset	Pilotoidaan energiakartoituksia (vrt. energiatodistus) esim. Hinku-kunnissa	Hinku-kunnat	2018->	Uusien energiatekniikoiden ja palveluiden buumi
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Uudisrakennusten automaatiopilotit	Uudisrakennusten automaatio-järjestelmät kerrostaloissa / vrt. Tukholma	Fortum ja Bonava	Rakennukset, yhteisöt, maakunnat	-
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Viileämpi sisäilma ei vilustuta -kampanja	Lapset/nuoret kodin lämmönsäätäjät	-	2018, Suomi	Energiansäästön ohjaukseen mallia kansanter-veystyöstä
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	-	Uusien energiansäästönpalvelukonseptien kehittäminen: Hackatonit, yliopistokisat (Aalto vs. LUT)	Yliopistot, energia-yhtiöt, Motiva	2020, Suomi	Helpot energiansäästö-palvelut kuluttajille
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	-	Energiansäästökilpailussa kansalaisille annettavan tuen ja vertaiskilvoittelun skaalaaminen Somen avulla: neuvonta, vertailu, oman kulutuksen jako	Yliopistot, energia-yhtiöt, Motiva	2020, Suomi	Helpot energiansäästö-palvelut kuluttajille
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	-	Energiansäästöstä investointi kuluttajalle joka kasvaa korkoa. Energiayhtiön hyöty syntyy siitä, ettei tarvita uutta kapasiteettia.	Energiayhtiöitä	2020 Rakennukset, Suomi	Helpot energiansäästö-palvelut kuluttajille
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Avoin data	Avoimen datan hyödyntäminen liiketoiminnassa	Business Finland	2018 Maakunnat, Suomi	Liikennepalvelulaki
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Kokeilujen rahoitta-misen “piggybag”	Liikennepalveluiden kokeiluille joustava rahoitusmalli	Business Finland	Suomi	Muutos liikkumisen kulttuurissa
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Sähköautotaloyhtiö	Kokeilu, jossa sähköautoinfra-struktuuria tarkastellaan bränditekijänä	Taloyhtiöt	2017-> Rakennukset	Latausinfran kehitys
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Latausinfrastruktuuri	Aluekehitysrahastojen (+TEN-T) käyttö liiketoimintaympä-ristön kehityksessä	Maakuntien liitot	2017-> Maakunnat	Latausinfran kehitys
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Yhteenpunonta	Julkisen liikenteen, yksityisten palveluiden ja sähköautojen yhteensovittaminen	-	Yhteisöt, maakun-nat,	Liikennepalveluiden edellytykset
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	-	Palvelupilotit Itseohjautuvat autot palveluntarjonnassa (kokeiluohjelma)	-	2020-2030, Suomi	Itseohjautuvat autot
Polku 8: Puhtaan energia-teknologian vienti	-	Oppiminen	-	-	Kotimarkkinat ponnahduslaudaksi vientituotteiden kehitykseen
Polku 8: Puhtaan energia-teknologian vienti	-	Demonstraatiot	-	2018->	Kotimarkkinat ponnahduslaudaksi vientituotteiden kehitykseen

Taulukko J. Uusi tutkimus koottuna (1/2).

Liittyvä polku/polut:	*Tutkimushankkeen lyhyt kuvaus:*	*Kuka toteuttaa/ketkä tukevat?*	*Milloin, missä?*	*Miksi, mihin kontribuoi?*
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Seminaarit EU:n ja Suomen päättäjille biomateriaalien hyödyistä ja mahdollisuuksista	Climate Leadership Council	2018	Asetetaan prioriteetiksi biomassan hyödyntäminen materiaali ja tuoteteollisuudessa
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Määritellään kestävän metsäbiomassan käytön raja	Tutkijat, hallitus	2018	Asetetaan prioriteetiksi biomassan hyödyntäminen materiaali ja tuoteteollisuudessa
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Kehitetään hiilenkierron laskentaa ja kirjanpitoa biomassan materiaalikäyttöä varten	EU, tutkijat, ministeriöt	2018	Asetetaan prioriteetiksi biomassan hyödyntäminen materiaali ja tuoteteollisuudessa
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Selvitetään kuluttajien energia-markkinoille osallistumisen esteet liittyen veroihin, tonttirajoihin, mittaukseen jne.	Hallitus, yliopistot	2018	Suomeen kuluttajia osallistava ja päästöjen vähentämiseen kannustava energiamarkkina
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Päivitetty yhteenveto päättäjille uusiutuvan energian ratkaisujen teknologisesta & taloudellisesta potentiaalista Suomessa	TEM Yliopistot, tutkimuslaitokset ja toimialajärjestöt	2018	Lisätään uusiutuvan energian investointeja kivihiilen käytön korvaamiseksi
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Tutkimus CHP-voimaloiden korvaavista ratkaisuista	-	2018->	Luodaan CHP-voimaloille korvaavat ratkaisut huippukulutus- ja pakkasjaksoille
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	Tutkimusta sähkön varastoinnista käytännössä. Sähkön kausivarastointi Kausivarastoinnin tutkimusta (kesä-talvi) - Järvien lämmön hyödyntäminen - Vesivoima varastona (esim. jo Kemijärvi)	Suuria ja pieniä toimijoita	2017->	Varastoinnin T&K -toiminnan panostus Sähkön varastoinnin uusia, helppoja ratkaisuja
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	Teollisuuden kysyntäjousto - tutkimus, kartoitus (Teollisuus + moottorit + USD kysynnänjoustotutkimus)	TEM, Motiva, yliopistot?	2017-2019	Kohdekartoitus teollisuudessa Uusia teollisuudenaloja mukaan kysyntäjoustoon
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	Kartoitetaan kohteet, joista sulkea sähkö ajoittain Lämmitettävät & jäähdytettävät (esim. ilmanvaihto pois 15min)	Yliopistot, Motiva	2017-2019	Kohdekartoitus teollisuudessa Uusia teollisuudenaloja mukaan kysyntäjoustoon

Taulukko K. Uusi tutkimus koottuna (2/2).

Liittyvä polku/polut:	*Tutkimushankkeen lyhyt kuvaus:*	*Kuka toteuttaa/ketkä tukevat?*	*Rahoitus?*	*Milloin, missä?*	*Miksi, mihin kontribuoi?*
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Tutkimusta KL-kysyntä- joustopalvelujen uusista liiketoimintamalleista	Motiva? Tekes? Yliopistot	-	Heti	Kaukolämpö-markkinoiden avaaminen
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Tutkimusta lämmön kausivarastoinnista (Lämmön kausi-varastointiteknologiat (kesä->talvi) Uudet ja vanhat teknologiat, myös vesivoima, tehostus & linkitys)	Tutkijat, e-yhtiöt	-	2020-2025->	Energian varastointi kesä->talvi mahdolliseksi
Polku 4: Rakennusten energiatehokkuus	Tutkimus, miten edistetään myönteistä trendiä		-	-	-
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Tutkimusta siitä mitä kotien todelliset lämpötilat ovat Suomessa ja miten kansalaisia saadaan lähemmäs suosituslämpötiloja	-	-	2018->	Ihmisten tulisi tunnistaa kotinsa lämpötila
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Selvitys siitä miksi huoneistokohtainen veden mittaus etenee hitaasti sen eduista huolimatta			2017->	Veden ja lämmönkäytön hillitseminen asunnoissa
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Selvitys ja kokeiluita miten asuinrakennuksen lämmityksen perussäädöt saadaan kohdalleen koko asuinrakennuskannassa				
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Tutkimus: Digitaalinen vertaistuki ja päästöjen vähentäminen	-	-	2020->	Kuluttajien aktiivisuus nousee ja vaikutusmahdollisuudet kasvavat

Taulukko L. Uusi liiketoiminta koottuna (1/3).

Liittyvä polku/polut:	*Liiketoiminta:*	*Liiketoimintamallin lyhyt kuvaus:*	*Kuka toteuttaa/ketkä tukevat?*	*Rahoitusmalli?*	*Milloin, missä?*	*Miksi, mihin kontribuoi?*
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Biopohjaiset tuotteet korvaamaan hiili-intensiivisiä sementtiä, betonia, metalleja	-	Tekes, yritykset	-	2018->	Asetetaan prioriteetiksi biomassan hyödyntäminen materiaali ja tuoteteollisuudessa
Polku 1: Kivihiilestä luopuminen	Lämpö, jäähdytys ja valaistus kuluttajille palveluna -liiketoiminnan kehitys	-	Tekes, yritykset	-	2018->	Suomeen kuluttajia osallistava ja päästöjen vähentämiseen kannustava energiamarkkina
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	Sähköautojen älykäs rooli sähkövarastona	Käyttäjän kalenteriin/ajanhallintaan kytketty älyjärjestelmä sähköautojen kysyntäjoustoon	Uusi toimija	-	2017->	Varastoinnin T&K -toiminnan panostus Sähkön varastoinnin uusia, helppoja ratkaisuja
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	Uudet palveluntarjoajat	Palveluntarjoajia tarvitaan lisää: Tavoitteena ostamisen helppous!	Pienet ja suuret yritykset	-	2020->	Pienkuluttajien kysyntäjoustopalvelut
Polku 2: Sähkön kysyntäjousto	Uudet säätöpalvelut (mm. taajuusmuuntajat)	Taajuusmuuttajien automaattinen säätö (pilvipalvelu) -> Tuotteistus	Yritykset	-	2020-2022->	Teollisuuden kysyntä- jouston palkintamekanismi
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Uusia KL-kysyntäjousto-palveluja ja uusia palvelun-tarjoajia	-	Uusia toimijoita	-	2018->	Kaukolämpömarkkinoiden avaaminen
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Uusia hukkalämmön hyödyntämisen palveluja ja palveluntarjoajia	Uudet palvelut myös vientiin	Uusia toimijoita?	-	2018->	Kannustus hukkalämmön parempaan hyödyntämiseen
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Kaukolämmön kulutuksen etäohjausteknologiat	-	Uudet liiketoimijat?	-	2017->	Kannustus hukkalämmön parempaan hyödyntämiseen
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Uusia KL-kysyntä-jouston palveluja ja tarjoajia	Myös vientiin	Pieniä ja suuria toimijoita	-	2017->	Helpot kaukolämmön kysyntäjousto-palvelut yleistyvät
Polku 3: Kaukolämmön kysyntäjousto	Kaukolämmön kulutuksen jyvitys taloyhtiöissä	Palvelu jossa hyötyjä jaetaan (myös vientiin)	-	-	2020->	Taloyhtiön vastikkeesta erotettu kaukolämpölasku
Polku 4: Rakennusten energiatehokkuus	Energiatehokkuus-palveluita	Toimijoita löytyy jo (energiatehok-kuuden parannus, hajautettu tuotanto, kysyntäjousto), mutta tarvitaan lisää volyymiä	Pienet ja suuret toimijat	-	2018->	Energiatehokkuusmarkkinoiden luominen
Polku 4: Rakennusten energiatehokkuus	Energiakartoitusten teko	Sertifioitujen tekijöiden toteuttamat energiakartoitukset	Motiva, yritykset	-	2018->	Kiristyvät energiatehokkuusvaatimukset ja energiakartoitukset pakollisiksi
Polku 4: Rakennusten energiatehokkuus	Palveluintegraattorien kokonaispaketit	Uusien ja kasvavien yritysten tarjoamat energiateknologia- ja palvelupaketit	Esim. Optiwatti, Fourdeg	-	2019->	Uusien energiatekniikoiden ja -palveluiden buumi

Taulukko M. Uusi liiketoiminta koottuna (2/3).

Liittyvä polku/polut:	***Liiketoiminta:***	***Liiketoimintamallin lyhyt kuvaus:***	***Kuka toteuttaa/ketkä tukevat?***	***Rahoitusmalli?***	***Milloin, missä?***	***Miksi, mihin kontribuoi?***
Polku 4: Rakennusten energiatehokkuus	Energiainvestointienrahoitusratkaisut kuluttajille	Kuluttajille tarjotut energiaremonttien rahoitusratkaisut	Pankit, esim. OP	-	2019->	Uusien energiatekniikoiden ja -palveluiden buumi
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Vuokrauksen ja muun yhteiskäytön kasvu	Jakamistalous voimistuu, josta uutta liiketoimintaa	Vanhoja ja uusia toimijoita	-	2018-> Suomi	Käyttöasteen nosto
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Kierrätyskeskusten uudelleenorganisointi vuokraukseen ja jakamiseen	-	Kierrätyskeskukset, uudet toimijat	-	2018-> Maakunnat	Käyttöasteen nosto
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Energiakartoitus- ja vertailupalveluista liiketoimintaa	-	Useita eri toimijoita	-	2018-2020	Taloyhtiöiden roolin ja kyvyn merkittävä nosto energiansäästössä
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	LVI-laitteiden käytön neuvonta ja ohjaus	Uutta palveluliiketoimintaa	Useita eri toimijoita	-	2018-2020	Taloyhtiöiden roolin ja kyvyn merkittävä nosto energiansäästössä
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Helppojen energiansäästöpalveluiden kehittäminen kuluttajille	-	Energiayhtiöt, startup energiapalveluyhtiöt / Rahoittajat, Tekes, korkeakoulut	-	2020->	Helpot energiansäästöpalvelut kuluttajille
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	MicroEsco palveluiden levittäminen ja kehittäminen	-	Energiayhtiöt, MicroEsco-yhtiöt, Motiva	-	2020 Rakennukset, Suomi	Helpot energiansäästö-palvelut kuluttajille
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Uusia palvelu- ja liiketoimintamalleja energiayhtiöiltä	esim. säästöstä saadun voiton puolittaminen asiakkaan kanssa	Energiayhtiöitä	-	2020 Rakennukset, Suomi	Helpot energiansäästö-palvelut kuluttajille
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Taloyhtiöiden neuvonta- palveluiden kehittäminen	Taloyhtiöille ja isännöitsijöille räätälöityä neuvontaa ja koulutusta energiaremonteista	Useita toimijoita	-	2020-> Rakennukset, yhteisöt, Suomi	Energiaremonttien kehittäminen
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Energiaremonttien liiketoiminnan kehittäminen	Helpot energiaremonttien kokonaisratkaisut	Korjaus- ja rakennusyritykset, uudet toimijat	-	2020 Maakunnat, Suomi	Energiaremonttien kehittäminen
Polku 5: Käyttäytymisen muutos	Uusia tilojen jakamis- ja yhteiskäyttöpalveluja ja niistä liiketoimintaa	-	Uusia toimijoita	-	2020-> Rakennukset, yhteisöt, maakunnat	Olemassa olevan rakennuskannan käyttöasteen nosto +20 %
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Latauspisteoperaattorit	Liiketoimintapotentiaalin käyttöönotto ja kehityksen nopeutuminen	-	-	2018->	Vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvojen kysyntä kasvuun
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	“Erottautuminen”	Lisäpalvelut tuottamaan erottautumista (digitaaliset palvelut, gadgedit, pinssit...)	Yritykset	-	2017->	Muutokset ihmisten liikkumistottumuksissa ja auton omistuksessa

Taulukko N. Uusi liiketoiminta koottuna (3/3).

Liittyvä polku/polut:	*Liiketoiminta:*	*Liiketoimintamallin lyhyt kuvaus:*	*Kuka toteuttaa/ketkä tukevat?*	*Rahoitusmalli?*	*Milloin, missä?*	*Miksi, mihin kontribuoi?*
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Operaattorit	Personoitujen operaattorien syntyminen ja monipuolistuminen	Yritykset, kunnat	-	2017-> Maakunnat	Muutokset ihmisten liikkumistottumuksissa ja auton omistuksessa
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Kiertotalous	Riittävät palvelut huoltoon ja jälleenmyyntiin	-	-	2018-2020	Omillaan toimivat huolto- ja jälleenmyyntimarkkinat mm. sähköautoille
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Öljybisneksen paluu	Maailmanmarkkinoilla öljy todennäköisesti halpenee ja tuo uusia öljytuotteita	-	-	2018-2020	Päästösääntelyn kiristäminen Poliittinen varautuminen markkinaheilahteluun, jonka halpeneva öljy aiheuttaa
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Autokaupan käytännöt	Osaavatko autokaupan toimijat reagoida murrokseen ja hyödyntää mahdollisuutta?	-	-	2018-2020 Maakunnat, Suomi	Päästösääntelyn kiristäminen Poliittinen varautuminen markkinaheilahteluun, jonka halpeneva öljy aiheuttaa
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	”Taloyhtiöbusiness”	Sähköautolataus palveluliiketoimintana taloyhtiöille	-	-	2017-> Rakennukset, yhteisöt, Suomi	Sopimusmallien kehittäminen sähköautojen lataamiseen taloyhtiöissä ja työpaikalla
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	“Parkkipaikkabusiness”	Latausinfrastruktuuriin ja prosumerteknologiaan liittyvät liiketoimintamallit	-	-	2017-> Rakennukset, maakunnat	Sopimusmallien kehittäminen sähköautojen lataamiseen taloyhtiöissä ja työpaikalla
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Kuljetuspalvelut	”Palvelutpaketit” kokoamaan liikenteen palveluita (päivittäistavarat jne.)	-	-	2020 Yhteisöt	Liikenteen palveluiden tarjonta kasvaa selvästi vuoteen 2017 verrattuna
Polut 6 & 7: Vähähiilinen liikenne	Robottiautot	Itseohjautuviin autoihin liittyvien teknologioiden ja palveluiden yleistyminen	Autonvalmistajat	-	2020->	Sosiaalinen hyväksyttävyys ja teknologiakehitys tukevat liikenteen robotisaatiota
Polku 8: Puhtaan energiateknologian vienti	Yksityisen ja julkisen rahoituksen uudet muodot	-	-	-	2018->	Rahoituksen vahvistaminen
Polku 8: Puhtaan energiateknologian vienti	Ekosysteemien rahoitusmallit	-	-	-	2018->	Yritysten ekosysteemit
Polku 8: Puhtaan energiateknologian vienti	Korkean jalostusasteen puupohjaisten tuotteiden kehittäminen	-	-	-	2018->	Kasvun kärkien tunnistaminen

Liite 3. Linkit polkukohtaisiin raportteihin

Polkukohtaiset raportit ovat ladattavissa osoitteessa http://www.smartenergytransition.fi/fi/murrosareena/

Kivihiilestä luopuminen (polku #1)

Sähkön kysyntäjousto (polku #2)

Lämmön kysyntäjousto (polku #3)

Rakennusten energiatehokkuus (polku #4)

Käyttäytymisen muutos (polku #5)

Vaihtoehtoisten käyttövoimien ajoneuvot ja liikennepalvelut (polut #6 & #7)

Puhtaan ja älykkään energiateknologian viennin moninkertaistaminen (polku #8)

UUSIA NÄKYMIÄ ENERGIAMURROKSEN SUOMEEN

MURROSAREENAN TUOTTAMIA KUNNIANHIMOISIA ENERGIA- & ILMASTOTOIMIA VUOSILLE 2018–2030

SUOMEN AKATEMIA / strategic RESEARCH / SMART ENERGY TRANSITION