

Paula Hakola, Susanna Horn, Sanna Huikuri, Miia Kinnunen,
Annukka Näyhä, Mia Pihlajamäki & Jarmo Vehmas

ILMASTOLIIKETOIMINTA JA ENERGIA SUOMESSA 2050

Skenaariot ja strategiat (ILMES)

TUTU-eJULKAISUJA 5/2007

ILMASTOLIIKETOIMINTA JA ENERGIA SUOMESSA 2050

Skenaariot ja strategiat (ILMES)

Haastattelututkimus

Paula Hakola
Susanna Horn
Sanna Huikuri
Miia Kinnunen
Annukka Näyhä
Mia Pihlajamäki
Jarmo Vehmas



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Copyright © 2007 Hakola, Horn, Huikuri, Kinnunen, Näyhä, Pihlajamäki, Vehmas &
Tulevaisuuden tutkimuskeskus & Turun kauppakorkeakoulu

ISBN 978-951-564-511-1

ISSN 1797-132

Tulevaisuuden tutkimuskeskus
Turun kauppakorkeakoulu
Rehtorinpellonkatu 3, 20500 TURKU
Korkeavuorenkatu 25 A 2, 00130 HELSINKI
Hämeenkatu 7 D, 33100 TAMPERE
Puh. (02) 481 4530
Faksi (02) 481 4630
www.tse.fi/tutu
tutu-info@tse.fi, etunimi.sukunimi@tse.fi



SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	7
1.1 HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET	7
1.2 Hankkeen toteuttaminen	9
2. ILMASTOLIIKETOIMINNAN TOIVOTTAVA TULEVAISUUS	11
2.1 Energiasektorin yleiskuva	11
2.2 Toimintaympäristö	11
2.3 Energiantuotanto ja -kulutus	13
2.3.1 Energiansäästö ja energiatehokkuus	13
2.3.2 Uusiutuvat energialähteet	14
2.3.3 Liikenne	14
2.4 Suomalaisen osaamisen vahvuusalueet	15
2.4.1 Teknologiat	15
2.4.2 Palvelut	16
2.4.3 Metsäteollisuus	18
2.5 Verkostot	19
3. ILMASTOLIIKETOIMINNAN UHKAKUVA	20
3.1 Globaalit uhkatekijät	20
3.2 Toimintaympäristö	20
3.3 Energiantuotanto ja -kulutus	21
3.4 Suomalainen osaaminen	21
4. ILMASTOLIIKETOIMINNAN TODENNÄKÖINEN TULEVAISUUS	23
4.1 Globaalit näkymät	23
4.2 Toimintaympäristö	23
4.3 Energiantuotanto ja -kulutus	24
4.3.1 Energiantuotanto	24
4.3.2 Liikenne	25
4.4 Suomalaisen osaamisen vahvuusalueet	26
4.4.1 Teknologiat ja palvelut	26
4.4.2 Metsäteollisuus	27
4.5 Verkostot	27
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	29
Liite 1	32
Liite 2	33
Liite 3	35

ESIPUHE

Käsillä on TEKES:n Ilmastonmuutoksesta liiketoimintaa (ClimBus) -teknologiaohjelmaan kuuluvan julkisen tutkimuksen hankkeen ”Ilmastoliiketoiminta ja energia Suomessa 2050 – Skenaariot ja strategiat” (ILMES) ensimmäisen vaiheen loppuraportti. Siinä esitetään kolme erilaista ilmastoliiketoiminnan tulevaisuuskuva. Toivottava tulevaisuuskuva ja uhakuva on muodostettu vuoden 2006 alkupuoliskolla kerätyn haastatteluaineiston perusteella. Todennäköinen tulevaisuuskuva on koottu lokakuussa 2006 järjestetyn tulevaisuusverstaan tuloksista.

Tulevaisuuskuvat ovat pitkästä aikajänteestä huolimatta sidoksissa siihen ajankohtaan jolloin niiden laadinnan pohjana oleva materiaali on kerätty. ILMES-hankkeen johtoryhmä toi viimeisessä kokouksessaan 16.2.2007 esille näkökohdan, joka haluttiin sisällyttää esipuheeseen sen vuoksi, ettei se tullut esille varsinaisessa tutkimusaineistossa.

Mainittu näkökohta liittyy turpeen käyttöön. Suomessa turve on luokiteltu hitaasti uusiutuvaksi biomassapolttoaineeksi jo useita vuosia sitten. Johtoryhmä toi esille, että hallitustenvälisen ilmastopaneeli (IPCC) samoin kuin EU ovat hiljattain päätyneet samansuuntaiseen turpeen luokitukseen kuin Suomessa on käytössä.

Jarmo Vehmas

Turun kauppakorkeakoulu, Tulevaisuuden tutkimuskeskus
ILMES-hankkeen vastuullinen johtaja

1. JOHDANTO

1.1 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Globaalin ilmastonmuutoksen torjuminen (mitigation) ja ilmastonmuutokseen sopeutuminen (adaptation), fossiilisten energialähteiden niukkeneminen sekä kasvava energiankulutus ovat yhdistelmä, joka muuttaa energiasektorin toimintaympäristöä merkittäväällä tavalla tulevaisuudessa. Tällä hetkellä kaupallisesta energiankulutuksesta valtaosa katetaan fossiilisilla polttoaineilla, ja globaalisti niiden kulutus kasvaa edelleen. Toisaalta ilmastonmuutoksen torjuminen edellyttäisi kasvihuonekaasupäästöjen, erityisesti fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen vähentämistä¹. Näiden tekijöiden vuoksi energian tuotanto- ja kulutusrakenteet ovat merkittävän muutospaineen alla erityisesti teollistuneissa maissa. Energiainvestoinnit ovat kuitenkin pitkäaikaisia, voimalaitoksen tavallisena käytöksenä pidetään 30-60 vuotta tyypistä riippuen. Niinpä energiasektorin rakenteelliset muutokset vaativat paljon aikaa.

Energia-, ilmasto- ja teknologiapolitiikan haasteena on löytää keinoja, joiden avulla uuden, kasvihuonekaasupäästöjä vähentävän teknologian kehittämiseen ja ennen kaikkea käyttöönottoon sijoitettaisiin nykyistä huomattavasti enemmän resursseja. Tärkeitä ovat myös energiansäästöön liittyvät toimet, joista monet ovat jo nykyisin kannattavia varsin kohtuullisella takaisinmaksuajalla. Näiden toimien houkuttelevuus lisääntyy energian hinnan noustessa. Systemaattinen panostus teknologian kehittämiseen alentaisi pitkällä tähtäimellä varmimmin hiilidioksidipäästöjen rajoittamisen kustannuksia.

Tärkeimmät tekniset keinot fossiilisten polttoaineiden polttamisesta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä ovat energiatehokkuuden parantaminen kulutuksessa, energiantuotannon hyötysuhteen parantaminen, runsaasti hiiltä sisältävien polttoaineiden korvaaminen muilla, vähemmän hiiltä sisältävillä tai kokonaan hiilettömillä energialähteillä. Hiilidioksidin talteenotto- ja sitomisteknologioiden houkuttelevuutta lisää erityisesti se, että niiden avulla energian tuotanto- ja kulutusrakenteen muutospainet voisivat jäädä pienemmiksi. Joka tapauksessa peruslähtökohtana voidaan pitää sitä, että ilmastonmuutokseen varautuminen (sekä torjuminen että adaptaatio) nyt on kansantaloudelle edullisempi vaihtoehto kuin ilmastonmuutoksen kustannusten jättäminen kokonaan tulevien sukupolvien maksettavaksi².

¹ Fossiilisten polttoaineiden polttamisen yhteydessä vapautuva hiilidioksidi (CO₂) vastaa Suomessa valtaosasta YK:n ilmastonmuutoksen puiteohjelman (UNFCCC) Kioton pöytäkirjassa huomioon otettavista kasvihuonekaasupäästöistä. Muut kaasut (CH₄, N₂O, SF₆ sekä joukko CFC- ja HFC-kaasuja) ovat huomattavasti voimakkaampia kasvihuonekaasuja, mutta niiden ilmastoa lämmittävä vaikutus (GWP) on hiilidioksidin verrattuna vähäisempi kaasujen pienemmän määrän vuoksi. Lisäksi kasvihuonekaasutaseeseen vaikuttavat mm. muutokset maan käytössä ja metsien hiilensitomiskyvyssä.

² Tämä on 30.10.2006 julkistetun ns. Sternin raportin pääviesti. Sternin raportti on Ison-Britannian hallituksen toimeksiannosta laadittu laaja selvitys, jossa keskitytään ilmastonmuutoksen asettamiin taloudellisiin haasteisiin ja vaikutuksiin globaalilla tasolla. Raportti on nimetty tekijänsä, Maailmanpankin entisen pääekonomistin Sir Nicholas Sternin mukaan ja se löytyy www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm.

Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskukseen (TEKES) vuosina 1999–2002 rahoittaman Teknologian ja ilmastomuutos (ClimTech) -teknologiaohjelman³ tulokset osoittivat, että mahdollisuuksia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen on paljon. Suuri osa potentiaalista on kuitenkin vielä taloudellisesti kannattavien teknologiaratkaisujen ulottumattomissa. Kansallisten mahdollisuuksien lisäksi ilmastomuutosta hillitsevillä teknologioilla ja palveluilla on merkittävä globaali liiketoimintapotentiaali, jonka hyödyntämismahdollisuudet riippuvat jo lähitulevaisuudessa tehtävistä resurssien kohdentamispäätöksistä niin EU:ssa, kansallisesti kuin yritystasollakin.

Osa hallitustenvälisen ilmastopaneelin (IPCC) suosittelemista fossiilisperäisten CO₂-päästöjen rajoituskeinoista⁴ on jo käytössä Suomessa. Jatkuvaa tutkimus- ja kehitystyötä kuitenkin tarvitaan energiatehokkuuden parantamiseksi niin tuotanto- kuin kulutuspuolellakin. Erityisesti teknologian käyttöönoton ja kaupallistamisen edistäminen on tärkeää. Yritysten tulisi myös kiinnittää enemmän huomiota pitkän aikavälin mahdollisuuksiin, jotta kehitystyötä voitaisiin pitää kannattavana. Selkeä pitkäaikainen poliittinen sitoumus valtiovaltalta olisi tärkeä viesti yrityksille, jotka ovat avainasemassa teknologisten keinojen hyödyntämisessä. EU:n piirissä sitoutumista on jo tapahtunutkin. Myös yhteistyöverkostot ja eri osapuolten yhteiset toimintaohjelmat tukisivat teknologioiden ja palvelujen kaupallistamista.

Toimintaympäristön muutos ja siitä johtuva energian tuotanto- ja kulutusrakenteiden muutostarve aiheuttavat paljon epävarmuutta energiasektorin osa-alueilla, minkä vuoksi muutosten ennakointi ja toimenpiteiden ohjaus ovat entistä keskeisemmässä asemassa. TEKESin rahoittaman Ilmastomuutoksesta liiketoimintaa (ClimBus) -teknologiaohjelmaan kuuluvan Ilmastoliiketoiminta ja energia Suomessa 2050 (ILMES) -hankkeen näkökulmasta muutostarvetta pidetään ensisijaisesti voimavarana, joka voi luoda uusia ja merkittäviä mahdollisuuksia kestävä kehityksen vaatimukset täyttävien teknologioiden ja palvelujen toimittajille ja käyttäjille. Odotettavissa oleva energijärjestelmien uudistaminen voi siten avata uusia liiketoimintamahdollisuuksia suomalaisille yrityksille, joiden osaamisella on jo ennestään hyvä maine. Tutkimuksen ja tuotekehityksen suuntaamiseen tarvitaan näkemystä ja ennakointia teknologisen kehityksen suunnasta ja nopeudesta, joiden perusteella toimenpiteet voidaan kohdistaa kustannustehokkaasti. ILMES-hanke pyrkii vastaamaan nimenomaisesti näihin haasteisiin. Tarkoituksena ei siten ole ollut tarkastella nykyisenkaltaisen energiasektorin toiminnan jatkamisen edellytyksiä.

ILMES-tutkimushankkeen tavoitteena on hahmottaa, mitkä ilmastomuutosta hillitsevät teknologiat ja palvelut tulevat menestymään nykyhetkestä vuoteen 2050. Tarkoituksena on auttaa suomalaisia energia-alan yrityksiä suuntaamaan kehitys- ja verkostoitumispanoksiaan kilpailukyvyyn vahvistamiseksi muuttuvassa toimintaympäristössä. Samoin tarkoituksena on auttaa ilmasto- ja energiapolitiikan valmistelua suuntaamaan ja kohdentamaan niukat resurssit tarkoituksenmukaisella tavalla. Hankkeessa tarkastellaan siten ilmastomuutoksen hillitsemiseen liittyviä (1) teknologioita ja palveluja, (2) teknologian/palvelujen diffuusion edellytyksiä ja esteitä sekä (3) uusia liiketoimintamahdollisuuksia

³ <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/CLIMTECH/fi/etusivu.html>

⁴ Climate Change 2001: Mitigation. A Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Summary for Policymakers.

1.2 Hankkeen toteuttaminen

Hanke on toteutettu yhteistyönä Turun kauppakorkeakoulun Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen, Jyväskylän yliopiston (Uusiutuvan energian ja Ympäristöjohtamisen koulutus- ja tutkimusohjelmat), Tampereen teknillisen yliopiston (Sähkövoimatekniikan laitos ja Energia- ja prosessitekniikan laitos) sekä VTT Prosessien kanssa. Johtoryhmätyöskentelyyn ovat osallistuneet lisäksi hankkeen yrityspartnerit ABB Oy, Foster Wheeler Energia Oy, Jyväskylä Innovation Oy, Kvaerner Power Oy, Oy Metsäbotnia Ab, Prizztech Oy, Rautaruukki Oyj, Teknologiakeskus Hermia Oy, Teknologiakeskus Oy Merinova Ab, Vapo Oy, Vattenfall Verkko Oy, Wärtsilä Oy Ab sekä Ääneseudun Kehitys Oy.

ILMES-hankkeessa asiantuntijatietoa on kerätty Delfoi-menetelmän avulla. Delfoi-menetelmä on asiantuntijamenetelmä, jonka tarkoituksena on löytää keskeiset argumentit, joilla erilaiset kehitysarviot ovat perusteltavissa. Perustelujen käsitteleminen anonyymeilla asiantuntijakerroksilla antaa asiantuntijoille mahdollisuuden tarkistaa omia näkemyksiään, jolloin analyysin tuloksena syntyy jalostettua tietoa tulevaisuuden mahdollisuuksista. Lisäksi asiantuntijamielipiteiden katsotaan sisältävän "hiljaista tietoa", joka muodostaa tärkeän osan tulevaisuustiedon perustasta. ILMES-hankkeen aihepiiri on kuitenkin niin laaja, että kaikkien esitettyjen näkökohtien yksityiskohtaisiin perusteluihin ei ollut mahdollista paneutua syvällisesti. Sen sijaan Delfoi-menetelmä on toiminut lähinnä näkökohtien karsimisen välineenä. Delfoi-menetelmän valinnan ensisijaisena perusteena on ollut hankkeen vaiheittainen eteneminen, mikä on tarpeellista pitkälle tulevaisuuteen luotaavien skenaarioiden ja strategian rakentamisessa.

Kevään ja kesän 2006 aikana haastateltiin 79 suomalaista energia-alan toimijaa (energian tuotantoa, siirtoa, jakelua ja kulutusta sekä energia-alan palveluja edustavien yritysten, tutkijoiden, rahoittajien ja viranomaisten edustajia). Haastateltavat (Liite 1) valittiin yhteistyössä hankkeen johtoryhmän kanssa, mikä mahdollisti yritysten aktiivisen osallistumisen asiantuntijoiden valintaan ja myös hankkeen sisältöön suuntaamiseen. Haastateltavien valinnassa pyrittiin varmistamaan eri liiketoiminta-alueiden mukanaolo. Käytännössä haastatellut organisaatiot painottuvat energian tuotantopuolta edustaviin teknologiayrityksiin. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, ja haastattelurunko (Liite 2) muokattiin yhteistyössä hankkeen johtoryhmän kanssa. Haastattelurunko käsitteli energiasektoria laaja-alaisesti, joten käytännössä haastateltavat toivat esille muitakin kuin vain omaan toimialueeseensa liittyviä näkökohtia.

Haastattelujen pohjalta muodostettiin ensin erilliset aineistot kahdelle erilaiselle tulevaisuuskuvalle⁵. Toivottava tulevaisuus ja uhkakuva muodostettiin poimimalla aineistosta haastateltujen uhkaaviksi ja toivottaviksi luonnehtimia asioita ja näkökohtia. Lokakuussa 2006 järjestetyssä asiantuntijoiden tulevaisuusverstaassa käsiteltiin näitä kahta alustavaa tulevaisuuskuva ja muodostettiin neljässä aihepiiritään rajatussa työryhmässä näkemys siitä, mitkä elementit toivottavasta tulevaisuudesta ja uhkakuvasta ovat todennäköisiä. Työryhmien aihepiireinä olivat (1) keskitetty energiantuotanto, (2) hajautettu energiantuotanto, (3) biopolttoaineiden tuotanto ja laitteet sekä (4) energian siirto, jakelu ja kulutus. Näin

⁵ Tulevaisuuskuvalle tarkoitetaan yhden mahdollisen tulevaisuuden symbolista kuvausta. Se on tulevaisuuden tilaa koskeva näkemys, joka rakentuu menneen ja nykyhetken ymmärryksestä, tiedoista, tulkinnoista, havainnoista, uskomuksista, odotuksista, arvoista ja toiveista sekä peloista.

tulevaisuusverstaan tuloksena saatiin laajaan asiantuntijanäkemykseen perustuva aineisto kolmatta tulevaisuuskuva eli todennäköistä tulevaisuutta varten. Tulevaisuusverstaaseen osallistui yhteensä 35 energia-alan asiantuntijaa ja tutkimusosapuolten edustajaa (Liite 3).

Asiantuntijahaastatteluiden ja tulevaisuusverstaan perusteella muodostetuista aineistoista on koostettu tässä raportissa esiteltävät kolme erilaista tulevaisuuskuva energia-alan teknologioiden ja niihin liittyvien palvelujen kehittymismahdollisuuksista. Kaksi ensimmäistä, toivottava tulevaisuus ja uhkakuva on luotu pelkästään asiantuntijahaastatteluiden pohjalta. Kolmas, todennäköinen tulevaisuus vastaa tulevaisuusverstaassa esitettyjä asiantuntijanäkemyksiä todennäköisimmistä kehityskuluista.

Hankkeessa on lisäksi tehty energiasektorin nykytilaa laajasti kuvaava taustaraportti⁶. Tampereen teknillisessä yliopistossa ja Jyväskylän yliopistossa on tehty myös hanketta tukevia aihepiiriltään rajatumpia opinnäytetöitä, joiden tulokset ovat vaikuttaneet tässä raportissa esitettäviin ILMES-hankkeen ensimmäisen vaiheen johtopäätöksiin. Osahankkeiden varsinaisia tuloksia ei tähän raporttiin ole sisällytetty. Vuoden 2006 loppuun mennessä ovat valmistuneet seuraavat opinnäytetyöt:

- Uusien ja kehittyvien energiantuotannon tekniikoiden kaupallistumisen ennakointi (Tomi Nevaranta, Tampereen teknillinen yliopisto, Sähkövoimatekniikan laitos)
- Liikenteen biopolttonesteiden tuotanto selluteollisuudessa tulevaisuudessa: Asiantuntijoiden näkemyksiä sivuvirtojen hyödyntämisestä, teknologioiden soveltuvuudesta ja diffuusiosta (FM Annukka Näyhä, Jyväskylän yliopisto)
- Tulevaisuuden bioenergiatekniikoiden vertailu (Mirkku Ristikivi, Tampereen teknillinen yliopisto, Energia- ja prosessitekniikan laitos)
- Liikennebiopolttoaineiden hajautettu tuotanto maaseudulla - Alueena pohjoinen Keski-Suomi (Risto Saarikivi, Jyväskylän yliopisto)
- Maatilan biokaasulaitoksen kannattavuus (Hannu Tervahartiala, Jyväskylän yliopisto)
- Ekoinnovaatiot käynnistyvien alojen liiketoimintastrategioissa: Liikenteen biopolttoaineiden tuotanto kunnallisissa lämpö- ja sähkövoimaloissa liiketoimintastrategian näkökulmasta (Päivi Yrjönen, Jyväskylän yliopisto).

Tämän raportin sisältö on seuraava: Luvuissa 2 ja 3 esitellään ilmastoliiketoiminnan toivottava tulevaisuuskuva ja uhkakuva, jotka on siis koostettu haastatteluaineiston perusteella. Luvussa 4 esitellään tulevaisuusverstaassa käytyjen keskustelujen pohjalta koostettu todennäköinen tulevaisuuskuva, jota voidaan pitää keskeisimpänä tuloksena. Jatkotyöskentelyn kannalta on kuitenkin oleellista kiinnittää huomiota toivottavan tulevaisuuskuvan osalta erityisesti sen tarjoamiin mahdollisuuksiin ja uhkakuvan osalta niihin uhkiin, joihin olisi hyvä pyrkiä varautumaan. Viidenteen lukuun on koottu ILMES-hankkeen ensimmäisen vaiheen perusteella tehdyt johtopäätökset.

⁶ Hakola, P. & Kinnunen, M. (2006). Ilmastoliiketoiminta ja energia Suomessa 2050 (ILMES) – Skenaariot ja strategiat. Taustaraportti, 95 s. Tulevaisuuden tutkimuskeskus, e-julkaisuja 1/2006. ISBN 951-564-311-2. Ladattavissa www.osoitteesta http://www.tukkk.fi/tutu/Julkaisut/e_julkaisut/ilmes_taustaraportti_01_06.pdf.

2. ILMASTOLIIKETOIMINNAN TOIVOTTAVA TULEVAISUUS

2.1 Energiasektorin yleiskuva

Energiasektorin liiketoimintoja kehitetään niin energian tuotannon, jakelun kuin kulutuksenkin osalta, jotta energian saatavuus ja kohtuullinen hintataso voidaan taata kasvihuonekaasupäästöjä kasvattamatta.

Energiantuotantorakenne monipuolistuu uusien tuotantoteknologioiden myötä ja energiansäästöä ja energiatehokkuutta lisääviä ratkaisuja kehitetään entisestään. Myös kansainväliset energiayhtiöt lähtevät mukaan uusien teknologioiden kehittämiseen. Uusiutuvilla energianlähteillä tuotetun energian osuus kasvaa huomattavasti. Hajautettu ja keskitetty energiantuotanto eivät kilpaile keskenään, ja niiden muodostama kokonaisuus hahmotetaan jo uusien teknologioiden suunnittelu- ja kehitysvaiheessa, jotta energian tuotantojärjestelmästä saadaan mahdollisimman tehokas ja toimiva.

Suomen energiaomavaraisuus kasvaa ja eri energiantuotantoteknologioita pohdittaessa huomioidaan Suomen raaka-ainevarat, osaamisalueet sekä kokonaistaloudellisuus. Kansallisella tasolla pyritään optimoimaan polttoainevaihtoehdot laitoksittain.

Erilaisilla bioenergiakonsepteilla on merkittävä asema Suomen energiantuotannossa. Suomalaiset toimijat hallitsevat koko bioenergiaketjun raaka-aineen keruusta energian tuotantoon ja käyttöön saakka ja bioenergiaan pohjautuvia kokonaisratkaisuja viedään myös ulkomaille.

Energialiiketoiminta lisää työllistymismahdollisuuksia Suomessa. Suomesta muodostuu merkittävä energiateknologioiden ja asiantuntijapalveluiden viejä, joka pystyy tarjoamaan kehittyneitä, turvallisia ja tehokkaita kokonaisjärjestelmiä ja osaamista pikemminkin kuin yksittäisiä tuotteita.

2.2 Toimintaympäristö

Tulevaisuudessa saadaan muodostettua aidosti globaali ilmastopuolitus, ja kasvihuonekaasupäästöt vähenevät huomattavasti. Ilmastonmuutoksen eteneminen pysähtyy ja sen vaikutukset jäävät ennakoitua vähäisemmiksi.

Valtiovalta harjoittaa pitkän tähtäimen ilmasto- ja energiapolitiikkaa, joka mahdollistaa kehitysvaiheissa olevien teknologioiden ja palvelujen suunnitelmallisen ja ennakoivan tukemisen liiketoiminnaksi. Näin vältetään myös yllättäviä politiikan suunnanmuutoksilta. Ennakoiva toimintaympäristö helpottaa myös alan toimijoiden varautumista tulevaisuuden haasteisiin.

Uusiin energiateknologioihin ja -palveluihin liittyvän liiketoiminnan laajenemiselle on tärkeää, että tämä liiketoimintapotentiaali ja siihen liittyvät mahdollisuudet tunnustetaan ja niitä tuetaan. Suomen kansallisessa ilmastostrategiassa ei toistaiseksi ole juurikaan tuotu esille näitä liiketoimintamahdollisuuksia, ja osaltaan sen vuoksi myös kannustimet ovat jääneet puutteellisiksi. Tähän saadaan kohennusta kansallisten intressien ja EU:n ohjeistuksien muuttuessa kansainvälisen ilmastopolitiikan edistymisen myötä. Erilaiset energiapolitiittiset tavoitteet, kuten esimerkiksi energian toimitusvarmuus, omavaraisuusasteen nostaminen, ympäristöhaittojen minimointi ja energian hinnan kohtuullisuus, saadaan sovitettua yhteen.

Kansalliseen ilmasto- ja energiastrategiaan liittyvät julkisen vallan toimenpiteet ovat huomattavasti nykyistä paremmin ennakoitavissa ja strategia laaditaan pidemmälle aikavälille, jopa vuoteen 2050 saakka ulottuvaksi. Liiketoimintamahdollisuuksia tukevan pitkäjänteisen politiikan ja tarvittavan lainsäädännön aikaansaaminen edellyttää YK:n ilmastomuutoksen puitesopimukseen liittyvässä Kioton protokollassa määriteltyjen veloitteiden jatkumista ja pitkäjänteisempää määrittelyä ensimmäisen veloittekauden (2008-2012) jälkeen. Tämän jälkeen "positiivisten signaalien" antaminen ilmastoliiketoiminnalle on huomattavasti helpompaa niin EU:ssa kuin kansallisestikin, ja näin myös globaalit markkinat ilmastoliiketoiminnalle voivat syntyä. Kioton sopimuksen jatkokausilla päästövähennystavoitteet tiukkenevat ja myös kivihiihen hinta nousee, jolloin uudet energiantuotantoteknologiat tulevat taloudellisesti kannattaviksi.

Energian hinta on uusien energiateknologioiden ja -palvelujen kilpailukyvyyn kannalta ratkaisevassa asemassa. Näin ollen energian hinnan nousu suhteessa muihin tuotannontekijöihin ja hyödykkeisiin on toivottavaa, vaikka esimerkiksi energiaintensiivisen teollisuuden kannalta sitä pidetään haitallisena, erityisesti silloin kun kilpailijamaissa ei tapahdu samoin. Verotus toimii ohjausmekanismina, jonka avulla tuotantoa ja kulutusta ohjataan kestävämpään suuntaan. Energiansäästöä ja energiatehokkuutta tuetaan ja esimerkiksi liikenteen biopolttoaineille ja hajautetulle tuotannolle on myönnetty verohelpotuksia.

Suomeen syntyy viranomaisten ansiokkaan työn tuloksena investointeihin rohkaiseva toimintaympäristö. Teknistä kehitystä on perinteisesti pidetty Suomen vahvuutena, mutta nyt myös kaupallistamiseen ja viennin edistämiseen panostetaan enemmän. Kansallisesti koordinoitujen energiatutkimusohjelmien rooli on merkittävä. Niiden ohjauksessa huomioidaan työnjako eri tutkimustahojen välillä, niiden erikoistumisalueet sekä liiketoimintanäkökulma. Ohjelmia koordinoiva taho on asiantuntija ilmastoliiketoiminnassa, ja näin ollen parhaat hankkeet valikoituvat muiden joukosta ja kehitysketju pysyy katkeamattomana. Investointeja uusiin, hieman epävarmempiinkin teknologioihin tuetaan ja demonstraatiohankkeiden toteuttaminen mahdollistuu julkisen tuen lisääntyttyä. Suomi on myös aktiivisesti mukana EU:n toimintakehyksien luomisessa, jonka myötä liiketoiminta ja tutkimus saadaan paremmin hyödyntämään toisiaan.

Tiedottamisella on keskeinen rooli kannustavan toimintaympäristön muodostumisessa. Julkisen vallan linjausten selkeys ja niistä tiedottaminen vähentävät epävarmuutta ja riskejä ja nostavat näin ollen investointien määrää. Linjauksista tiedottaminen vaikuttaa voimakkaasti myös asenteisiin ja antaa selvän signaalin valtion sitoutumisesta päästöjen vähentämiseen ja ilmastopolitiikan tukemiseen, rohkaisten näin myös pienempiä toimijoita ja kuluttajia mukaan ilmastotalkoisiin.

Ulkomaille on luotu yhteistyökykyisiä osaamiskeskittymiä, jotka edesauttavat suomalaisen teknologian vientiä. Myös kansainvälisten suhteiden hoidossa nostetaan esille suomalainen teknologiaosaaminen. Suomi on aktiivisesti mukana kansainvälisissä hankkeissa ja niitä on vireillä myös kehitysmaiden kanssa. Tulevaisuuden suuntaviivoja pohditaan eri foorumeilla, joilla muun muassa päätöksentekijät, teknologian kehittäjät, elinkeinoelämä ja rahoittajat kohtaavat.

2.3 Energiantuotanto ja -kulutus

2.3.1 Energiansäästö ja energiatehokkuus

Energiantuotannossa ja -kulutuksessa tarkastellaan ympäristövaikutuksia ja kustannuksia koko elinkaaren osalta. Raaka-aineita ja energiaa säästävät sekä ympäristönsuojelun tasoa parantavat uudet teknologiat ja materiaalit yleistyvät, ja energiansäästö nostetaan näkyvästi esille myös julkisessa keskustelussa. Energiansäästöä saavat hyödyt konkretisoituvat alentuvina energiakustannuksina ja vähentyneinä päästöinä. Tällöin energiansäästötoimista tulee selvästi kannattavia investointeja ja niihin liittyvä liiketoiminta saavuttaa läpimurron.

Energiatehokkuutta voidaan parantaa voimalaitos- ja teollisuusprosessien modernisoinnilla, lisäämällä prosessien säätö- ja automaatiotekniikkaa sekä kehittämällä suljettuja prosessikiertoja. Kaikille energiaa kuluttaville laitteille asetetaan korkeat energiansäästövaatimukset ja uusien energiatehokkaiden innovaatioiden kehitykseen suunnataan resursseja.

Myös energian kuljetusketjuja kehitetään entistä tehokkaammiksi. Esimerkiksi välikäsien vähentäminen kuljetusketjussa sekä hajautettu energiantuotanto kulutuskohteiden lähellä on kannattavaa kokonaistalouden näkökulmasta.

Rakentamisessa kehitetään ja otetaan käyttöön erilaisia energiatehokkaita ratkaisuja. Rakennusten lämmityksessä käytetään enemmän biopolttoaineita ja kaukolämpöä. Lämpöpumput yleistyvät ja erilaisia lämmitysjärjestelmiä käytetään rinnakkain. Markkinoilla otetaan käyttöön rakennusten energiatehokkuudesta kertova energiatodistus, joka uudella tavalla määrittää kiinteistön arvoa.

2.3.2 Uusiutuvat energialähteet

Tuulivoimalla tuotetun sähkön osuus kasvaa lähitulevaisuudessa, kun kehitetään ratkaisuja, jotka mahdollistavat tuulivoiman laaja-alaisen käytön. Kasvua tapahtuu sekä kokonaisten tuulivoimaloiden että tuulivoimakomponenttien tuotannon puolella. Uusia ratkaisuja ovat erilaiset sähköverkon hallintaan ja tuuliolosuhteiden ennakkointiin liittyvät palvelut ja teknologiat, nopeat tiedon prosessointi- ja välityspalvelut, suurempien turbiinien kehittymistä ja yleistymistä tukevat komponentit sekä merituulivoimaan liittyvät ratkaisut.

Aurinkosähköteollisuudessa uusia innovaatioita tapahtuu muun muassa paneelien materiaaleissa. Sähköverkkoon kytketyt aurinkoenergiajärjestelmät (muun muassa kattoihin ja eteläseiniin asennettavat järjestelmät) kehittyvät ja yleistyvät. Aurinkoenergian avulla sähköistetään sellaisia alueita maailmassa, joissa ei ole sähköverkkoa saatavilla. Tällöin aurinkovoimajärjestelmien tuotanto kasvaa voimakkaasti ja aurinkopaneelien valmistus lisääntyy myös Suomessa. Lisäksi rakennusten suunnittelussa ja sijoittelussa hyödynnetään passiivista aurinkoenergiaa mahdollisimman tehokkaasti, esimerkiksi materiaalivalinnoilla ja ikkunoiden oikeanlaisella suuntaamisella.

Bioenergian merkitys korostuu entisestään. Esimerkiksi maaseudun energiaomavaraisuutta lisätään erilaisten bioenergiaratkaisujen, kuten biokaasutuslaitteistojen, avulla. Biomassasta (esimerkiksi lannasta) tuotettua biokaasua käytetään aluksi etenkin lämmityskäytössä ja myöhemmin myös ajoneuvoissa. Peltopohjaista bioenergiaa hyödynnetään kokonaisuus huomioiden ja peltobiomassojen jalostusarvoa nostetaan raaka-aineen kuivaamisella. Uutena mahdollisuutena nähdään esimerkiksi ruokohelven pelletointi. Maatalouden omaan käyttöön tuottaman biodieselin määrä kasvaa jo lähitulevaisuudessa. Puuraaka-aineista hakkuutähteen käytöllä on merkittävä kasvupotentiaali. Uudistushakkuiden tähteitä, jotka koostuvat pääosin oksista ja latvoista, sekä taimikoiden hoidosta, ensiharvennuksista ja teollisuuskäyttöön ympärysmitaltaan liian pienestä kokopuusta muodostuvaa raaka-ainetta hyödynnetään enemmän energiantuotannossa. Myös kannot kerätään entistä yleisemmin energiakäyttöön.

Kotimaisen vesivoiman osalta keskitytään pääasiassa vanhojen voimalaitosten modernisointiin ja tehon korotuksiin. Turpeella on merkittävä rooli kotimaisena energianlähteenä myös tulevaisuudessa. Turvetta voidaan esimerkiksi kaasuttaa metsäteollisuuden sivutuotteiden ohella nestemäisiä polttoaineita tuottavissa biojalostamoissa. Turvetta hyödynnetään tehokkaammin ja tuotannon ympäristövaikutukset, kuten turvesoiden vesistö päästöt ja pölyhaitat saadaan alhaisemmiksi.

2.3.3 Liikenne

Liikenteen biopolttoaineiden tuotanto ja käyttö yleistyvät voimakkaasti jo lähitulevaisuudessa. Öljypohjaisista ajoneuvoista siirrytään asteittain biokaasua tai nestemäisiä biopolttoaineita käyttäviin ajoneuvoihin.

muusasioissa. Teknisen osaamisen ohella markkinoilla tarvittavaa äänekkyttä, esillä oloa ja lobbausta osataan myös hyödyntää Suomessa aiempaa paremmin.

Huolimatta tiettyjen toimintojen väistämättömästä siirtymisestä uusille kasvualueille ja halvemman työvoiman maihin etenevän globalisaation seurauksena, kansallinen tietotaito onnistutaan säilyttämään Suomessa. Joitakin toimintoja siirretään jopa takaisin Suomeen hintatason noustua muulla.

Suomen teknologinen vahvuus on eri kokoluokkien kattilaosaamisessa. Selluteollisuuden soodakattilat ovat maailman huipputasoa ja päästöjen hallinta sekä polttokattiloiden hyötysuhteet paranevat entisestään. CHP-osaaminen ja -vienti, samoin kuin biomassan kaasutusteknologiaan liittyvä kokonaisuosaaminen tarjoavat suomalaisille uusia kasvumahdollisuuksia. Myös monipolttoainetekniikka, jossa kiinteitä, kaasumaisia ja nestemäisiä polttoaineita hyödynnetään samassa laitoksessa, kehittyy toimivaksi energiantuotannon ratkaisuksi.

Tuulienergian hyödyntäminen lisääntyy globaalisti, mikä tarjoaa vientimahdollisuuksia suomalaisille tuulivoimatoimittajille komponenteista kokonaisuun tuulivoimalaitoksiin. Erilaisia tekniikoita yhdyskuntien biojätteen hyödyntämiseksi kehitetään. Samoin sekajätteen energiakäyttöön löydetään uusia ratkaisuja. Jätteistä voidaan sähkön ja lämmön lisäksi tuottaa myös erilaisia polttoaineita ja erilaisten polttoainetekniikoiden kehittämiseen panostetaan. Myös pienen kokoluokan (esimerkiksi kotitalous- tai paikallistason) energiantuotannon ympäristövaikutukset, kuten poltossa muodostuvat hiukkaspäästöt, huomioidaan ja ympäristönsuojeluteknologioiden kehittämiseen panostetaan.

Suomi on mukana fuusioteknologian tutkimus- ja kehitystyössä ja fuusiovoimaloiden käyttöönotto tapahtuu vuoden 2050 tietämillä. Vetyyn perustuvat teknologiat ja tuotantokapasiteetti kehittyvät käyttökelpoiseksi energiantuotannon ratkaisuksi ja vetyä voidaan pitkällä tähtäimellä hyödyntää niin voimalaitoksissa kuin liikenteessäkin. Haasteena on ratkaista vedyn tuotantotapa, logistiikka ja varastointi. Suomeen syntyy myös vetytalouteen perustuvaa vientiä. Suomi on mukana myös hiilidioksidin talteenotto- ja varastointiteknologioiden kehitystyössä, sillä fossiilisia polttoaineita tullaan hyödyntämään maailmalla vielä pitkään. Lisäksi poikkitieteellisyden ja verkostoitumisen avulla onnistutaan löytämään uusia innovaatioita eri tekniikoiden rajapinnoista, esimerkiksi materiaalitekniikan sovellutusten kautta.

2.4.2 Palvelut

Palveluja ulkoistetaan yrityksissä yhä enemmän, jolloin palvelualalle tulee uusia toimijoita vastaamaan yritysten ydinosaamisen ulkopuolisiin tarpeisiin. Palvelut, jotka liittyvät energiatehokkuuteen ja energiansäästöön, energian varastointiin ja erilaisiin integroituihin energiantuotannon ratkaisuihin lisääntyvät. Esimerkiksi bioenergian tuottamiseen liittyvät metsänhoitopalvelut ja kokonaisvaltaiset energiansäästökonseptit, jossa asiakkaan tarvitsemat palvelut ovat integroituna (kuten ESCO-konsepti⁸) lisää-

⁸ ESCO-konsepti: ESCO-yritysten (Energy Service Company) toimintaperiaatteena on rahoittaa ja hallita energiaa säästäviä investointeja ja toimenpiteitä. Investointi maksetaan korkoineen takaisin syntyneistä säästöistä siten, että

tyvät ja kehittyvät edelleen. Energiansäästöön liittyviä neuvonta- ja konsultointipalveluita tarjotaan niin teollisuudelle, kunnille kuin yksityisille kuluttajillekin.

Energiamarkkinoiden tiedonhallintapalvelut, kuten päästökaupan ja riskienhallinnan palvelut kasvavat. Pohjoismaiset energiamarkkinat nähdään yhtenä maailman edistyksellisimmistä järjestelmistä ohjauksen ja tiedonhallinnan näkökulmasta, mikä lisää myös suomalaisen osaamisen kilpailukykyä. Suomalaiset osaajat menestyvät kansainvälisesti erityisesti mittaus-, mallinnus- ja analysointipalveluiden tyyppisissä korkeatasoisissa asiantuntijatehtävissä. Software-käyttötaito ja -konsultointi, esimerkiksi suomalaiseen CHP-osaamiseen liittyen, korostuu entisestään. Teollisuudessa tuotantomäärän suhde käytettyyn energiaan on keskeinen kysymys, joten esimerkiksi energiakatselmuspalveluita⁹ tarjotaan osana kehittyvää palvelukokonaisuutta.

Laitevalmistajien ja tietojärjestelmätoimittajien puolella Life Cycle Cost -ajattelu¹⁰ korostuu yhä enemmän. Asiakkaat haluavat entistä laajempia kokonaisuuksia edellyttäen toimittajilta sekä prosessiosaamista että koko elinkaaren aikaisia palveluita. Ennen projektien alkua laitevalmistaja tai tietojärjestelmätoimittaja voi tarjota esimerkiksi lupien hakua ja esisuunnittelua. Lisäksi toimittaja voi osallistua uuden tuotantolaitoksen rakentamiseen, kunnossapitoon ja mahdollisiin uusinvestointeihin. Näin ollen energiatehokkuuteen pyrkivät kunnossapito- ja osaamispalvelut kasvattavat merkitystään, kun asiakkaat pyrkivät keskittymään ydinosaamiseensa. Myös niin sanotut after sales -palvelut¹¹ tulevat lisääntymään ja niiden myötä asiakkailta saadaan tietoa myös takuuajan jälkeen, mikä on tärkeää kehitystyötä ja suunnittelua ajatellen muun muassa bioraaka-aineen käsittelylaitteissa.

Muita suomalaisia kilpailukykyä edistäviä tekijöitä maailmalla ovat paikallisten markkinoiden hallintaan liittyvä osaaminen sekä tuotannon tehokkuuteen, laatuun ja ympäristöasioiden kokonaisvaltaiseen huomiointiin liittyvät tekijät. Tasokas suomalainen koulutusjärjestelmä sekä kehittyvä yhteistyö yritysten ja tutkimuslaitosten välillä tukevat kilpailukykyä ja suomalaisen osaamisen mainetta maailmalla. Myös osaava henkilöstö sekä työterveyteen ja -turvallisuuteen liittyvä osaaminen luovat edellytyksiä kilpailukykyiselle liiketoiminnalle.

investoinnin lyhennyserät sidotaan toteutuvaan säästöön. Asiakkaana voi olla periaatteessa kuka tahansa energian käyttäjä.

⁹ Energiakatselmuspalvelu (energy audit): Energiakatselmustoiminnan tavoitteena on analysoida katselmuskohteiden kokonaisenergian käyttö, selvittää energiansäästöpotentiaali ja esittää ehdotettavat säästötoimenpiteet kannattavuuslaskelmineen. Energiakatselmuksissa selvitetään myös mahdollisuudet uusiutuvien energiamuotojen käyttöön ja energiansäästöpotentiaalin lisäksi katselmuksissa raportoidaan ehdotettavien toimenpiteiden vaikutus CO₂-päästöihin.

¹⁰ Life Cycle Cost (LCC) -ajattelu: Life cycle cost -menetelmän avulla voidaan laskea tietyn tuotteen tai järjestelmän koko elinkaaren aikaiset kustannukset. Menetelmän avulla yritykset voivat verrata investointiensa kustannustehokkuutta.

¹¹ After sales -palvelut: Myynnin jälkeiset laitteiden tai prosessien ylläpito-, huolto- ja tuotetukipalvelut.

2.4.3 Metsäteollisuus

Paperiteollisuuden megatrendit, kuten paperin kysynnän taantuminen ja kuidun tuotannon siirtyminen Etelä-Amerikkaan, ovat vaikuttaneet metsäteollisuuden lisääntyneeseen kiinnostukseen vaihtoehtoisia tuotteita kohtaan. Erilaiset uusien tuotteiden integroinnit vaativat metsäteollisuudelta suuria strategisia muutoksia hidastaen teknologioiden käyttöönottoa ja diffuusiota. Metsäteollisuuden asenteet muuttuvat muutoksille suopeammiksi ja ala kykenee uudistumaan.

Metsäteollisuus on merkittävä bioenergianpohjaisen lämmön ja sähkön tuottaja myös tulevaisuudessa. Metsäteollisuuden ydinprosesseja, voimalaitostekniikkaa ja energiatehokkuutta parannetaan edelleen sekä kehitetään hyötysuhteeltaan entistä parempia soodakattiloita.

Lähitulevaisuudessa aloitetaan nestemäisten biopolttoaineiden tuottaminen biomassasta metsäteollisuuden laitosten yhteyteen integroitavissa biojalostamoissa. Biojalostamoilla on monia integroinnista saatavia etuja, kuten valmiina oleva infrastruktuuri, raaka-ainelogistiikka sekä mahdollisuus suureen tuotantokapasiteettiin. Metsäteollisuuden sivutuotteita, kuten kuorta, hakkuutähdettä tai purua kaasutetaan synteetikaasuksi, josta muodostetaan nestemäisiä polttoaineita Fischer-Tropsch -menetelmällä¹². Tämän etuna on, että kaasutusteknologia on jo tunnettua ja kaupallisesti saatavissa olevaa tekniikkaa eikä biomassan kaasuttaminen häiritse tehtaan ydinprosesseja. Lisäksi kuorta syntyy sivutuotteena suhteellisen suuria määriä. Kuoren kuivauksessa voidaan hyödyntää selluteollisuudessa syntyviä matala-arvoisia lämpövirtoja.

Potentiaalinen vaihtoehto biopolttonesteiden tuotannossa kiinteän biomassan kaasuttamisen lisäksi on raakasuvasta palstoitettun suopaöljyn hyödyntäminen. Kiinnostava vaihtoehto on erityisesti suopaöljyn pyrolyysi bioöljyksi, josta voidaan edelleen jalostaa korkealaatuisia polttoaineita. Myös kierrätyskuituja voidaan käyttää polttonestetuotannossa esimerkiksi fermentoimalla niistä etanolia. Pidemmällä tähtäimellä myös mustalipeän tai sen osavirtojen kaasuttaminen on mahdollista.

Biojalostamokehityksen kautta metsäteollisuudelle lisäarvoa tuovia tuotteita ovat muun muassa pelletit, ravinto- ja lääkeaineet, kemikaalit sekä perinteiset korkean jalostusarvon omaavat kartonki- ja paperituotteet. Kasvumahdollisuuksia on myös polttoaineiden hankintapuolella metsäteollisuudessa koko polttoaineketjun hallinnan ja teknologisten innovaatioiden saralla (harvesterit, paalaimet, risutukkijärjestelmät, biopolttoainekuivurit, logistiikkaratkaisut). Kokonaisuutena metsäteollisuus uudistuu ja kehittyneitä bioenergiateknologioita viedään maailmalle halliten koko ketju metsästä asiakkaille.

¹² Fischer-Tropsch: Synteetikaasun (CO, H₂) reagoiminen katalyyttisesti hiilivedyksi ja vedeksi. F-T-synteisiprosessissa valmistetaan erityyppisiä polttonesteitä synteetikaasusta.

2.5 Verkotot

Verkostoituminen lähtee liikkeelle aloitteellisten yritysten välisistä projekteista. Verkostoa keskitetysti koordinoiva taho ylläpitää aktiivista Intranet-sivustoa, jonka avulla verkoston tarpeista, tavoitteista ja tapahtumista saadaan ajankohtaista tietoa. Verkosto saa tukea yritysmaailman lisäksi valtiolta sekä kulluttajilta. Verkoston sisällä vallitsee selkeä työnjako, etenkin energiaintensiivinen teollisuus toimii aktiivisesti verkostossa ja hyödyntää sen tarjoamia yhteistyökuvioita ja ratkaisuja muun muassa energiatehokkuustoimissaan.

Verkostoitumisen tärkeimpänä tavoitteena pidetty synergiaetujen saavuttaminen toteutuu toivotulla tavalla. Erityisesti tutkimus- ja kehittämismenoja saadaan karsittua ja verkostoituminen helpottaa myös Suomessa aiemmin hankalaksi koettua uusien tuotteiden kaupallistamista. Energiaklusterin sisäinen verkostoituminen etenee laajemman, eri toimialoja yhdistävän, ilmasto- ja liiketoimintaklusterin suuntaan. Energiaklusterin ytimen ympärillä kohtaavat luontevasti metsäteollisuus, jätehuolto, ICT-ala, nano- ja bioteknologia sekä rakennusteollisuus. Laajemman verkoston ylläpito ja kehittäminen vaatii innovatiivisia toimijoita, jotka näkevät kokonaisedun hyödyt perinteisen yritysedun sijaan. ICT-sektori tarjoaa synergiaetuja muun muassa logistiikan tehostamisessa, prosessien hukkalämmön hyödyntämisessä, monilämmitysjärjestelmissä, toimintaketjujen tehostamisessa, mittaus- ja säätötekniikassa sekä kaukovalvonnassa. Nano- ja bioteknologian sovellusaloina ovat etenkin aurinkokennot, pinnoitesovellukset sekä lujat materiaalit. Rakennusala on erikoistunut matalaenergiaratkaisuihin, joiden myötä asuminen muuttuu niin energijärjestelmien kuin materiaalivalintojen myötä kestävämmälle pohjalle.

Kansallisen verkostoitumisen ohella myös kansainvälinen yhteistyö on tehostunut. Suomi on mukana kansainvälisissä verkostoissa ja saa helpommin kansainvälisiä tutkimustuloksia käyttöönsä ja pääsee toisaalta kokeilemaan uusia markkinoita vaivattomammin.

Verkoston sisällä toimii aktiivinen bioenergia-alan kohtaamispaikka, jonka avulla alan toimijoiden on mahdollista saada ajankohtaista tietoa bioenergia-alan tarpeista. Bioenergia-alalla vallitsee selkeä, yhtenäinen kansallinen kokonaisnäkemys. Viennin edistäminen on onnistunut tehokkaan yhteistoiminnan tuloksena.

Suomen Akatemia toimii verkostoitumisen edistäjänä tutkimuspuolella, tuoden yhteen tutkimuslaitokset, korkeakoulut sekä yritykset. Verkostoituminen edesauttaa tutkimuksellisten painopistealueiden fokusointia, tuoden myös taloudellisia säästöjä. Myös ministeriötasolla verkostoidutaan, esimerkiksi kauppa- ja teollisuusministeriön, ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön tiiviimmän yhteistyön myötä tulevaisuuden linjauksista saavutetaan yhteinen näkemys.

3. ILMASTOLIIKETOIMINNAN UHKAKUVA

3.1 Globaalit uhkatekijät

Ilmastonmuutosta ei kyetä hillitsemään ja sen vaikutukset ovat paljon ennakoitua pahemmat. Ekosysteemien tasapainotila järkkyy voimakkaasti maapallon keskilämpötilan yhä noustessa. Raaka-ainevarantojen hyödynnettävyys vaikeutuu ja asuinkelvottomien alueiden määrää kasvaa meren pinnan kohotessa, kasvillisuuden muuttuessa ja äärimäisten sääilmiöiden lisääntyessä maapallolla.

Kansainvälisiä ja kattavia ilmastositoumuksia ei oteta käyttöön. Teollisuus siirtyy maihin, joissa ilman-suojeluvaatimukset ovat alhaiset ja sitä myötä kasvihuonekaasupäästöt eivät vähene globaalilla tasolla. Vanhat verkostot ja valtasuhteet hidastavat energia-alan kehitystä eikä fossiilisten polttoaineiden loppumiseen ja kiihtyvään ilmastonmuutokseen reagoida riittävän tehokkaasti. Fossiilisten polttoainevarojen ehtyessä perinteiset öljyvaltiot käyttävät polttoainevarantojaan poliittisina painostuskeinoina. Tässä suhteessa erityisesti Venäjän reagointi muodostuu Suomen kannalta keskeiseksi tekijäksi, sillä Suomi on perinteisesti ollut voimakkaasti riippuvainen Venäjän raaka-ainevaroista. Tähän kauppasuhteeseen liittyy lisääntyvässä määrin epävarmuustekijöitä Venäjän talouden ja energiantarpeen kasvaessa sekä viennin suuntautuessa yhä enemmän Aasian kasvaville markkinoille.

Energiapula pahenee nopeasti kaupallisesti hyödynnettävien fossiilisten polttoaine- ja uraanivarojen ehtyessä. Euroopan energiaomavaraisuus heikkenee entisestään. Energian korkea hinta aiheuttaa ongelmia erityisesti tuontienergian varassa olevissa maissa. Kuljetuskustannukset kohoavat ja maantie- ja lentoliikennettä, samoin kuin muuta energiankulutusta aletaan rajoittaa jo parin vuosikymmenen kuluessa. Energiamarkkinoiden vapautuessa energiajärjestelmien kansalliset erilaisuudet lisäävät häiriöherkkyyttä maiden välisten siirtoyhteyksien aiheuttaessa pullonkauloja. Energiakriisi aiheuttaa vakavia levottomuuksia ja vaikeuttaa kansainvälistä energialiiketoimintaa.

3.2 Toimintaympäristö

Euroopan Unionin jäykkä byrokratia, laajat selvitysvaatimukset ja hidas päätöksenteko hankaloittavat energiasektorin toimintoja ja kehitystä. EU:n tehoton tukipolitiikka vääristää markkinoita eikä kehitystä tapahdu kannattavimmilla alueilla. Suomen näkökantoja ja tarpeita ei huomioida riittävästi EU:n valmistelutyössä.

Valtion lyhytjänteinen ja suuntaviivaton energiapolitiikka vaikeuttaa investointeja ja hidastaa uusien energiateknologioiden kehitystä, etenkin erilaisten ohjauksjärjestelmien ja tukimekanismien tehottomuus aiheuttaa ongelmia. Kasvua rajoittaa myös valtion myöntämien investointitukien sekä tutkimus- ja demonstraatiohankkeiden rahoittamisen väärä kohdentaminen. Erityisesti pk-yritysten tukeminen on vähäistä, sillä poliittisessa päätöksenteossa keskitytään suurten energia-alan toimijoiden tarpeisiin. Ilmas-

tonmuutos nähdään ainoastaan uhkana eikä sen torjumiseen tai siihen sopeutumiseen liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia osata tunnistaa. Suomessa nojaututaan liiaksi vanhaan teknologiaan ja tuotteisiin eikä kotimarkkinoita uusille teknologioille saada syntymään.

Valtion riskinkantokyvyn sekä yksityisten riskirahoittajien puutteet ovat ongelma. Lisäksi Suomen verotusjärjestelmä karkottaa asiantuntijoita ja yrityksiä ulkomaille eikä ulkomaisilla osaajilla ja yrityksillä ole myöskään halukkuutta tulla Suomeen.

Perustutkimus on puutteellista ja tutkimushankkeet ovat lyhytjänteisiä ja kertaluonteisia, jolloin innovaatioiden tuotteistaminen epäonnistuu. Yritysten ja tutkimuslaitosten erilaiset tavoitteet vaikeuttavat kehitystyötä. Kansallisen ja EU-tason tutkimusohjelmien byrokraattinen hitaus jarruttaa kehitystä. Tutkimusrahoitusta ei myönnetä ohjelmien ulkopuolelle ja ohjelmat puolestaan edellyttävät isojen, vaikeasti hallittavien konsortioiden muodostamista.

3.3 Energiantuotanto ja -kulutus

Energiantuotannon ja -kulutuksen kokonaisuuksien kehittämisessä epäonnistutaan ja raaka-aineiden saatavuus vaikeutuu ja hinta nousee. Suomen energiantuotannossa tukeudutaan yhä voimakkaammin ydin- ja vesivoimaan ja panostukset muiden energiavaihtoehtojen kehittämiseen jäävät riittämättömiksi. Uraanivarantojen hiipussa ja vesivoiman saatavuuteen liittyvistä vuosittaisista vaihteluista johtuen suomalainen energiahuoltovarmuus kärsii.

Maaseudun heikko energiaomavaraisuus, toimimattomat ratkaisut peltoenergian hyödyntämisessä ja uusien energiaratkaisujen puuttuminen heikentävät maaseudun elinvoimaisuutta. Biomassapohjaisten raaka-aineiden käyttö on yksipuolista ja riittämätöntä, sillä ongelmaksi nousevat hiukkas- ja ravinne-päästöjen kaltaiset ympäristövaikutukset. Myöskään turpeen ja jätteen hyödyntämiselle energiantuotannossa ei löydetä toimivia, kaikkia osapuolia tyydyttäviä teknologioita ja ratkaisuja. Metsäteollisuusklusteri ei kykene uusiutumaan, jolloin metsäteollisuuden tuotanto siirtyy ulkomaille.

Liikennesektorilla ongelmaksi muodostuu erilaisten biopolttoaineisiin ja uusiin energiateknologioihin perustuvien järjestelmien kehittäminen liian pitkään rinnakkain, jolloin toimivien, laajamittaisten kokonaisratkaisujen käyttöönotto viivästyy. Toisaalta liikennepolttoaineiden tuotannon monopolisoituminen ja keskittyminen vaikeuttavat pienten tuottajien toimintamahdollisuuksia.

3.4 Suomalainen osaaminen

Suppea ja pintapuolinen koulutus energiasektorin eri alueilla heikentää suomalaista osaamista. Teknisiä aloista kiinnostuneita nuoria on vähän ja suurten ikäluokkien eläkkeelle jäämistä seuraava työvoimapula vähentää menestymismahdollisuuksia.

Tutkimuksen, tukien ja riskirahoituksen puuttuessa tukeudutaan vanhoihin teknologioihin ja uusia innovaatioita ei juuri synny. Innovaatioita ei kyetä myöskään kaupallistamaan, sillä kotimarkkinat puuttuvat ja myynti- ja markkinaosaaminen ovat heikkoja. Esimerkiksi energiantuotannossa ei ole kattilasaamista ja metsäteollisuutta lukuun ottamatta suomalaista erikoisosaamista, jota voitaisiin viedä maailmalle.

Kansainvälisillä yrityksillä kehittäminen kulkee paljolti emoyhtiön ehdoilla, jolloin tutkimus- ja kehitystoiminta siirtyy usein muualle. Myös suomalaista tietotaitoa menetetään ulkomaalaisessa omistuksessa olevien yritysten kautta ulkomaille. Tuotantoa siirtyy uusille kasvualueille ja halvemmän työvoiman maihin. Kotimaisen osaamisen hiipussa ajaudutaan riippuvaiseksi muiden kehittämistä ratkaisuista. Suomalaiset ilmastoalan toimijat jäävät kehityksessä muiden kansainvälisten toimijoiden jalkoihin, ja kansainvälinen rooli ilmastomarkkinoilla jää saavuttamatta.

3.5 Verkostoituminen

Kansallisesti eletään niin sanottua näennäisverkostoitumisen aikaa. Energiaklusteri on olemassa, mutta koska sen sisällä toimivat pääosin samat ihmiset vuodesta toiseen, uuden luominen ja aidon innovatiivisen verkostotoiminnan kehittäminen on hankalaa. Etenkin horisontaalista verkostoitumista, joka edesauttaisi aitoa yhteistyötä, on sekä yritysten välillä että niiden sisällä liian vähän. Tämän seurauksena esimerkiksi tuotanto ja kauppa ovat eriytettyjä, eikä energia-alalla olla riittävän tietoisia toisten tekemisistä ja tarpeista. Eri toimialojen välille ei pääse syntymään toimivaa verkostoa.

Valtiovallan yhteys liiketoimintaan jää löyhäksi, eikä samansuuntaisten tavoitteiden asettamisessa onnistuta. Valtion katsotaan jopa toimivan yrittäjiä vastaan verojärjestelmän kautta, mikä huonontaa välejä entisestään ja ohjaa resursseja kehityksen sijaan valtion ja yritysmaailman välisen kitkan selvittelyyn. Verkostoitumista hankaloittaa myös kilpailu määrärahoista, joka johtaa voimakkaaseen oman edun tavoitteluun. Teollisuuden puolella toiminnan lyhytjänteisyys ja nopeat tulostavoitteet hankaloittavat aitoa verkostoitumista. Myös kilpailulainsäädäntö ja yrityssalaisuudet hankaloittavat yhteisten projektien aloittamista ja toisaalta hidastavat teknologian uusiutumista. Maaseudulla on paljon hyödyntämättömiä resursseja, joita ei löydetä ilman verkostotoimintaa.

4. ILMASTOLIIKETOIMINNAN TODENNÄKÖINEN TULEVAISUUS

4.1 Globaalit näkymät

Suomalaisen energia- ja ilmastoliiketoiminnan kehitys riippuu voimakkaasti maailmantaloudesta ja maailmanlaajuisten megatrendien kehityksestä. Maailmantalouden kasvun sekä ilmastomuutoksen etenemisen myötä ilmasto- ja energiasektorin tuotteille ja osaajille riittää kysyntää maailmanlaajuisesti. Kiina-ilmiö jatkuu ja johtaa tuotannon siirtymiseen Suomesta ja Euroopasta muualle, joskaan aivan kaikkea ei voida siirtää. Globalisoituminen korostuu ja muuttaa tuotannon maantieteellistä hajautumista. Samanaikaisesti markkinoilla hämärtyvät kansallisten alueiden rajat ja tavoitteet, mikä johtaa kansainvälisen yritysnäkökulman vahvistumiseen maailmanpolitiikassa. Tämä voi aiheuttaa vastareaktion protektionistisia toimia valtioiden taholta, ja yhtenä kehityskulkuna pitkällä tähtäimellä nähdään myös nykyisen kaltaisen EU:n hajoaminen.

Nopeasti etenevään ilmastomuutokseen ei reagoita globaalisti riittävän nopeasti. Tästä aiheutuvat äärimmäisten sääilmiöiden ja ekologisten muutosten aiheuttamat vahingot infrastruktuurille ja luonnonvaroille rasittavat kansantalouksia. Tarkasteluajanjaksolla tullaankin näkemään maailmantaloutta ravistelevia globaaleja kriisejä, energiakriisit mukaan lukien.

Polttoaineiden globaaleja riittävyyskysymyksiä pohditaan energiasektorilla, mutta myös laajemmissa yhteyksissä. Hiilen polttoainekäyttö lisääntyy maailmalla voimakkaasti, mikä tulee pahentamaan ilmastomuutosongelmaa entisestään, ellei hiilidioksidin talteenotto- ja varastointiteknologioita saada kehitettyä nopeasti. Energian hinta on ollut Suomessa toistaiseksi melko alhainen, mutta jatkossa energian hintakehitys vaikuttaa kasvuun ja kasvun edellytyksiin myös Suomessa merkittävästi. Energian hinnan nousun uskotaan tekevän investoinnit uuteen teknologiaan kannattaviksi. Eri energiantuotantovaihtojen elinkaaritarkastelu lisääntyy ja energiasektori monipuolistuu vuosisadan puoleen väliin mennessä. Pääseminen laajan mittakaavan energiantuotantoon uusilla menetelmillä vaatii kuitenkin aikaa.

4.2 Toimintaympäristö

Energian hinnan nousun vuoksi poliittinen päätöksenteko muuttuu energia-asioissa asteittain pitkäjänteisemmäksi. Energiansäästön merkitys ja erilaiset kulutusta ohjaavat toimet korostuvat entisestään. Esimerkiksi ympäristölainsäädäntö ja verotus keskittyvät nykyistä enemmän kulutuksen säätelyyn. Toimintaympäristön muuttuessa poliittisten päätösten ja teknologisen kehityksen ennakoitavuus paranee, mutta esimerkiksi energiankulutuksen ennakoiminen säilyy yhtä vaikeana kuin nykyisinkin.

Energian tuotantoon, siirtoon ja jakeluun liittyvät EU:n tukipolitiikat harmonisoituvat. Standardoitu ratkaisu EU:n sähkömarkkina-alueella hajautetun sähköntuotannon liittämiseksi sähköverkkoon (sisältyen ”smart grid” -ajattelun¹³ mukaiset säätöratkaisut) saadaan muodostettua. Myös yritysverotus kehityy kannustavampaan suuntaan, esimerkiksi yrityksiin kohdistuvien verojen sekä verotusperusteiden tarkistamisen kautta.

Energiasektoria koskeviin kansainvälisiin sopimuksiin liittyy selkeitä epävarmuustekijöitä, jotka heijastuvat myös energiasektorin ulkopuolelle. Kattavaa kansainvälistä ilmastopimusta, joka varmistaisi maailmanlaajuisen kysynnän ilmastonmuutosta hillitseville teknologioille, ei saada riittävän laajalaiseksi.

Tukiorganisaatioiden merkitys energia-alalla on suuri ja niitä tarvitaan edelleen erityisesti pk-yritysten tukijoina ja verkostojen ylläpitäjinä. Erityyppiset tukiorganisaatiot toimivat yhteistyössä, joskin yksi tukiorganisaatioista ottaa ohjaavan roolin. Tutkimusohjelmien rahoitus tapahtuu keskitetysti, jotta välteään päällekkäiset ja turhat tutkimusohjelmat sekä saadaan luotua niihin looginen rakenne. Myös yksityisen rahoituksen rooli on merkittävä ja kansainväliset energiaklusterit osallistuvat investoinnein myös kansalliseen tutkimukseen.

Energia-alaa koskevia poliittisia linjauksia laaditaan kansallisella ja EU-tasolla entistä enemmän, mutta konkreettiset toimet eivät toteudu samassa suhteessa. Tästä syystä usko EU-direktiivien realistisuuteen horjuu eikä päättäjien ja yksityisen sektorin välinen kuilu pääse juuri kapenemaan.

Teknologiaosaamisen säilyttämisen edellytyksenä on laadukkaan ja houkuttelevan energia-alan koulutuksen tarjoaminen. Väestön ikääntymistä seuraava työvoimapula yhdessä yrityskauppojen myötä ulkomaille valuvan osaamisen kanssa heikentää Suomen kilpailukykyä. Riittävien kotimaisten kokemusten ja referenssien puute heikentää suomalaisten toimijoiden asemaa kansainvälisillä energiamarkkinoilla. Kansainvälistymistä vaikeuttaa myös rahoitusinstrumenttien puute sekä ongelmallisina pidettävät byrokraattiset muodollisuudet, joiden kevenemiseen ei uskota. Suomalaisen myynti- ja markkinointiosaamisen vähäisyys sekä perinteisen johtamiskulttuurin jäähmeys nähdään myös osaltaan kehityksen jarruina.

4.3 Energiantuotanto ja -kulutus

4.3.1 Energiantuotanto

Hajautettu energiantuotanto kasvattaa 30 vuoden kuluessa merkittävästi suhteellista osuuttaan, mutta myös keskitettyyn tuotantoon investoidaan. Hajautetun energiantuotannon lisääntyminen merkitsee lisääntyvää energiatehokkuutta, mikäli hajautetun tuotannon ratkaisut tehdään suunnitelmallisesti ja

¹³ Smart grid -ajattelu viittaa sähköverkon ja sen tehokkaaseen käyttöön ja monitorointiin liittyvän informaatioteknologian muodostamaan kokonaisuuteen.

toteutetaan kokonaisuus huomioiden. Kokonaisuuksien ja erillisten osa-alueiden ymmärtäminen on kuitenkin myös tulevaisuudessa puutteellista ja vahvat vastakkainasettelut vaikeuttavat kokonais kuvan hallintaa.

Uusiutuvien energianlähteiden käyttö lisääntyy. Tuuli- ja vesivoiman sekä bioenergian osuus energiantuotannossa kasvaa selkeästi jo seuraavan kymmenen vuoden aikana, vaikka sähköverkon hallintaan ja stabiiliuteen liittyvät tekijät säilyvät haasteellisina tiettyjen uusiutuvien energianlähteiden kuten tuuli voiman kohdalla. Suomalaiset tuulienergia-alan toimijat muodostavat nykyistä tiiviimmän klusterin ja ovat merkittäviä tekijöitä myös globaalisti. Aurinkoenergia kasvattaa pitkällä tähtäimellä osuuttaan globaalisti, mutta Suomessa sen hyödyntäminen kasvaa hitaasti. Aalto- ja vuorovesienergian hyödyntämisteknologiat kehittyvät ja yleistyvät maailmalla.

Bioenergian imago kohenee uusiin teknologioihin liittyvän tehokkaamman markkinoinnin myötä. Bio-raaka-aineiden käyttö lisääntyy ja monipuolistuu, muun muassa pellettien käyttöä lisätään voimalaitoksissa. Myös biokaasun tuotanto lisääntyy ja alalla tehdään uusia innovaatioita. Metsästä saatavaa bio-raaka-ainepotentiaalia ei kuitenkaan hyödynnetä energiantuotannossa riittävän tehokkaasti, joten biopolttoaineen saatavuus voi muodostua ongelmaksi. Uudet ratkaisut turpeentuotannon maankäytössä ja teknologioissa säilyttävät turpeen aseman kotimaisessa energiantuotannossa.

Jätteestä tuotetun energian osuus kasvaa edelleen kiihtyvän kaupungistumisen myötä. Jätteiden kierrätyksen ja energiakäytön yhteensovittaminen vastakkainasettelun sijaan onnistuu. Jätteenpolttoon kehitetään innovatiivisempia ratkaisuja (esimerkiksi kaasutustekniikan soveltaminen) massapolton sijaan. Jätteenkäsittelyteknologiat kehittyvät myös kansainvälisiksi vientituotteiksi. Energiatehokkaita ratkaisuja ovat esimerkiksi kaupunkien biojalostamot, joissa raaka-aineet ja jätteet hyödynnetään tehokkaasti sähköksi ja lämmöksi.

Ydinvoiman osuus kasvaa siirtymäkauden aikana, mutta voimaloiden toiminta perustuu vielä pitkään fissioreaktioon. Pitkällä tähtäimellä vetyyn perustuvat energiantuotantoteknologiat yleistyvät, liikenteen ratkaisut mukaan lukien. Vedyn käyttöä hidastavat kuitenkin kalliit investointikustannukset.

Kivihiiilen käyttö energiantuotannossa lisääntyy. Etenkin Aasiassa hyödynnetään tulevaisuudessa kivihiiltä kaasutusprosessien raaka-aineena. Hiilen talteenottoon ja varastointiin liittyvien teknologioiden kehittämisessä ja viennissä on suuri markkinapotentiaali myös Suomessa.

4.3.2 Liikenne

Lähivuosina tehdään selkeä strateginen linjaus siitä, mihin suuntaan moottoriajoneuvokantaa kehitetään. Tämän jälkeen esimerkiksi hybridautot, sähköautot, kaasutot ja nestemäisiä biopolttoaineita käyttävät autot yleistyvät, strategialinjauksen sisällön määrätessä missä suhteessa ja kuinka nopeasti. Ympäristö- ja ilmastoystävällisiä liikenneratkaisuja kannustetaan esimerkiksi verotuksellisin keinoin, ja tällöin liikenteen polttoaineiden omavaraisuus paranee. Samalla uusien liikennepolttoaineiden hankinta- ja käyttöketjut saadaan rakennettua toimiviksi.

Liikenteen biopolttoaineita tuotetaan suuren mittakaavan tuotantolaitoksissa, lisäksi valtiovallan panostukset maaseutusektoriin ovat oleellisia. Investointituet maatalouteen bioraaka-aineen viljelemiseksi auttavat toimintaa alkuun ja lisäävät maaseudun elinvoimaisuutta. Kesantopeltojen hyötykäyttö bioraaka-aineen viljelemiseen tulee myös mahdolliseksi. Maaseudun liiketoimintaympäristö onnistutaan kuvaamaan läpinäkyvästi selkein laskelmin, ja alan kehittäminen alkaa.

4.4 Suomalaisen osaamisen vahvuusalueet

4.4.1 Teknologiat ja palvelut

Aasian merkitys maailmantaloudessa lisääntyy vuoteen 2050 mennessä. Lisääntyvä bulkkituotteiden valmistus, teknologian kopiointi sekä komponenttituotannon keskittyminen Aasiaan haastavat suomalaisen tuotantotoiminnan. Tuotannon siirtyessä yhä enemmän ulkomaille, Suomi muotoutuu selkeämmin tutkimuksen ja suunnittelun osaamiskeskukseksi.

Erilaisten energiatehokkuutta lisäävien energiateknologioiden, -palveluiden ja -järjestelmien merkitys kasvaa Suomessa ja niiden vienti lisääntyy. Energia-alalla syntyy paljon uusia innovaatioita, mutta niiden työstäminen kaupallisesti hyödynnettäviksi teknologioiksi ja palveluiksi vaatii niin tutkijoiden, teollisuuden kuin rahoittajienkin panostusta. Demonstraatiovaihe on keskeinen uusien innovaatioiden hyödyntämisen ja käyttöönoton kannalta. Innovaatioita tapahtuu nimenomaan konseptitasolla, joka nähdään mahdollisuutena sekä globaalisti että kansallisesti.

Energian hinnan nousu heijastuu suoraan tuotteiden ja palvelujen hintoihin. Öljyvarojen ehtyminen luo paineita paitsi energiasektorille myös muille tuotannonaloille, kuten muoviteollisuuden raaka-aineiden saatavuuden vaikeutuessa. Tämän myötä materiaalitehokkuus ja elinkaariajattelu nousevat keskeiseen asemaan. Kotimainen kilpailukyky paranee tuotannon tehokkuuden ja jalostusasteen nostamisen kautta. Asiakastarpeet on huomioitava tulevaisuudessa entistä paremmin, joten erilaiset konsultointi- ja neuvontapalvelut lisääntyvät. Asiakkaille tarjotaan kokonaisjärjestelmiä ja konsepteja yksittäisten tuotteiden tai palveluiden sijaan. Integroitujen palvelujen avulla voidaan hallita kokonaisprojekteja ja järjestelmiä. Esimerkiksi CHP-laitosten ja muiden voimalaitosten tietojärjestelmät ja älykkäät päätelaitteet ovat hyviä esimerkkejä Suomessa jo nyt löytyvästä osaamisesta.

Monipolttoainetekniikka samoin kuin erilaiset energiansäästökäytännöt kehittyvät. Taajuusmuuttajat tuovat energiansäästöä teollisuuteen. Materiaalitekniikan puolella suprajohteiden, biomateriaalien ja erilaisten nanoteknologioiden kehittyminen tuo uusia mahdollisuuksia.

Kotimaisen tutkimuksen ja kehityksen taso onnistutaan kohdentamaan paremmin ja säilyttämään pitkäjänteisillä poliittisilla toimilla. Yliopistot ja korkeakoulut erikoistuvat tiettyihin avainalueisiin parantaen samalla yhteistyötä keskenään.

Tietyt ydinosaamisalueet säilyvät Suomessa perinteiden ja hiljaisen tiedon leviämistä hillitsevän kieli-
muurin vuoksi. Se, kuinka paljon liiketoimintaa onnistutaan Suomessa säilyttämään, riippuu kotimais-
ten toimijoiden uudistumis-, kehitys- ja riskinottokyvystä.

4.4.2 Metsäteollisuus

Suomalainen metsäteollisuus on kulminaatiopisteessä, jossa teollisuuden toimijoiden täytyy tarkoin
harkita niitä keinoja ja mahdollisia tuotteita, joiden avulla toiminnan kehittyminen Suomessa voidaan
turvata. Suomessa kasvua ei juuri synny perinteisillä metsäteollisuuden toiminta-alueilla. Metsäteolli-
suuden jalostusarvon noustessa ristiriita puun käyttämisestä metsäteollisuuden raaka-aineena ja energi-
an- ja polttoainetuotannon raaka-aineena lievenee. Metsäteollisuus uudistuu ja muuttuu aiempaa huo-
mattavasti aloitteellisemmaksi. Näin metsäsektori säilyy jatkossakin merkittävänä tekijänä suomalaisen
kilpailukyvyn kannalta.

Liikenteen biopolttonestetuotantoa edistävät toimet etenevät metsäteollisuudessa lähitulevaisuudessa.
Kaasutustekniikan hyödyntäminen selluteollisuudessa meesauunilla tarvittavien fossiilisten polttoainei-
den korvaamisessa yleistyy lähivuosien aikana. Raaka-aineena käytetään kuorta, metsätähdettä ja purua.
Tällä tavoin voidaan demonstroida kaasutusteknologian toimivuus riittävän suuressa mittakaavassa.
Lähivuosien aikana myös biomassan kuivausteknologiat, joissa hyödynnetään selluteollisuuden sisäisiä
matala-arvoisia lämpövirtoja, kehitetään toimiviksi tekniikoiksi. Samoin synteesikaasun puhdistustek-
nologia valmistuu demonstrointia varten. Noin kymmenen vuoden kuluttua Suomeen rakennetaan en-
simmäiset biomassaa hyödyntävät, liikennepolttonesteitä tuottavat demonstraatiolaitokset. Tämän jäl-
keen alkaa teknologian kaupallistaminen.

Demonstroiminen ja tekniikan kaupallistuminen voi kuitenkin jäädä tapahtumatta, ellei yhteiskunnassa
haluta panostaa uusiin, ilmastonmuutosta hillitseviin teknologioihin tai tukeudutaan ainoastaan viljely-
pohjaisiin vaihtoehtoihin biomassasta valmistettavien liikennepolttonesteiden tuotannossa.

4.5 Verkostot

Verkostoitumisen myötä saatavat synergiaedut antavat huomattavasti lisäarvoa energia-alalle. Verkos-
toitumisen koordinoijana ja käytännön toimien edistäjänä toimii erillinen neutraali taho, joka ei ainoas-
taan välitä tietoa eteenpäin vaan järjestää aktiivisesti tapaamisia ja muuta yhteistoimintaa toimijoiden
kesken. Suomessa ollaan vahvoilla kansallisen verkoston rakentamisessa, pienen koon, yhteisen kulttuu-
rin ja kielen takia. Koordinoiva taho kykenee myös tietotaidollaan tukemaan Suomen asemaa kansainvä-
lisen yhteistyön kehittyessä.

Eläkepoistuman myötä katoavaksi pelätyn hiljaisen eli kokemusperäisen ja dokumentoimattoman tie-
don säilymistä ja välittymistä edistää lähiverkostoituminen sekä työntekijöiden ja tutkijoiden välisen
kommunikaation tehostaminen. Myös innovaatio toiminta hyötyy tästä verkostoitumisesta. Energia-alan
ja muiden toimialojen välinen yhteistyö tiivistyy. ICT-ala, metsäteollisuus, bio- ja nanoteknologia sekä

rakennusala lähentyvät energiaklusterin ydintä. Akateemisen ja yksityisen sektorin yhteistyö ja tiedonvälitys toimii tehokkaasti lisäten innovointia ja dynaamisuutta. Keskinäinen kilpailu klusterin ja verkoston sisällä kasvaa, mikä osittain vaikeuttaa yhteistyötä, mutta toisaalta luo terveen pohjan markkinoille.

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Yhteenveto

Globaalin ilmastonmuutoksen torjuminen ja siihen sopeutuminen, fossiilisten energialähteiden niukkeneminen sekä kasvava energiankulutus muuttavat energiasektorin toimintaympäristöä merkittäväällä tavalla tulevaisuudessa. Ilmastonmuutoksen torjuminen edellyttäisi kasvihuonekaasupäästöjen, erityisesti fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen vähentämistä. Toisaalta monissa maissa hiilidioksidipäästöjä aiheuttavilla polttoaineilla ja niiden käytöllä on hyvin merkittäviä taloutteen ja työllisyyteen liittyviä näkökohtia, jotka puoltavat niiden käyttöä.

Energian tuotanto- ja kulutusrakenteet ovat merkittävän muutospaineen alla. Muuttuva toimintaympäristö asettaa siten haasteita niin energian tuottajille, kuluttajille kuin julkiselle sektorillekin. Energia-, ilmasto- ja teknologiapolitiikan haasteena on löytää keinoja, joiden avulla uuden, kasvihuonekaasupäästöjä vähentävän teknologian kehittämiseen ja käyttöönottoon sijoitettaisiin nykyistä huomattavasti enemmän resursseja.

Tässä raportissa käsitellyn TEKESin ClimBus-teknologiaohjelmaan kuuluvan ILMES-hankkeen peruslähdekohta on, että ilmastonmuutokseen varautuminen on kansantaloudelle edullisempi vaihtoehto kuin ilmastonmuutoksen seurausten ja kustannusten jättäminen tulevien sukupolvien kärsittäviksi ja maksettavaksi. Ilmastonmuutosta voidaan siis pitää paitsi haasteena nykyisille energiasektorin toimijoille, niin myös uusien liiketoimintamahdollisuuksien synnyttäjänä. Ilmastonmuutoksen lisäksi fossiilisten energialähteiden niukkeneminen ja sitä seuraava hinnannousu ja todennäköinen uusi energiakriisi lisäävät entisestään tarvetta uusien energiantuotantotapojen ja energiatehokkaiden teknologioiden kehittämiseksi. ILMES-hankkeen kunnianhimoiseksi tavoitteeksi asetettiin selvittää tulevaisuuden tutkimuksen keinoin, millaiset energian tuotantoon ja kulutukseen liittyvät teknologiat ja palvelut voisivat menestyä nykyhetkestä vuoteen 2050 ja millä edellytyksillä tämä voisi tapahtua.

ILMES-hankkeen ensimmäinen vaihe ei joistakin odotuksista poiketen juuri tuonut esille uusia teknologioita, palveluita, innovaatioita ja liiketoimintaideoita, vaan pääosin haastateltavat puhuivat sellaisista ratkaisuista, jotka ovat jo varsin yleisesti tiedossa. Hankkeessa haastateltiin 79 energiasektorin asiantuntijaa eri osa-alueilta. Haastatteluissa käsiteltiin ilmastoliiketoimintaa sekä yleisesti että asiantuntijoiden oman taustaorganisaation (yrityksen) kannalta. Ei ole kuitenkaan todennäköistä, että haastateltaviksi suostuneet teknologia- ja palveluyritysten edustajat tämän tyyppisessä tutkimuksessa toisivat esille mitään uutta, ainakaan sellaista mikä voisi hankkeen kautta päätyä mahdollisten kilpailijoiden tietoon – mikäli uutta tietoa oletetaan yrityksissä olevan. Mikä sitten voisi olla uutta tietoa? Esimerkiksi erilaiset jo tiedossa oleviin mahdollisuuksiin liittyvät tekniset ratkaisut, joiden yksityiskohtaiseen käsittelyyn näin laajan aihepiirin puitteissa on hyvin rajalliset mahdollisuudet. Uusien asioiden puute koskee käsillä olevan ensimmäisen vaiheen raportin lisäksi kuitenkin myös aiheeltaan spesifisti rajattuja opinnäytetöitä – niissä varovaisuuteen ja salassapitovelvoitteeseen törmättiin joskus varsin konkreettisesti. Seuraa-

vassa on esitetty ne yleisen tason päätelmät, mitä ILMES-hankkeen ensimmäisen vaiheen perusteella voidaan tehdä. Ne ovat uusiin teknologioihin ja palveluihin liittyvien liiketoimintaedellytysten osalta samansuuntaisia kuin Elinkeinoelämän Keskusliiton (EK) tammikuussa 2007 julkistamissa pitkän aikavälin ilmastopoliittisissa linjauksissa¹⁴.

5.2 Johtopäätökset

Globaalisti ja kansainvälisesti parhaillaan ollaan siirtymässä vaiheeseen, jossa ilmastonmuutos myönnetään tulevaisuuden toimintamahdollisuuksiin oleellisesti vaikuttavaksi tekijäksi. Niinpä monet maat ovat jo tunnistanee sen tarjoamat liiketoimintamahdollisuudet, joita voi liittyä niin ilmastonmuutoksen hillintään (mitigation) kuin siihen sopeutumiseenkin (adaptation). Yleisellä tasolla voidaan todeta, että Suomessa ilmastonmuutoksen mahdollistama liiketoimintapotentialiaali on toistaiseksi varsin heikosti tunnistettu, niin yrityksissä kuin julkisella sektorillakin. Valtiovallan poliittisissa linjauksissa ilmastonmuutosta pidetään ensisijaisesti uhkana, eikä sen tarjoamia liiketoimintamahdollisuuksia tuoda esille, vaikka siihen liittyvistä asioista kuten hiilidioksidipäästöttömistä energialähteistä ja niiden hyödyntämisteknologioista puhutaankin. Uusiutuvat energialähteet, energiatehokkuus sekä uudet teknologiat ja palvelut tuodaan esille lähinnä keinoina torjua ilmastonmuutoksen aiheuttamaa uhkaa, ei niinkään liiketoimintamahdollisuutena. Suomalaisilla toimijoilla on kuitenkin erittäin hyvät edellytykset kehittyä ilmasto- ja energiateknologioiden ja niihin liittyvien palveluiden osajaksi ja viejäksi. Suurimmat haasteet ovat toistaiseksi asenteellisia: ilmastonmuutos tulisi nähdä uhkan lisäksi liiketoimintamahdollisuutena, johon kannattaa alokoida resursseja. Tässä suhteessa odotukset kohdistuvat ensisijaisesti valtiovallan harjoittaman politiikan pitkäjänteisyyteen, selkeyteen, kohdentamiseen ja ennakoitavuuteen. Yksityisen sektorin haasteeksi jää tällöin innovaatioiden jalostaminen markkinoitaviksi tuotteiksi ja palveluiksi.

YK:n ilmastonmuutoksen puitesopimusta ja Kioton pöytäkirjaa kattavamman globaalien ilmastotavoitteiden aikaansaaminen on ensiarvoisen tärkeää, sillä muuten riski EU:n asettamien ilmastotavoitteiden haittavaikutuksista kasvaa liian suureksi: teollisuutta voi esimerkiksi siirtyä alueille, joissa ilmastotavoitteet eivät ole yhtä tiukat tai niitä ei ole lainkaan, ja samalla ilmastoliiketoiminnan edellytykset voivat heikentyä oleellisesti. Toisaalta erityisesti kotimaassa energialiiketoimintojen potentiaali täytyy tunnustaa ja sitä hyödyntäviä toimintoja tulee tukea, jotta energiasektorin uudistuminen voisi onnistua. Niinpä pitkäjänteinen kansainvälisen ja kansallisen tason energia- ja ilmastopoliittikka ovat keskeinen edellytys energialiiketoimintojen kehittämiseksi. Julkisen vallan toimien parempi ennakoitavuus ja erityisesti kehitys- ja demonstraatiohankkeiden tukien oikeanlainen kohdentaminen mahdollistavat uusien innovaatioiden diffuusion ja ilmastomarkkinoiden kehittymisen ja selkiintymisen. Edellytyksenä ilmastoliiketoimintojen kehittämiseksi on myös kannustavamman verotusjärjestelmän luominen, jotta osaajat ja osaaminen eivät karkaa ulkomaille.

¹⁴ Dokumentti "Oikeudenmukaista ja tuloksellista ilmastopoliittikkaa" (Elinkeinoelämän Keskusliitto 2007) on ladattavissa EK:n www-sivulta http://www.ek.fi/ek_suomeksi/ajankohtaista/index.php?we_objectID=5071.

Suomen energiaomavaraisuuden odotetaan jäävän jatkossakin alhaiseksi ja kotimaassa tapahtuvan suurimittakaavaisen energiantuotannon arvioidaan tukeutuvan ensi sijassa fissioydinvoimaan, vaikka samanaikaisesti energiantuotantorakenne hiljalleen monipuolistuu ja kokonaistarkastelu energiasektorilla lisääntyy. Energiasektorilla tapahtuvat muutokset ovat kuitenkin hitaita, mikä johtuu investointien suuruudesta, pitkistä takaisinmaksuajoista sekä tietotaidon ja osaamisen sitoutumisesta olemassa oleviin teknologioihin. Suuri rakenteellinen muutos tapahtuu hitaasti uusien teknologioiden korvaten vanhoja. Mitään mullistavaa, esimerkiksi kokonaan uuteen energialähteeseen perustuvaa tuotantotekniikkaa tuskin otetaan kaupalliseen käyttöön kovin nopeasti.

Jotta suomalaisesta energiasektorista saataisiin toimiva kokonaisuus ja mahdollisia uusia energiantuotantoteknologioita voitaisiin ottaa laaja-alaisesti käyttöön, hajautettua ja keskitettyä energiantuotantoa ei tulisi enää nähdä toisensa pois sulkevin tai keskenään kilpailevin vaihtoehtoina. Uusiutuvien energianlähteiden kehittämiseen ja monipuoliseen käyttöön tulisi kuitenkin panostaa nykyistä enemmän. Erityisesti bio- ja tuulienergian hyödyntämiselle on jo nyt tarjolla suuri potentiaali. Huoltovarmuus ja sähköverkon stabiilius vaativat kuitenkin erityistä huomiota uusiutuvien energianlähteiden kohdalla.

Liikennesektorilla kotimaisiin raaka-aineisiin perustuva biopolttoainetuotanto käynnistyy lähitulevaisuudessa. Laajamittaisen tuotannon edellytyksenä on kuitenkin selkeä strateginen linjaus siitä, mihin suuntaan ajoneuvokantaa ja polttoainetuotantoa pyritään kehittämään. Pitkällä tähtäimellä vetyyn perustuvat teknologiat tarjoavat suuria mahdollisuuksia energiantuotannossa.

Suomalaisilla ilmastomarkkinoilla toimijoiden on huomioitava maailmanlaajuinen kehitys, jotta teknologioiden ja palveluiden kehittämisessä, tuotannossa ja viennissä osattaisiin kohdentaa resurssit tehokkaasti. Edellytyksenä kansainvälisessä kilpailussa mukana pysymiselle on laadukkaiden kokonaisjärjestelmien ja palveluiden kehittäminen yksittäisten tuotteiden sijaan. Suomen vahvuuksia ovat esimerkiksi voimalaitosten tietojärjestelmät, erilaiset bioenergia- ja kaasutusteknologiat kuten metsäteollisuuden biojalostamo-konsepti (biorefinery) ja niiden kehittäminen. Samoin monipolttoainetekniikka ja jätteenkäsittelytekniikat ovat vahvoja suomalaisia osaamisalueita. Kansainvälisen kilpailukyvyn varmistaminen edellyttää kuitenkin monia asioita: kansallisten ja kansainvälisten yhteistyöverkostojen luomista, asiakastarpeiden kartoittamista, tarvittavien työvoima- ja rahoitusresurssien turvaamista sekä uusien markkina-alueiden jatkuvaa etsimistä.

LIITE 1

ILMES-hankkeen ensimmäisessä vaiheessa haastatellut organisaatiot:

ABB Oy	Neste Oil
Alholmens Kraft	Nokian Capacitors Oy
Alstom Oy	Oulun yliopisto
Andritz Oy	Oy EL3 Ltd
Carbona Oy	Pohjolan Voima Oy
Ecopump Oy	Pöyry
Electrowatt-Ekono	PP Hot Oy
Empower Oy	Prizztech Oy
Energiakolmio Oy	Proventia
Energiateollisuus Ry	Raumaster Oy
Enprima Engineering Ltd	Rintekno
EurEnDel	Sisu Diesel Oy
EWEA (European Wind Energy Association)	Sitra
Fingrid	Sulzer Pumps Finland Oy
Finnvera	Suomen Akatemia
Fortum	Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy
Fortum	Suomen talotekniikan kehityskeskus Oy
Gasum Oy	Teknologiakeskus Oy Merinova Ab
GE Energy (Finland) Oy	Teknoliigateollisuus, Metallinjalostajat Ry
GreenStreamNetwork	TKK
Huoltovarmuuskeskus	TTY, Bio- ja ympäristötekniikka
Hyötytuuli Oy	TTY, Energia- ja prosessitekniikka
Inesco	TTY, Kemia
JYU, Kemia	TTY, Sähkövoimatekniikka
JYU, Yritysten ympäristöjohtaminen	UPM Kymmene Oy
Jyväskylän Innovation Oy	Vapo Oy
Jyväskylän Energia	Vattenfall Lämpö
Kauppa- ja teollisuusministeriö	Villa Höyrylinna
Komatsu Forest Oy	VTT
Kvaerner Power Oy	VTT
Kymppivoima	VTT
Lassila & Tikanoja	VTT
Limetti Oy	VTT
Maa- ja metsätalousministeriö	Wärtsilä Biopower Oy
Metener Oy	Wärtsilä Finland Oy
Metsäteollisuus Ry	Waterpumps Oy
Metso Automation Oy	Winwind Oy
MK Protech Oy	Ympäristöenergia Oy
Motiva	
Moventas Oy	
Naps Systems	
	Yhteensä 79 kpl

LIITE 2

ILMASTOLIIKETOIMINTA JA ENERGIA SUOMESSA 2050 ILMES

Haastattelurunko/ Yritykset:

Ilmastonmuutosta hillitsevä liiketoiminta

PVM: __/__/____

Haastattelun kesto: _____

Organisaatio: _____

Haastateltava: _____

Haastateltavan asema: _____

Toimintaympäristö

- Miten vastaaja määrittelee organisaationsa toimintaympäristön?
 - A) Yrityssuhteet
 - B) Ulkopuoliset tekijät
- Mitkä muutokset ovat koko energiasektorin kannalta kaikkein merkittävimpiä? 2015/2030/2050? (globaalisti, kansallisesti)
 - Todennäköisesti
 - Toivottavasti
 - Uhkakuva
- Miten tämä vaikuttaa yrityksenne toimintaan?

Osaaminen

- Mitkä ovat ilmastonmuutosta hillitsevään liiketoimintaan liittyvät organisaationne osaamisalueet?
- Onko tuotteissanne tai toimintaanne liittyvissä palveluissa tapahtunut merkittäviä muutoksia viime vuosina, mitä?
- Millainen osaaminen on yrityksenne kannalta merkityksellisintä lähitulevaisuudessa? Osaamisen kehittämisen keskeiset pullonkaulat? Arvionne tästä pidemmällä aikavälillä (2015, 2030, 2050)?
- Palvelujen merkitys ja mahdollisuudet osaamisessanne tulevaisuudessa?
- Millaiset toiminnot mahdollisesti hiipuvat?
- Organisaationne visio eli toivottava tulevaisuus 2015–2050?
 - à Vision todennäköisyys, mahdolliset uhkatekijät?

Kasvun rakennuspalikat

- Millaisilla teknologioilla ja palveluilla kasvupotentiaali omalla osaamisalueellanne on mielestänne suurin 2015/2030/2050?
 - à Edellytykset ja esteet (lainsäädäntö, ilmastopolitiikka, verkostot)?
 - à Todennäköisyys? Millaisia mahdollisuuksia ja uhkia tähän liittyy?
- Miten asiakastarpeet tulevat muuttumaan eli mistä ja miten organisaationne pyrkii hankkimaan uusia asiakkaita ja/tai kasvattamaan liikevaihtoaan?

Innovaatiot, teknologia ja menestystuotteet

- Potentiaaliset innovaatiot koko energiaklusteria ajatellen 2015/2030/2050? (teknologiat, palvelut)?
- Mikä on oman organisaationne ja suomalaisen osaamisen kilpailukyky ilmastomarkkinoilla tällä hetkellä ja lähitulevaisuudessa? (Suomessa ja kansainvälisesti)
 - Visio (edellytykset)?
 - Uhka (esteet, niihin varautuminen tai niiden välttäminen)?
- Entä 2015-1050? Mitkä ilmastonmuutosta hillitsevät teknologiat ja palvelut menestyväpidemällä aikavälillä? Millaisin edellytyksin, millaisilla toimenpiteillä? (Suomessa ja kansainvälisesti)
- Millaisia mahdollisuuksia, uhkia tai kehittämistarpeita kansainvälistyminen luo organisaationne osaamiselle?
- Miten innovaatioiden diffuusiota voidaan Suomen tasolla ja kansainvälisesti edistää?

Tukiorganisaatiot ja elinkeinopolitiikka

- Miten energiasektorin tukiorganisaatiot voisivat parhaimmillaan toimia kilpailukyvyyn parantamiseksi? (Rahoittajat, viranomaiset, TE-keskukset, teknologiakeskukset)
- Millaiset elinkeino- tai teknologiapoliittiset toimet olisivat omalle organisaatiollenne hyödyllisiä?

Verkostoituminen

- Millaisia synergiaetuja suomalaisesta energiaklusterista voidaan löytää? Entä energiaklusterin ja muiden toimialojen välillä (nano-, bio-, ICT..)?
 - (Mahdollisuudet ja uhat? Todennäköisyys niiden suhteen?)
- Millaisin toimenpitein ja kenen toimesta positiivista kehitystä voidaan tukea?

Lopuksi: Suomalainen ilmastoliiketoiminta 2050

- Todennäköinen tulevaisuuskuva?
- Visio (toivottava tulevaisuuskuva)?
- Uhkakuva?
- Tuleeko mieleenne alullaan olevia kehitystrendejä eli heikkoja signaaleita, jotka voimistuessaan voivat muuttua "villiksi kortiksi" ja muuttaa energiasektorin kehitystä ja sen ennusteita merkittävällä tavalla?

LIITE 3

Tulevaisuusverstaaseen 13.10.2006 osallistuneet tahot:

ABB Oy, 2 edustajaa
Foster Wheeler Energia Oy
Jyväskylä Innovation Oy
Jyväskylän yliopisto, 3 edustajaa
Kvaerner Power Oy
LTY Bioenergiatekniikka
Metener Oy
Oy Metsä-Botnia Ab
Pinox Oy
Pohjolan Voima Oy
PP-Hot Oy
Preseco Oy (Limetti Oy)
Prizztech Oy
Rautaruukki Oyj
Sentre
Tekes, 2 edustajaa
Teknologiakeskus Oy Merinova Ab
TTY Energia- ja prosessitekniikka
TTY Sähkövoimatekniikka
Tulevaisuuden tutkimuskeskus, 4 edustajaa
Vapo Oy
Vattenfall Verkko Oy
VTT, 3 edustajaa
Wärtsilä Finland Oy
Åf-Enprima Oy
Ääneseudun Kehitys Oy

Yhteensä 35 osallistujaa

AIKAISEMPIA TUTU-eJULKAISUJA

- 4/2007 Kuusi, Osmo & Hiltunen, Elina: The Signification Process Of The Future Sign.
- 3/2007 Aalto, Hanna-Kaisa; Ahokas, Ira & Kuosa, Tuomo: Yleisivistys ja osaaminen työelämässä 2030. Menestyksen eväät –hankkeen väliraportti.
- 2/2007 Elina Hiltunen: Where Do Future-Oriented People Find Weak Signals?
- 1/2007 Petri Tapio, Johanna Kohl, Sarianne Tikkanen & Sofi Salonen: Kestävän kehityksen torille 2020. Skenaarioraportti.
- 2/2006 Erika Niemi, Juha Kaskinen, Juha Honkatukia, Hannu Törmä & Torsten Hoffmann: Valtatie 8:n Turku–Pori-yhteysvälin kehittämisen yhteiskunnalliset ja alueelliset vaikutukset. Loppuraportti.
- 1/2006 Paula Hakola & Miia Kinnunen: Ilmastoliiketoiminta ja energia Suomessa 2050 (ILMES) – Skenaariot ja strategiat.

TUTU-eJULKAISUJA 5/2007

Paula Hakola, Susanna Horn, Sanna Huikuri, Miia Kinnunen, Annukka Näyhä, Mia Pihlajamäki & Jarmo Vehmas

ILMASTOLIIKETOIMINTA JA ENERGIA SUOMESSA 2050

Skenaariot ja strategiat

ISBN 978-951-564-511-1

ISSN 1797-132

