

Pariisin ilmastopöytäkirja ja Suomi: mahdollisuuksia vai rasitteita?

Markku Ollikainen

Pariisin sopimus merkitsee globaalisti päästöjen rajoittamista, fossiilitalouden lopun alkua ja talouden rakennemuutosta vähähiiliseen suuntaan. Suomen energia- ja ilmastostrategia rakentuu ensisijaisesti fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen uusiutuvilla biopolttoaineilla. Jätteiden ja tähteiden käyttöä biopolttoaineiden tuotannossa on ilmastokestävää, mutta tavoite puun käytöstä biopolttoaineiden tuotantoon on ilmastollisesti kyseenalainen. Puunkäytön riskejä voidaan vähentää panostamalla sähköiseen liikenteeseen. Sähköinen liikenne ja siihen liittyvät ratkaisut edustavat kehittyvää puhdasta teknologiaa ja uusia taloudellisia mahdollisuuksia. Esimerkiksi Keski-Eurooppa tähtää sähköön liikenteessä. Sähköiset liikenneratkaisut luovat kasvavaa kysyntää puhtaiden teknologioiden lisääntyvälle soveltamiselle. Suomen edellytykset edistää uusia puhtaita ratkaisuja ovat erinomaiset, mutta Suomen energia- ja ilmastopolitiikka ei parhaalla tavalla edistä puhtaita teknologioita tukevaa eikä niihin nojaavaa vientiä luovaa toimintaa. Biopolttoainepolitiikassa Suomi on jäämässä maailmassa yksin.

Globaaleista ilmastoasioista kuulee enimmäkseen synkeitä uutisia. Pariisin ilmastopöytäkirjan syntyminen joulukuussa 2015 oli selvä poikkeus useita vuosia kestäneeseen alakuloiseen kuvaan. Viimeinkin maat pääsivät sopimukseen päästöjen merkittävästä rajoittamisesta. Hyviä uutisia seurasi lisää. Sopimus ratifioitiin nopeasti, ja myös lentoliikenteen osalta päästiin erittäin kattavaan globaaliin sopimukseen päästöjen vähentämisestä. Sitten tuli pessimismin vuoro. Donald Trumpin valinta USA:n presidentiksi varjostaa sopimuksen toteuttamista huolimatta siitä, että Marrakeshin ilmastoko-

kous esitti marraskuussa 2016 vakavan vetoumuksen USA:lle ilmastotoimien jatkamisesta. Suomessa arkirealismi astui kuvaan keskusteltaessa niin sanotusta päästökaupan kompensatiosta ja sähköverotukien vaikutuksesta.

Suomen osuus globaaleista ilmastopäästöistä on mitätön, mutta niin on monen muunkin maan. Siitä huolimatta taistelussa ilmastomuutosta vastaan Suomella on kokoaan suurempi velvollisuus ja mahdollisuus auttaa koko maailmaa. Olemme rikas, kehittynyt ja leimallisesti puhtaan teknologian maa. Suomi voi tarjota maailmalle energiatehokkuusratkaisuja,

VTT Markku Ollikainen (markku.ollikainen@helsinki.fi) on professori Helsingin yliopistossa ja Suomen Ilmastopaneelin puheenjohtaja.

älykkäitä sähköverkkoja, ICT-pohjaisia ratkaisuja ja monia muita konsepteja ja samalla kasvattaa hyvinvointiamme, kunhan vain osaamme luoda hyvää liiketoimintaa ja hoitaa omat päästöjen vähennysvelvoitteemme luovilla ja älykkäillä ratkaisulla. Tarvitaan hyvin muotoiltua energia-, ilmasto- ja elinkeinopolitiikkaa, joka pitää kansalliset päästöjen vähentämisen kustannukset kurissa ja samalla luoputteet uusien luovien, toisinaan rohkeidenkin ratkaisujen kehitykselle kansantalouden menestystekijöiksi. Tämä on tietysti helpommin sanottu kuin tehty.

Joka tapauksessa Pariisin ilmastopimuksen vaikutus välittyi Suomeen kahta yllä mainittua kanavaa pitkin. Osana Euroopan unionia meidän tulee toteuttaa ne ilmastotoimet, jotka ovat tarpeen EU:n ja Suomen päästöjen vähentämislupausten toteuttamiseksi. Toisaalta meille syntyy mahdollisuus tarttua tilaisuuteen: globaali kysyntä puhtaille ratkaisuille kasvaa ja suomalaiset yritykset voivat ottaa siitä osansa. Pohdin tässä kirjoituksessa kumpaakin haastetta. Tarkastelen millaiselta EU:n yleinen ja Suomeen hahmotettu energia- ja ilmastostrategia näyttää niin kustannusrasituksen kuin luovuuden näkökulmasta.

1. Pariisin ilmastopimus

Pariisin ilmastopimus asettaa globaaliksi tavoitteeksi maapallon keskilämpötilan nousun rajoittamisen selvästi alle kahden asteen verrattuna esiteollisen ajan keskilämpötilaan. Samalla pyritään toimiin, joilla lämpötilan nousu suhteessa esiteolliseen aikaan saataisiin rajattua alle 1,5 asteen. Lisäksi koko maailman *päästöjen ja hiilinielujen* tulee olla tasapainossa kuluvan vuosisadan jälkipuoliskolla.

Näihin tavoitteisiin pyritään asteittain kiristyvien maakohtaisten *vähennyslupausten avulla*. Maat sitoutuvat viiden vuoden välein järjestettävään arviointi- ja tiukennuskierrokseen. Ne sitoutuvat valmistelemaan ja toimittamaan kullekin kierrokselle tiukentuvat vähennykset, joiden riittävyttä verrataan sopimuksen tavoitteisiin. Toteutetut päästövähennykset verifioidaan aina ennen seuraavaa kierrosta. Pariisissa annettujen sitoumusten ensimmäinen arviointi tehdään vuonna 2018 ja ensimmäinen varsinainen tarkistuskierros on vuonna 2023.

Ohjausekinojen osalta sopimukseen sisältyy mahdollisuus valtioiden välisen päästökaupan käymiseen, kunhan kaupankäynti organisoidaan niin, että läpinäkyvyys toteutuu ja välitetään kaksoislaskenta. Tarkoituksena on perustaa myös uusi mekanismi päästöjen vähentämiseen ja kestäväen kehityksen edistämiseen. Mekanismia voidaan soveltaa kaikissa maissa, ei vain kehittyvissä maissa. Sopeutumisen osalta tärkeintä on ilmastorahoituksen lisääminen ja kehitysmaiden auttaminen jo syntyneisiin vahinkoihin sopeutumisessa. Sopimus painottaa puhtaan teknologian siirtoa kehitysmaihin ja siihen liittyvien valmiuksien luomista.

Ilmastopimuksen allekirjoitti 197 maata, joiden yhteenlasketut hiilidioksidipäästöt kattavat yli 98 % maailman päästöistä. Tärkeää on se, että kaikki G20-maat ovat mukana. Sopimus tuli oikeudellisesti voimaan 4.11.2016, kun sen oli ratifioinut vaaditut vähintään 55 maata, joiden päästöt kattavat vähintään 55 % globaaleista päästöistä. Tammikuun loppuun 2017 mennessä sopimuksen oli ratifioinut 127 maata. Pariisin ilmastokokous pyysi hallitusten välistä ilmastopaneelia (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) laatimaan arvon siitä, millaiselta päästöjen vähentämisurat

näyttäisivät pyrittäessä 1,5 asteen tavoitteeseen ja mille tasolle ilmastohaitat tällöin jäisivät.

Pariisin ilmastokokouksessa annetut päästövähennyssitoumukset eivät riitä rajoittamaan lämpenemistä alle kahden asteen. Maiden sitoumukset ovat luonteeltaan hyvin heterogeenisiä, joten niiden ilmastovaikutusten määrittäminen edellyttää tulkintaa. Eri arvioiden mukaan annettujen sitoumusten toteuttaminen johtaa 2,7–3,1 asteen lämpötilan nousuun verrattuna esiteollisen ajan lämpötilaan, joten sopimusmailta tarvitaan tiukentuvia päästövähennyslupauksia ja tietysti jo annettujen lupauksen toteuttamista. London School of Economicsin yhteydessä toimivan ilmaston muutosta ja ympäristökysymyksiä tutkiva Grantham Research Institute on arvioinut annettujen lupauksen uskottavuutta. Se selvitti maiden valmiuksia toteuttaa lupauksensa useiden ilmastopolitiikan muotoilun ja toteuttamisen edellyttämien kriteerien valossa. Lukuisilla mailla on merkittäviä puutteita. Hyvä uutinen kuitenkin on, että noin 70 % globaaleista päästöistä kattavilla G20-mailla ja koko EU:lla on käytettyjen kriteerien valossa jokseenkin hyvät edellytykset toteuttaa annetut lupaukset (Averchenkova ja Bassi 2016).

Ilmastopimuksen voi sanoa syntyneen viime hetkellä. IPCC:n mukaan globaalit päätöt on saatava mitä pikimmin jyrkkään laskuun. Vastoin varovaisia ja pessimistisiäkin odotuksia Pariisin sopimus ratifioitiin pikavauhtia. Jopa YK:n ilmasto-ohjelma (*United Nations, Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC) yllättyi ratifioinnin nopeudesta. Ensimmäiset ratifioijat olivat pienet saarivaltiot, jotka jo nyt kärsivät paljon ilmastomuutoksesta. Niitä seurasivat Norja, Peru, Kiina ja Yhdysvallat. Euroopan unionin valmistelu oli hidasta ja se joutui turvautumaan

poikkeustoimiin ehtiäkseen mukaan ensimmäisten ratifioijien joukkoon, mutta se ehti.

Vaikka Yhdysvaltain liittovaltiotason ilmastopolitiikka presidentti Trumpin kaudella tulee muuttumaan merkittävästi, se ei muuta sitä tosiasiaa, että Pariisin ilmastopimus lisää varmuutta hiilivapaan talouden luomisesta. Päästöjen rajoittamiselle on globaali poliittinen tahto. Tämä tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että kehitys kulkee ensi vaiheessa kohti kivihiiilen aikakauden loppua samalla, kun uusiutuvan energian ja öljyä korvaavien ratkaisujen kysyntä kasvaa. Energiasektorilla meneillään oleva rakennemuutos voimistuu, uusiutuvat voittavat ja fossiilinen häviää. Euroopan unionin ja Suomen kannalta on myös tärkeää panna merkille, että EU:n teollisuuden kilpailukykyongelma lievenee ja hiilivuotoriski vähenee. Keskeisten kilpailijamaiden tehostaessa ilmastotoimia kustannukset kasvavat sielläkin, jolloin kustannuskilpailu tasoittuu.

Esittämäni yleisarviota voi havainnollistaa katsomalla, kuinka sopimus vaikuttaa fossiilisen energian käyttöön. Tällainen tarkastelu voidaan tehdä niin sanotun globaalin hiilibudjetin kautta. Globaali hiilibudjetti kertoo, kuinka paljon ihmiskunta saisi enää laskea päästöjä ilmakehään, jotta 1,5 asteen tai 2 asteen tavoite voidaan saavuttaa. Hiilibudjetti määritetään liittämällä CO₂-ekvivalentit päätöt ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen ja se puolestaan ilmastomallien avulla globaaliin keskilämpötilaan.¹ Useat tutkijat ovat arvioineet IPCC:n laskelmien pohjalta suurinta mahdollista Pariisin sopimuksen mukaista hiilibudjettia. Tuoreiden arvioiden mukaan jäljellä oleva hiilibudjetti on noin 600–800 gigatonnia (miljardia tonnia) (Global Carbon Project 2016; Carbon Tracker Initiative 2015).

Kuinka nämä arviot hiilibudjetista suhteutuvat yritysten hallussa oleviin fossiilisten energialähteiden määriin? Carbon Tracker Initiatiiven laskelmien mukaan Pariisin sopimuksen mukainen hiilibudjetti kattaa 16 % yritysten hallussa olevista fossiilisista reserveista, joten 84 % (yhteensä 2427 gigatonnia CO₂-ekvivalenttia) tästä varannosta tulee jättää käyttämättömäksi maahan, jotta 2 asteen tavoite voidaan saavuttaa. Tämä arvio pätee sillä varauksella, että hiilen talteenotto- ja varastointiteknologioissa ei tapahdu merkittävää edistystä. Pariisin sopimus ja kiristynyt ilmasto- ja sijoittajille taloudellisen riskin, hiiliriskin.² Hiiliriski on kutsu siirtää investointeja ja rahoitusvirtoja pois fossiilisista energialähteistä uusiutuvaan energiaan. Institutionaaliset sijoittajat ovat jo ottamassa hiiliriskin huomioon, kuten Norjan valtion, Nordean, kotimaisten eläkevakuutusyhtiöiden ja eräiden suurten yritysten toimet osoittavat.

Hiiliriskin kääntöpuolena kasvaa hiilivaaraan uusiutuvan energian ja muiden puhtaiden

ratkaisujen kysyntä ja liiketaloudellinen kannattavuus. Liike-elämällä on suunnitelmia siirtää suuria summia uusiutuviin. Joel Makower (GreenBiz) arvioi, että 800 USA:n suurinta yritystä suunnittelee investoivansa seuraavan 20 vuoden aikana 3000 miljardia dollaria uusiutuvaan energiaan. Globaalin kysynnän kasvu luo uusia liiketoimimahdollisuuksia cleantech-sektorille. Suomea ajatellen esimerkiksi Gaian selvitys Sitralle (Gaia 2015) osoittaa, että energiaan liittyen kysyntäpotentiaalia on paljon. Suomessa suurimmat vuotuiset investoinnit kohdistuvat tuulivoimaan (292 milj. euroa) ja biomassakattiloihin (388 milj. euroa) samalla, kun maailmalla investointitarpeen arvioidaan olevan tuulivoiman suhteen 191 100 milj. euroa ja biomassan 28 300 milj. euroa. Globaali kysynnän kasvu näyttäisi siis luovan hyvän pohjan kotimaiselle viennille. Kysymys pikemminkin on, osaammeko tarttua mahdollisuuksiin.

¹ Kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), typpidioksidi (N₂O), fluorivety (HFC), perfluorivety (PFC) ja rikkibeksafluoridi (SF₆). Kukaan niistä viipyy ilmakehässä oman tyypillisen aikansa, ja kullakin on oma ilmastoa lämmittävä vaikutuksensa. Hiilidioksidiekvivalentti on luku, joka kuvaa kaikkien ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta. Hiilidioksidiekvivalentit päästöt (tonnia, kiloa) ilmaistaan siten, että muiden kasvihuonekaasujen vaikutus on muunnettu vastaamaan hiilidioksidin ilmastovaikutusta eli globaalia lämmityspotentiaalia sadan vuoden tarkastelujaksolla. Kertoimet ovat seuraavat: metaanipäästöt 25, typpidioksidi 298, HFC-kaasut 124–14800, rikkibeksafluoridi 22800, PFC-kaasut 7390–12200.

² Jos hiiliriski on reaalinen, sen tulisi näkyä markkinoilla. Luontevia hypoteeseja ovat, että fossiilisen energian tarjonta kasvaa ja hinnat laskevat. Samalla sijoittajien tuottoriski kasvaa ja pääomien tulisi virrata pois yrityksistä, joiden toiminta perustuu fossiilisiin esiintymiin. Hiiliriski lisää kuitenkin myös kannustimia hiilen talteenotto- ja varastointiteknologian tutkimuksen lisäämiseen, ja se uskottavasti laskee tarvetta tarjonnan kasvattamiseen ja hinnan alennuksiin. Tutkimusta näiden hypoteesien osuudesta ei juuri ole. Investoijien pääomariskiä on kuitenkin jonkin verran tutkittu, esimerkiksi Kelly ym. (2015) ja Nelson ym. (2014) raportoivat tuottoriskien kasvua. Pääosa tähänastisesta hiiliriskikirjallisuudesta käsittelee enimmäkseen sitä, kuinka hiiliriski tulisi ottaa mukaan sijoittajien tarkasteluun. Hintojen osalta tutkimusta teemasta ei ole. Kansainvälisen energijärjestön tuoreen raportin (IEA 2016) nojalla voi päätellä, että hiilen talteenottoa koskevien teknologioiden subteen ei vielä ole edistytty merkittävästi eikä asian tärkeyttä ole otettu huomioon tutkimuksen rahoituksessa.

2. Pariisin sopimuksesta Euroopan unionin ja Suomen ilmastopolitiikkaan

Pariisin sopimus ei lyhyellä aikavälillä aiheuta muutoksia Euroopan unionin ilmastopolitiikkaan. EU:n päästövähennyslupaus Pariisin sopimukseen oli Eurooppa-neuvoston hyväksymä 40 % vähennys päästöihin vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 lähtötasoon. Toisaalta Eurooppa-neuvosto on myös linjannut EU:n pitkän aikavälin tavoitteen: päästöjä tulee vähentää vähintään 80 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Sama tavoite on kirjattu Suomen ilmastolakiin, joka hyväksyttiin 2015.

Pariisin sopimus vaikuttaa kuitenkin EU:n ja Suomen toimintaan välittömästi siten, että olemme sitoutuneet päästövähennysten julkiseen raportointiin ja tavoitteiden tarkistamiseen joka viides vuosi. Mikäli 1,5 asteen tavoitteen saavuttamiseen sitoudutaan todella vakavasti, EU ja Suomi joutuvat kiristämään vuodelle 2050 asetettua tavoitettaan. Tähänkin ilmastopolitiikan tiukentamisen mahdollisuuteen on Suomessa jo varauduttu. Esimerkiksi Suomen ilmastopolitiikan valmistelua ohjaava ilmastolaki toteaa, että: ”Jos Suomea sitovaan kansainväliseen sopimukseen tai Euroopan unionin lainsäädäntöön sisältyy edellä mainitusta poikkeava vuoteen 2050 asetettu kasvihuonekaasujen kokonaispäästöjä koskeva vähennystavoite, suunnittelujärjestelmän pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen tulee perustua siihen” (Ilmastolaki 2015).

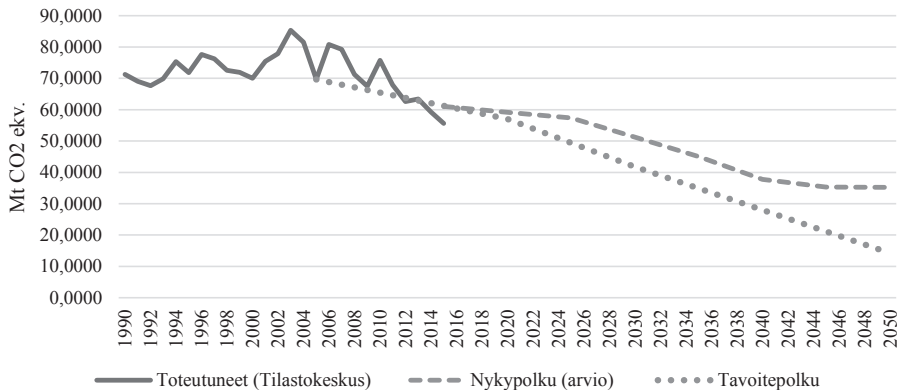
Suomen ilmastopolitiikkaa määrittää siis hyvin pitkälle Euroopan unionin ilmastopolitiikka, joka rakentuu kolmen pilarin varaan. *Päästöoikeuskauppa* on koko EU:n laajuinen, ja se keskittyy energiasektorin sekä keskeisen

prosessiteollisuuden ohjaukseen ja kattaa runsaat 40 % EU:n päästöistä. *Taakanjakosektoriin* (liikenne, asuntojen lämmitys, maatalous, jätteenhuolto ja F-kaasut³) asetetaan EU:n kokonaistavoite, joka kohdistetaan maakohtaisina sitovina vähennysvelvoitteina jäsenmaille. *Maankäyttösektori* (ns. LULUCF, land use, land use change and forestry) on kolmas ilmastopolitiikan kohde; maankäytöllä voidaan joko lisätä päästöjä tai sitoa hiiltä ilmasta. EU on harjoittanut aktiivista politiikkaa päästökauppasektorilla vuodesta 2005 ja taakanjakosektorilla vuodesta 2012 eteenpäin. Vuosien 2012–2020 politiikkakaudella yrityksille jaettavien päästöoikeuksien määrää lasketaan vuosittain 1,7 % ja koko EU:n tasolla taakanjakosektorin päästöjä vähennetään 20 %, ja se toteutetaan jäsenmaille kohdistettujen vähennysvelvoitteiden avulla.

Pariisin sopimuksen myötä EU on valmistellut ilmastotoimien toteuttamista kullakin näistä kolmesta sektorista aikavälille 2021–2030. Lyhyesti, päästökauppasektorin päästöjä vähennetään 43 % ja koko EU:n taakanjakosektorin päästöjä 38 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon. Maankäyttösektorille asetetaan ensimmäistä kertaa EU-

³ F-kaasut (fluoratut kasvihuonekaasut) ovat usean kemiallisen yhdisteen muodostama ryhmä kasvihuonekaasuja. Näihin kuuluvat edellä mainitut fluorihilivedyt, perfluorihilivedyt ja rikkibeksafluoridi. F-kaasuja käytetään pääosin kylmä- ja ilmastointilaitteissa, lämpöpumpuissa, sähköisissä kytkinlaitteistoissa, palontorjunnassa, solumuovien valmistuksessa sekä aerosoleina ja liuottimina. F-kaasuilla on korvattu otsonikerrosta beikentäviä aineita, joiden käytöstä on luovuttu otsonikerroksen suojelusopimuksen Montrea-lin pöytäkirjan myötä. Fluoratut kasvihuonekaasut eivät tuboa otsonikerrosta, mutta toimivat ilmakehässä jopa tubansia kertoja hiilidioksidia voimakkaampina kasvihuonekaasuina.

Kuvio 1. Suomen kokonaispäästöjen kehitys vuoteen 2015 ja lineaarinen vähennyspolku vuoteen 2050, kun tavoitteena on vähentää 80 % päästöistä



Lähde: Tilastokeskus

tason ja maakohtaiset hiilinielutavoitteet, joista tulee tarkempi esitys tämän kevään kuluessa.

Suomen taakanjakosektorin tavoite vuodelle 2020 oli 16 % vähennys vuoden 2005 tasosta ja ennakkotietojen mukaan Suomi saavuttaa sen. Suomen taakanjakosektorin uudeksi kansalliseksi veloitteeksi vuodelle 2030 EU:n komissio on ehdottanut 39 % vähennystä, mikä on toiseksi tiukin tavoite koko EU:ssa. Suomi saa tosin hyödyntää päästökaupasta joustoa noin 0,67 milj. tonnia kertahankintana. Suomi voi siis ostaa kauden aikana yhteensä 0,67 milj. tonnia päästöoikeuksia ja mitätöidä ne. Tämä määrä luetaan taakanjakosektorin vähennykseksi, eli se keventää tarvittavien toimien määrää taakanjakosektorilla. Myös maankäyttösektorilta voisi saada joustoa, mutta sen käytön säännöt ovat niin epäselvät, että jouston hyödyntämiseen sisältyy riskejä.

Päästöjen vähennysprosentit eivät kerro suoraan millaisista poluista on kysymys. Kuvio 1 esittää Suomen kansallisten päästöjen kehitystä vuodesta 1990 vuoteen 2050 saakka. Päästöt ovat vaihdelleet vuosittain ja kasvoivat aina vuoteen 2004 saakka. Sen jälkeen päästöt ovat laskeneet. Päästöjen 80 % vähennys tarkoittaa, että vuonna 2050 päästöjä saa olla enintään 14 milj. tonnia. Nykyisin toimin päästöt vähenevät vain 35 milj. tonniin, joten ilmastotoimille on tarvetta myös vuoden 2030 jälkeen. Olettaen, että maatalouden hankalasti vähennettävät päästöt ovat 5 milj. tonnia, kaikki muut sektorit saisivat siis päästää yhteensä vain 9 milj. tonnia.

Sipilän hallitus on linjannut toimia, joilla on EU:n määräysten ohella vaikutusta sekä 2020- että 2030-tavoitteiden toteuttamiseen. Hallitus haluaa saavuttaa vuodelle 2020 asetetut tavoitteet etuajassa. Se edellyttää irtaantumista kivihielestä ja öljyn kotimaisen kulutuksen puolittamista vuoteen 2030 mennessä.

Taulukko 1. Päästöoikeuksien suunniteltu alkujako ja arvio päästöoikeuksien tarpeesta

(miljoonaa tonnia CO ₂ -ekvivalenttia)							
<i>Päästökauppakausi 2021–2030</i>	2021	2022	2024	2026	2028	2029	2030
<i>Päästöoikeuksien alkujako</i>	1739	1695	1605	1516	1427	1382	1338
<i>Arvio toteutuvista päästöistä I</i>	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
<i>Vuotuinen ylijäämä I</i>	-61	-105	-195	-284	-373	-418	-462
<i>Kumulatiivinen ylijäämä I</i>	2748	2643	2298	1775	1074	656	194
<i>Arvio toteutuvista päästöistä II</i>	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
<i>Vuotuinen ylijäämä II</i>	39	-5	-95	-184	-273	-318	-362
<i>Kumulatiivinen ylijäämä II</i>	2726	2721	2576	2253	1979	1479	1117

Uusiutuvan energian osuus kasvatetaan 50 prosenttiin. Kehittyneiden liikennepolttonesteiden käyttöä edistetään; energia- ja ilmastostrategia edellyttää 30 prosentin sekoitussuhdetta liikennepolttonesteisiin. Toisaalta fossiilisen turpeen asema energiantuotannossa on päätetty turvata.

Vuoden 2030 tavoitteita ja niiden suhdetta vuoden 2050 aikahorisonttiin tulee tarkastella useista näkökulmista: millaisia ovat kustannukset päästöjen vähentämisestä, kuinka niitä voidaan lieventää, millaisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia globaalisti kiristynvä ilmastopolitiikka luo, ja kuinka Suomen elinkeinoelämää voidaan kehittää parhaalla mahdollisella tavalla. Aloitetaan kustannuksilla.

3. Onko ilmastopolitiikka Suomelle kallista?

Euroopan unionin neljäs päästökauppakausi alkaa 2021. Kun kuluvalle kaudella päästöoikeuksien alkujakoa leikataan vuosittain 1,7 %,

tulevalla kaudella alkujakon leikkuri on 2,2 %. Kuluvan kauden päästöoikeuden hinnan keskiarvo on ollut vajaat 6 euroa/tonni CO₂-ekvivalenttia ja päästöoikeuksien tarve on osoittautunut paljon pienemmäksi kuin vuosittain jaettavien päästöoikeuksien määrä. Olemme arvioineet, että päästöoikeuksia jää käyttämättä kuluvan kauden aikana arviolta vajaa 2300 milj. tonnia CO₂-ekvivalenttia (Aatola ym. 2013, s. 282). Nämä päästöoikeudet jäävät yritysten käyttöön neljännelle kauppakaudelle. Päästöoikeuden hinta on jo useamman vuoden säilynyt 5-7 euron tasolla. Millaiselta tuleva kehitys näyttää, ja onko kaudella 2020–2030 odotettavissa merkittävää kustannuspainetta?

Taulukko 1 esittää alustavan arvion päästöoikeusmarkkinan tulevasta kehityksestä. Sen ylin rivi esittää päästöoikeuksien vuosittaisen alkujakon 2,2 % leikkurin mukaisesti. Toteutuvista päästöistä esitetään kaksi vaihtoehtoista arviota. Niissä oletetaan vuotuiset päästöt vakioksi ajatuksella, että yritykset saavuttavat päästökaton pelkästään *business-as-usual*-toi-

min. Vuosina 2014 ja 2015 EU:n päästökauppa-sektorin raportoidut päästöt olivat jokseenkin tasan 1800 milj. tonnia, joten sitä käytetään ensimmäisenä arviona. Uusiutuvan energian osuus kasvaa kuitenkin koko ajan, joten toinen oletus on, että vuonna 2020 *business-as-usual*-päästöt ovat 1700 milj. tonnia. Kumpaakin oletusta käyttäen on laskettu päästökaupan vuotuinen ylijäämä päästöjen ja liikkeelle laskettujen oikeuksien erotuksena. Kumulatiivinen ylijäämä ottaa huomioon myös päästökauppa-kaudelta 2012–2020 siirtyvän päästöoikeuksien ylijäämän ja kertoo kuinka se muuttuu kauden 2021–2030 aikana.

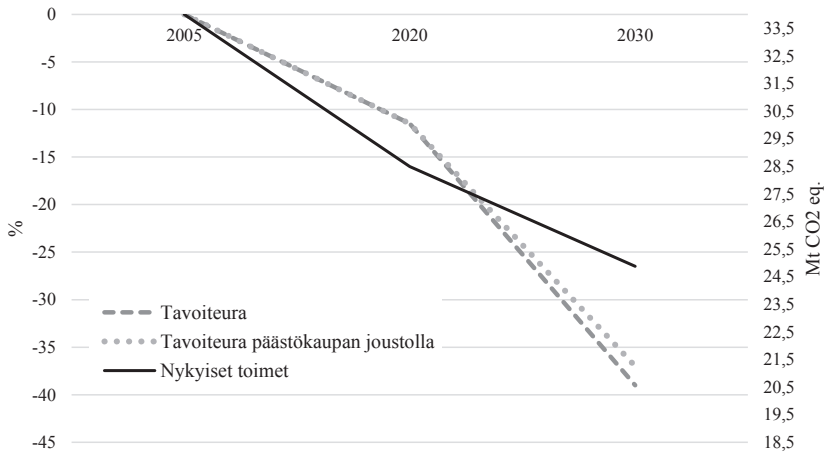
Kummankin päästöjä koskevan arvion valitessa taulukko 1 ennustaa aluksi lievää ja sitten kasvavaa vuotuista alijäämää. Alijäämän kasvu syö asteittain aiempien kausien kumulatiivista ylijäämää, mutta markkina jää joko lievästi (noin 200 milj. tonnia) tai runsaasti (yli 1000 milj. tonnia) ylijäämäiseksi riippuen päästöoletuksesta. Kummassakin tapauksessa ylijäämä vaikuttaa niin merkittävältä, että nykyisestä ilmastopolitiikasta tuskin aiheutuu erityistä painetta päästöoikeuden hintaan. Hintakehitys riippuu sen sijaan merkittävästi vuoden 2030 jälkeisistä odotuksista. Knopf ym. (2014) tutkivat, millaiselle tasolle päästöoikeuden hinnan tulisi asettua, jotta päästökauppa ohjaisi investointeja hiilivapaaseen teknologiaan. Useiden kokonaistaloudellisten mallien arvio tarvittavasta hintatasosta, kun EU:ta sopeutetaan kohti 2050 tavoitetta, on vuonna 2020 noin 25 euroa ja vuonna 2030 jo 35 euroa. Vertailun vuoksi Tol (2012) tarjoaa meta-analyysin julkaistuista ilmastohaittaa koskevista arvioista ja päätyy keskimääräiseen arvoon 32 euroa tonnilta.

Päästökauppa ei siis aiheuta kotimaiselle prosessiteollisuudelle merkittävää suoraa kus-

tannuspainetta. Metsä- ja metalliyritykset saavat runsaan ilmaisen alkujaon ja erityisesti metsäteollisuus on ollut merkittävä päästöoikeuksien myyjä koko päästökaupan voimassaoloajan. Entä epäsuora vaikutus, joka syntyy päästöoikeuden hinnan siirtymisestä sähkön hintaan pohjoismaisella sähkömarkkinalla? Alhainen päästöoikeuden hinta merkitsee sinänsä suhteellisen pientä nousupainetta sähkön hintaan. Lisäksi sähkömarkkina on murroksessa ja uusiutuvan energian osuuden kasvu on laskenut sähkön tukkuhintaa pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Kun tukkusähkön keskimääräinen hinta vuonna 2010 oli 53,06 euroa/MWh, se on vuodesta 2014 lähtien ollut alle 30 euroa/MWh (vuonna 2014 29,61 €, 2015 20,98 € ja 2016 26,91 €) (Nordpool 2017). Päästökaupan nykyinen alhainen kustannusrasitus käy hyvin ilmi myös kyselytutkimuksettamme päästökaupan piirissä oleville yrityksille: vastaajien mielestä ilmastopolitiikka ei ole juurikaan nostanut kustannuksia, eikä vastaajilla ollut havaintoja hiilivuodosta muualle (ks. tarkemmin Heikkinen ja Ollikainen 2015). OECD on tutkinut erikseen hiilivuotoa ja todennut sen olleen vähäistä koko EU:n tasollakin (Lanzi ym. 2015).

Päästöoikeuden ja sähkön hinnan ohella Suomen päästökauppa-sektoriin vaikuttavat myös Sipilän hallitusohjelman suunnitelmat kivihiilen käytön kiellosta, joita tosin on hie- man lievennetty energia- ja ilmastostrategiassa. Lauhdesähköä tuottaa Suomessa vain muutama vanheneva laitos. Niiden käyttö on erittäin vähäistä kulutushuippujen ulkopuolella ja vähenee entisestään, kun Olkiluoto 3 kytetään valtakunnan verkkoon. Hiilellä on lauhdetuotantoa suurempi rooli yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannossa. Hiiltä voidaan korvata ennen muuta maalämmöllä ja bioenergialla.

Kuvio 2. Suomen taakanjakosektorin päästöt nykytoimin ja vähennystarve vuoteen 2030



Hallitusohjelma tosin mahdollistaa myös fossiilisen turpeen käytön lisäämisen. Yhdistetyllä sähkön ja lämmön tuotannolla on ollut erityistä merkitystä sähkön kulutushuippujen tasaajana. Helsingin kaupungin energialaitos Helen on suurin hiiltä käyttävä laitos, joten Helsingin energiaratkaisut ovat tärkeitä hahmottamaan yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon tulevaa suuntaa. Koska sähkön hinta on ollut alhainen, ilmassa on lieviä merkkejä lämpömarkkinan eriytymisestä sähkömarkkinoista.

Kuinka hallituksen esittämää kivihiilen kieltoa tulisi ajatella? Ilmastollisesta näkökulmasta on syytä todeta ensiksi, että kivihiilen ajaminen alas Suomessa tarkoittaa sitä, että muiden maiden kuormittajat voivat käyttää säästyneet päästöoikeudet toisaalla, joten välitöntä globaalia ilmastohyötyä päätöksestä ei koidu. Päätös synnyttää kyllä mainehyötyjä ja mahdollisesti uusia kehityskulkuja kotimaisella energiamarkkinalla. Mainehyödyt ovat olleet positiivisia – Suomi on saanut päätöksestään runsaasti kansainvälistä huomiota. Se, kuinka

luoviin ratkaisuihin yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannossa lopulta päädytään, osoittaa, kuinka perusteltu hallituksen toive kivihiilen kiellon kirvoittamista puhtaista ratkaisuista on.

Toisin kuin päästökaupasektorin, taakanjakosektorin päästöjen vähentäminen on kansallisen politiikan piirissä. Kansallisen politiikan velvoitteena on vuoden 2030 päästötavoitteen saavuttaminen. Energia- ja ilmastostrategian mukaan (TEM 2017) se edellyttää vajaan 6 milj. tonnin vähennystä päästöihin. Olen laskenut kuvioon 2 EU:n edellyttämän taakanjakosektorin päästöjen lineaarisen vähennyspolun vuodesta 2016 aina vuoteen 2030. Siihen on myös kuvattu päästöjen ennustettu kehitys ilman politiikkaa sekä puhdistuksen tarve, kun Suomelle sallittu 0,67 milj. tonnin kerta-luonteinen jousto, eli päästöoikeuksien käyttö, otetaan huomioon.

Kuvion 2 arviot osoittavat, että alkuvuosina Suomi on nykyisin toimin selvästi vähennysuran alapuolella, mutta loppua kohden lisätoimien tarve kasvaa aina 6 milj. tonniin saak-

Taulukko 2. Suomen taakanjakosektorin päästöt ja subde muihin päästösektoreihin

	2005	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Energia</i>	24,5	23	21,9	23,3	22,4	22,5
<i>Muut kuin liikenne</i>	10,8	9,4	9	9,8	9,2	9,5
<i>Liikenne</i>	13,7	13,6	12,9	13,4	13,2	13
<i>Teollisuusprosessit</i>	2,8	2,9	2	1,7	1,6	1,5
<i>Kemian teollisuus</i>	1,7	1,7	0,9	0,3	0,3	0,3
<i>F-kaasujen käyttö</i>	0,9	1,1	0,9	1,2	1,1	1
<i>Maatalous</i>	5,8	5,9	5,8	6	5,9	5,8
<i>Jätteiden käsittely</i>	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1
<i>Kaatopaikat</i>	2	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
<i>Taakanjakosektori yhteensä</i>	35,6	34	31,7	33,2	31,9	31,9
<i>Päästökauppasektori</i>	33,1	36,2	34,4	41,3	35,1	29,5
<i>Päästöt yhteensä pl. LULUCF</i>	68,7	70,2	66,1	74,5	67	61,4
<i>LULUCF-sektori</i>	-29,9	-29,6	-39,3	-24,6	-24,6	-24,8

Lähde: Ilmastopaneeli (2016)

ka. Vuoden 2023 jälkeen tarvitaan lisääntyvästi aktiivisia ilmastotoimia. Tällöin kysymykseksi nousee: mihin sektoreihin toimenpiteet on järkevintä kohdistaa? Päästövähennyspotentiaalın arvioimiseksi taakanjakosektorin päästöt on esitetty taulukossa 2. Vertailun vuoksi taulukon kaksi alinta riviä esittävät päästökauppasektorin päästöt ja kokonaispäästöt.

Taulukon 2 nojalla on helppo päätellä, että liikenteen päästöjen vähentäminen on ratkaisevan tärkeää Suomen 2030 tavoitteiden saavuttamisessa ja tiellä kohti hiilivapaata Suomea. Liikenteestä etsitään noin 3 milj. tonnin päästöjen laskua, eli yli puolta tarvittavasta vähennyksestä. Biopolttoaineiden päästövähennysrooliksi on laskettu liikenteessä ja asu-

misessa yhteensä 2,7 milj. tonnia. Energia- ja ilmastostrategian mukaan keskeinen keino saavuttaa liikenteen tavoitteet on kasvattaa biopolttoaineiden osuus 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Biopolttoaineilla leikataan myös asuntojen öljylämmityksen päästöjä (10 % sekoitussuhde lämmitysöljyssä) ja raskaiden työkoneiden päästöjä (10 % sekoitussuhde polttoaineessa). Yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa lisätään hakkeen käyttöä. Energia- ja ilmastostrategian keskeisin keino on metsäbiomassan käytön kaikinpuolinen lisääminen mukaan lukien hakkuutähteiden ja kantojen hyödyntäminen.

Taakanjakosektorin kustannusten kannalta keskiössä ovat liikenteen ratkaisut. On selvää,

että Suomi tarvitsee ilmastokestävää biopolttoainetta liikenteen päästöjen rajoittamiseen ja muita toimia täydentämään tätä vähennyskeinoja. Nykyinen biopolttoaineiden tuotanto perustuu jätteeseen ja metsäteollisuuden sivutuotteisiin, mutta tuotantoa tulee kasvattaa merkittävästi (energia- ja ilmastostrategian kokonaistavoite on 12,8 TWh/vuosi ja uuden kapasiteetin tarve on 7 TWh/vuosi). Puolet tarvittavasta biopolttoaineen tuotannon lisäyksestä voitaneen tuottaa kestävästi jätteistä, mutta loput on tarkoitus tuottaa kasvattamalla puun käyttöä arviolta 3–4 milj. kiintokuution verran. Ilmastotutkimus kuitenkin varoittaa kantojen poltosta (Liski ym. 2013) ja ainespuun käytöstä biopolttoaineiden tuottamiseen (Sepälä ym. 2015). Myös luonnon monimuotoisuuden säilymisen suhteen on esitetty huolia. Voimme kvalitatiivisesti arvioida, että puunkäytön merkittävä lisääminen kaavailtujen investointitukien avulla lisää kilpailua energia- ja ainespuun kesken, nostaa puun hintaa, kasvattaa perinteisen metsäteollisuuden kustannuksia ja nostaa siten myös puusta valmistettavan biopolttoaineen hintaa. Eikä sivuuttaa voi sitä riskiä, että Suomi ei saavuta EU:n sille lähiaikoina määrittämää hiilinielun tasoa.

Liikenteen päästöjen rajoittamiseen liittyy siis pohdittavaa. Voisiko vahvempi suuntautuminen sähköisen liikenteen edistämiseen ja julkisen liikenteen tehostamiseen taajamissa olla suositeltava keino välttää tai vähentää ilmastollisesti kyseenlaista puun käyttöä? Ennusteet sähköisen autoilun kehityksestä viittaavat siihen, että vuoteen 2025 mennessä sähköautosta tulee edullisempi kuin perinteisestä polttomoottoriautosta. Lisäksi liikenteen palvelumallit ovat murrosvaiheessa ja kaupunkien julkinen liikenne sähköistyy. Tavoitteena on myös liikenneverkon parantaminen yksityisen

liikennesuorituksen vähentämiseksi. Taloustieteellisestä näkökulmasta katsottuna tarvitaan kannustimia puhtaamman autoteknologian kehittämiseen, vähäpäästöisten autojen ostopäätöksiin ja ajosuorituksen vähentämiseen. Yksi ohjauskeino ei riitä hoitamaan kaikkia tavoitteita.⁴ Fossiilisiin käyttövoimiin perustuvan autokannan ja polttoaineiden verottaminen päästöjen mukaan sekä sähköisen autoilun tukeminen 2020-luvulla voisi tuottaa kestävämmän ja lopulta taloudellisesti tehokkaamman ratkaisun liikenteen päästöjen vähentämiseen. Lisäksi sähköautojen latausjärjestelmät ja akut voidaan liittää osaksi energiajärjestelmän kysynnänjoustoja tasaamaan kysyntähuippuja.

Energia- ja ilmastostrategian kansantaloudelliset vaikutukset on laskettu lähinnä taakanjakosektorin päästöjen vähentämisen ja energian tuotannon rakenteen muutosten pohjalta. Bruttokansantuotteen termein BKT jää perusurastaan 0,59 % vuonna 2030; suurin negatiivinen vaikutus kohdistuu vientiin (TEM 2017, 90–92). Arvioissa on kuitenkin vielä paljon tarkennettavaa, koska energia- ja ilmastostrategia jäi monin osin yleiseksi, ja sitä tarkennetaan Ilmastolain edellyttämän keskipitkän aikavälin ilmasto-ohjelman valmistuessa ke-

⁴ Ympäristöohjauksen näkökulmasta voidaan arvioida myös ministeri Bernerin liikennettä koskevaa ehdotusta. Autoverotuksen poistaminen olisi suosinut suuria ja runsaspäästöisiä autoja, joiden hankintaa on hillitty korkeilla veroilla. Polttoaineveron lasku olisi puolestaan lisännyt ajosuoritetta. Toisaalta autokannan nopeampi uudistuminen olisi vähentänyt vanhan autokannan päästöjä. Valmistelussa ei ole laskettu kumpi vaikutus olisi dominoinut. Autoveron poistaminen olisi lisäksi bankaloittanut sähköisen liikenteen edistämistä, koska siihen olisi pitänyt rakentaa uusi järjestelmä. Tiestön kuluminen ja verotulojen kerääminen on oma teemansa, joka menee tämän kirjoituksen ulkopuolelle.

vään 2017 aikana. Oletettavasti arvio kustannuksista pienenee.

Jos BKT:n menetys tuntuu nyt suurelta, kannattaa muistaa, että vuoteen 2030 mennessä tehdään niin sanottuja helppoja päästövähennyksiä, joiden kustannukset eivät ole kovin suuria. Jatkossa Suomen tulee vähentää päästöjä merkittävästi enemmän ja korkeammilla kustannuksilla. Toisaalta, jos koko vaadittu 6 milj. tonnia voitaisiin nyt vähentää päästökaupan hintatasolla, suora kustannus olisi vain 36 milj. euroa. Taakanjakosektorin yksittäisten päästövähennystoimien kustannukset liikkuvat arviolta 20 eurosta ainakin 250 euroon tonnilta, joten suorat kustannukset ovat merkittävästi korkeammat kuin päästökauppasektorilla rajakustannusten suuren eron vuoksi. Kun EU:ssa päätettiin 2030 tavoitteista, Suomi ei huolehtinut omasta edustaan, kun se ei ajanut aktiivisesti suurempaa vähennysvelvoitetta (halvempaan) päästökauppasektoriin ja pienentänyt (kalliimpaan) taakanjakosektoriin kohdistunutta painetta.

4. Pariisin sopimuksen mahdollisuudet – ja Suomen kyky tarttua niihin

Pariisin ilmastopöytäkirja on Suomelle suuri mahdollisuus lisätä puhtaan teknologian vientiä, erityisesti uusiutuvan energian, energiatehokkuuden, varastointiteknologian kehittämisen ja älykkäiden järjestelmien osalta. Onko Suomella valmiuksia vastata kasvavaan kysyntään, ja onko meillä kilpailukykyinen cleantech-ala, joka kykenee tarttumaan Pariisin sopimuksen tarjoamiin uusiin mahdollisuuksiin?

Ilmastopaneelin selvityksessä tarkasteltiin Suomen cleantech-alan kehitystä tilastollisten ja taloudellisten tunnuslukujen valossa (Olli-

kainen ym. 2016; Berghäll 2016). Tarkastelun mukaan cleantech-alan menestys on ollut hyvä, kun ottaa huomioon Suomen heikon kokonaistaloudellisen kehityksen. Valitettava tosiasia kuitenkin on, että cleantechin vientimenestys ei ole vastannut sille asetettuja odotuksia. Vaikka globaali kysyntä on kasvanut keskimäärin 8 prosentin vuosivauhtia, cleantech-yrityksemme eivät ole hyötäneet siitä samassa suhteessa. Pienten ja keskisuurten yritysten ongelmat – erityisesti heikko kannattavuus – ovat säilyneet samana aina 2007 lähtien. Cleantech-ala on itse asiassa keskittynyt noin kymmenen suurimman yrityksen harteille. Uusien yritysten merkittäviä läpimurtoja alalle ei ole tapahtunut.

Ilmastopaneelin selvityksen mukaan yksi selitys heikolle vientimenestykselle on cleantech-alan rakenne. Pääosa cleantech-yrityksistä on teknologiateollisuudessa ja tuottaa ennen muuta investointihyödykkeitä ja niihin liittyviä palveluja. Nämä yritykset kohtaavat samat rakenne- ja suhdanneongelmat kuin pääosa muustakin vientiteollisuudestamme. Kun kansainväliset investoinnit ovat taantumassa, kysyntää ei yksinkertaisesti ole. Suomen talouden rakenteen yksipuolisuus hidastaa siis myös cleantech-alan kehitystä. Toinen hidaste on kova kilpailu. Puhtaatkin yritykset tarvitsevat kustannuskilpailukykyä ja se riippuu siitä, kuinka koko kansantalouden kilpailukyky kehittyy.

Ylläesitetyn analyysin valossa energia- ja ilmastopolitiikan tulisi edistää paitsi päästöjen vähentämistä myös kotimaista cleantech-alaa vastaamaan kysynnän kasvua. Pohjoismaisessa vertailussa Suomen suhteelliseen etuun on luettu energiatehokkuus, bioenergia, mittaus- ja monitorointilaitteet ja cleantech-ICT. Yritystasolla Suomen suhteellinen bioenergiaetu liittyy sellu- ja paperiteollisuuteen. Muissa Pohjoismaissa etu liittyy tuuleen, veteen, geotermiseen

energiaan, vesivoimaan, aurinkoon tai jätteen energiakäyttöön (Norden 2012). Ilmasto-paneelin selvityksen (Berghäll 2016) mukaan Suomen paljastettu teknologinen etu (maan patentit suhteessa alan patenteihin) liittyy ennen muuta ICT-teknologiaan, vaikka trendi onkin ollut laskeva. Nousevia aloja Suomessa ovat lääke- ja bioteknologia. Kotiranta ym. (2015) korostavat, että digitalisaatio on mullistamassa palveluita ja luo mahdollisuuksia myös kuluttajamarkkinoiden nopeaan kasvuun. Palvelumalleilla voi olla merkittävä rooli kasvualueilla, kuten cleanweb, älykkäät kaupungit, teollinen internet ja kuluttaja-cleantech. Myös tieto- ja viestintäteknologian rooli on palvelupohjaisen cleantechin nousussa keskeinen.

Suomen tulisi siis osata vastata lisääntyvään puhtaiden teknologioiden kysyntään edistämällä yllämainittuja vahvuusiamme ja mahdollisuuksiamme. Energia- ja ilmastostrategian ytimessä on biopolttoaineiden tuotannon edistäminen. Strategia sisältää viittauksia energiatehokkuuden edistämiseen ja mainintoja hajautetun uusiutuvan energian edistämiseen sekä liikenteen osalta yhdyskuntarakenteen kehittämiseen. Jälkimmäisten seikkojen osalta Ilmasto-paneeli on ehdottanut, että Suomi ryhtyy cleantech-demonstraatioalueiden luomiseen välittömästi cleantech-strategian (TEM 2014) ja esimerkiksi Smart & Clean -säätöön hahmotusten mukaisesti.

Edellä todettiin, että jätteiden ja tähteiden käyttöä biopolttoaineiden tuotannossa pidetään yleisesti ilmastokestävänä, mutta puun käyttö biopolttoaineiden ja -energian tuotannossa ei ole kestävä. Millaiselta voimakas painotus biopolttoaineisiin näyttää cleantechin näkökulmasta? Investointitarpeeksi energia- ja ilmastostrategia arvioi 1,5 mrd. euroa. Julkisen vallan investointituen suuruudesta ei ole tark-

kaa tietoa, mutta sen osuus voi olla jopa puolet. Sähköisen liikenteen edistämiseen on varattu 100 milj. euron mahdollinen tuki.

Toki rahoituspäätökset ovat tulevien hallitusten asia, mutta korostus lienee selvä. Sähköinen liikenne ja siihen liittyvät ratkaisut edustavat kehittyvää puhdasta teknologiaa. Puusta valmistettavan biopolttoaineen ja muutoinkin biopolttoainepolitiikan osalta Suomi on jäämässä maailmassa yksin. Keski-Eurooppa tähtää sähköön, Saksassa puhutaan jopa polttomootoriautojen tuotannon kieltämisestä ja dieselin käyttö on vastatuulella jo pelkätään sen aiheuttamien paikallisten ilmanlaatu-ongelmien vuoksi. Kehityssuunnat ovat siis vastakkaiset, eikä kotimainen korostus edistä uuden teknologian kehittämistä. Suomalainen politiikka ei näiltä osin ole cleantechiä edistävää ja vientiä luovaa.

Kannattaa myös pohtia, onko metsäteollisuuden jätteiden totaalinen kohdistaminen biopolttoaineisiin biotalouden ytimessä olevan biojalostamo-konseptin mukainen. Biojalostamon perusideana on koota perinteisen metsäteollisuuden ympärille sivu- ja jätejakeiden jalostamiseen liiketoimintaa, joka kohtaa kuluttajapintaa uusilla tuotteilla (kun pääosa metsäteollisuuden tuotannosta on business-to-business-toimintaa). Kemianteollisuus, lääketieteellisyys ja elintarviketeollisuus kuuluvat niihin aloihin, jotka voisivat tuottaa korkeajalosteisia tuotteita kuluttajien rajapintaan ja joilla Suomella on arvioitu olevan suhteellinen etu. Tässäkin suhteessa biopolttoainetavoitteen laskeminen tuntuisi järkevältä ja proaktiivisemmalta puhtaiden ratkaisujen edistämiseltä.

5. Lopuksi

Pariisin sopimus merkitsee globaalisti kahta asiaa: päästöjen rajoittamista ja globaalien talouden rakennemuutosta vähähiiliseen suuntaan. Jälkimmäinen tarve luo kysyntäpaineen puhtaisten teknologioiden ratkaisuille. Elämme siis murroksessa, jossa vaihtoehtoiset ratkaisut murtautuvat asteittain talouden valtavirraksi. Suomen edellytykset edistää uusia puhtaita ratkaisuja ovat erinomaiset. Suomen energia- ja ilmastopolitiikassa on kuitenkin edelleen tarvetta parantaa ratkaisujen ilmastokestävyyttä ja kykyä edistää monipuolisesti puhtaita ratkaisuja. Energia- ja ilmastopolitiikan ohella tarvitaan myös kauas katsovaa elinkeinopolitiikkaa. Sen tarkastelu jää toiseen kertaan. □

Kirjallisuus

- Aatola, P., Marjamaa, E., Ollikainen, M. ja Ollikka, K. (2013), ”Euroopan unionin päästöoikeuskauppa ja ilmastopolitiikka”, *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 109: 275–288.
- Averchenkova, A. ja Bassi, S. (2016), *Beyond the targets: assessing the political credibility of pledges for the Paris Agreement*, Policy brief, February 2016, Grantham Institute on Climate Change and the Environment ja Centre for Climate Change Economics and Policy.
- Berghäll E. (2016), *Suomen cleantech: nykyinen laajuus ja kehitysmahdollisuudet tilastojen valossa*, Ilmastopaneelin raportti 4/2016.
- Carbon Tracker Initiative (2015), *Unburnable Carbon – Are the world’s financial markets carrying a carbon bubble?*, <http://www.carbontracker.org/resources> (viitattu 25.1.2017).
- Gaia Consulting Oy (2015), *Energiasektorin cleantech-teknologioiden vaikutukset ja mahdollisuudet*, loppuraportti 15.5.2015.
- Global Carbon Project (2016), *An Annual Update of the Carbon Budget and Trends*, <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/index.htm> (viitattu 25.1.2016).
- Heikkinen P.-M. ja Ollikainen, M. (2015), ”Päästökauppabarometri 2014 – Suomalaiset yritykset ja Euroopan unionin päästöoikeuskauppa”, *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 111; 503–524.
- International Energy Agency (2016), *20 years of carbon capture and storage - Accelerating future deployment*, http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/20YearsofCarbonCaptureandStorage_WEB.pdf (viitattu 25.1.2017).
- Ilmastolaki, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150609> (viitattu 25.1.2017).
- Ilmastopaneeli (2016), *Muistio ympäristöministeriölle keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaan*, <http://www.ym.fi/Ilmastosuunnitelma2030> (viitattu 25.1.2017).
- Kelly, S., Zhiyi Yeo, J., Coburn, A., Copic, J., Crawford-Brown, D., Foley, A., Neduv, E. ja Ralph, D. (2015), ”Climate Change and Investor Sentiment Shock: stress testing financial portfolios”, Centre for Risk Studies, Technical report, <http://www.risk.jbs.cam.ac.uk/> (viitattu 18.1.2016).
- Knopf, B., Koch, N., Grosjean, G., Fuss, S., Flachsland, C., Pahle, M., Jakob, M., ja Edenhofer, O. (2014), ”The European Emissions Trading System (EU ETS): Ex-Post Analysis, the Market Stability Reserve and Options for a Comprehensive Reform”, Nota di Lavoro 79.2014, Fondazione Eni Enrico Mattei, <http://www.feem.it/userfiles/attach/2014922100374NDL2014-079.pdf> (viitattu 25.1.2017).
- Kotiranta, A., Tahvanainen, A., Adriaens, P. ja Ritola, M. (2015), ”From cleantech to cleanweb – The Finnish cleantech space in transition”, ETLA reports No 43.

- Lanzi, E., Mullaly, D., Chateau, J. ja Dellink, R. (2013), "Addressing Competitiveness and Carbon Leakage Impacts Arising from Multiple Carbon Markets: A Modelling Assessment", OECD Environment Working Papers, No. 58.
- Nelson, D., Hervé-Mignucci, M., Goggins, A., Szambelan, S., Vladeck, T. ja Zuckerman, J. (2014), *Moving to a Low-Carbon Economy: The Impact of Policy Pathways on Fossil Fuel Asset Values*, Climate Policy Initiative, CPI Energy Transition Series October 2014.
- Liski, J., Kaasalainen, S., Raumonon, P., Akujärvi, A., Krooks, A., Repo, A. ja Kaasalainen, M. (2013), "Indirect emissions of forest bioenergy: detailed modeling of stump-root systems", *Global Change Biology Bioenergy*, Doi: 10.1111/gcbb.12091.
- Norden (2012), *Strategic global marketing of Nordic cleantech clusters and competencies*, tekijät Andersson, M., Tamanini, J., Asplund, C. ja Fransson, M., Nordic Council of Ministers, Nordic Innovation.
- Nordpool (2017), *Elspot day-ahead system price*, <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/SYS1/Yearly/?view=table> (viitattu 27.1.2017).
- Ollikainen, M., Airaksinen, M., Seppälä, J. ja Berghäll E. (2016), *Puhtaan teknologian ratkaisut ja ilmasto*, Ilmastopaneelin raportti 3/2016.
- Seppälä J., Kanninen M., Vesala, T., Uusivuori, J., Kalliokoski, T., Lintunen, J., Saikku, L., Korhonen, R. ja Repo A. (2015), *Metsien hyödyntämisen ilmastovaikutukset ja hiilinielujen kehittyminen*, Ilmastopaneeli, Raportti 3/2015.
- TEM (2014), *Valtioneuvoston strategia cleantech-liiketoiminnan edistämisestä*, http://www.oulu.fi/sites/default/files/content/TEM_valtioneuvoston_strategia_cleantech-liiketoiminnan_edistamisesta_06052014_0.pdf (viitattu 25.1.2017).
- TEM (2017), *Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030*, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia 4/2017.
- Tol, R.S.J. (2012), "The uncertainty about the total economic impact of climate change", *Environmental and Resource Economics* 53, 97–116.