

Vihreät toimet – ilmastopolitiikan vaikutuksia työllisyyteen

Tero Kuusi, Johanna Pohjola, Tuuli Kaskinen, Ville Kaitila, Santtu Karhinen,
Antti Kauhanen, Jussi Lintunen, Tapio Reinikainen, Hannu Savolainen,
Otso Sillanaukee, Henrik Suikkanen

VALTIONEUVOSTON SELVITYS- JA
TUTKIMUSTOIMINNAN JULKAISUSARJA 2021:22

tietokayttoon.fi

Vihreät toimet – ilmastopolitiikan vaikutuksia työllisyyteen

Tero Kuusi, Johanna Pohjola, Tuuli Kaskinen, Ville Kaitila,
Santtu Karhinen, Antti Kauhanen, Jussi Lintunen, Tapio Reinikainen,
Hannu Savolainen, Otso Sillanaukee, Henrik Suikkanen

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Valtioneuvoston kanslia

© 2021 tekijät ja valtioneuvoston kanslia

ISBN pdf: 978-952-383-233-6

ISSN pdf: 2342-6799

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2021

Vihreät toimet – ilmastopolitiikan vaikutuksia työllisyyteen

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:22

Julkaisija Valtioneuvoston kanslia

Tekijä/t Tero Kuusi*, Johanna Pohjola**, Tuuli Kaskinen***, Ville Kaitila*, Santtu Karhinen**, Antti Kauhanen*, Jussi Lintunen*, Tapio Reinikainen**, Hannu Savolainen**, Otso Sillanaukee***, Henrik Suikkanen*** (Etlä, **SYKE, ***Demos Helsinki)

Kieli Suomi **Sivumäärä** 200

Tiivistelmä

Tässä raportissa arvioimme ilmastopolitiikan vaikutuksia työllisyyteen. Tavoitteena on tarjota keinoja, joilla kunnianhimoinen ilmastopolitiikka on yhdistettävissä samanaikaisesti kunnianhimoisiin työllisyystavoitteisiin. Tunnistamme ilmastopolitiikan ja työllisyyden mahdollisia positiivisia yhteyksiä, mutta myös negatiivisia vaikutuskanavia ja riskejä. Aiheen poikkeuksellinen laajuus vaatii työn jakamista alateemoihin, joita ovat (i) ilmastopolitiikan työllisyysvaikutusten mekanismien tutkimus, (ii) ilmastonmuutoksen hillinnässä käytettyihin (vihreisiin) tuotteisiin liittyvät innovaatio-, sääntely- ja kansainvälisten markkinoiden kysymykset sekä (iii) julkisen investointien ja työmarkkinatoimien rooli. Kaikkia tutkimusteemoja lähestytään poikkitieteellisesti, hyödyntäen kvantitatiivisia aineistoja ja taloudellisia ja tilastollisia malleja sekä kvalitatiivisia haastattelu- ja kyselymenetelmiä. Lisäksi hanke toteutettiin tiiviissä vuorovaikutuksessa yhteiskunnallisten sidosryhmien kanssa.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että ilmastopolitiikan aiheuttaman rakennemuutoksen aikaisia työvoiman siirtymiä on pyrittävä tukemaan työvoimapolitiikalla ja työmarkkinoiden toimintaa ylläpitämällä ja kehittämällä. Keskimääräisen koulutusasteen nostolla voidaan tukea työllisyyttä, mutta myös ilmastokriisin ratkaisuihin liittyvää osaamista tarvitaan. Samalla työllisyyttä voidaan tukea siirtämällä verotuksen painopistettä työn verotuksesta ympäristöhaittoja aiheuttavan tuotannon ja kulutuksen verotukseen. Myös julkiset investoinnit helpottavat työllisyyspainetta energiamurroksen siirtävävaiheessa. Osaltaan työllisyyskehitykseen voidaan vaikuttaa myös tukemalla kilpailukykyistä, markkinamenestykseen johtavaa innovaatiotoimintaa vihreissä tuotteissa. Se edellyttää tehokkaita T&K-panoksia, yhteistyötä ja kehittyvien markkinoiden tuntemusta.

Klausuuli Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa. (tietokayttoon.fi) Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

Asiasanat tutkimus, tutkimustoiminta, työllisyys, ilmastonmuutoksen hillintä, rakennemuutos, talouskasvu, innovaatiot, kansainvälinen kauppa, ympäristötiede, taloustiede, kokonaistasapainomalli, gravitaatiomalli, haastattelututkimus

ISBN PDF 978-952-383-233-6

ISSN PDF 2342-6799

Julkaisun osoite <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-233-6>

Gröna åtgärder – klimatpolitikens effekter på sysselsättningen

Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 2021:22

Utgivare Statsrådets kansli

Författare Tero Kuusi*, Johanna Pohjola**, Tuuli Kaskinen***, Ville Kaitila*, Santtu Karhinen**, Antti Kauhanen*, Jussi Lintunen*, Tapio Reinikainen**, Hannu Savolainen**, Otso Sillanaukee***, Henrik Suikkanen*** (Etlä, **SYKE, ***Demos Helsinki)

Språk Finska **Sidantal** 200

Referat

I den här rapporten utvärderar vi klimatpolitikens effekter på sysselsättningen. Målet är att erbjuda medel, med vilka ambitiös klimatpolitik kan kombineras med samtidiga ambitiösa sysselsättningsmål. Vi identifierar eventuella positiva samband mellan klimatpolitik och sysselsättning, men även negativa inflytandekanaler och risker. Ämnets exceptionella omfattning kräver att arbetet indelas i underteman, vilka är (i) undersökning av mekanismerna bakom klimatpolitikens sysselsättningseffekter, (ii) frågor som gäller innovation, reglering och internationella marknader och som är förknippade med (gröna) produkter som används i stävandet av klimatförändringen samt (iii) de offentliga investeringarnas och arbetsmarknadsåtgärdernas roll. I alla forskningsteman används ett tvärvetenskapligt angreppssätt, genom att utnyttja kvantitativa data och ekonomiska och statistiska modeller samt kvalitativa intervju- och enkätmetoder. Därtill förverkligades projektet i nära samarbete med samhällseliga intressentgrupper.

Undersökningens resultat ger vid handen att de förskjutningar i arbetskraften, som förorsakats av den strukturförändring som klimatförändringen gett upphov till, bör man sträva till att stöda med arbetskraftspolitik och genom att upprätthålla och utveckla arbetsmarknadernas funktion. Genom att höja den genomsnittliga skolningsnivån kan man stöda sysselsättningen, men det behövs även kunskaper som är förknippat med klimatkrisens lösningar. Samtidigt kan sysselsättningen stödas genom att förflytta beskattningens tyngdpunkt från beskattning av arbetet till beskattning av produktion och konsumtion som förorsakar miljöolägenheter. Även de offentliga investeringarna lättar på sysselsättningsstrycket under energiomställningens övergångsskede. Till en del kan man även inverka på sysselsättningsutvecklingen genom att stöda konkurrenskraftig innovationsverksamhet i gröna produkter, som leder till marknadsframgång. Det förutsätter effektiva FoU-insatser, samarbete och kännedom om marknader i utveckling.

Klausul Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan. (tietokayttoon.fi) De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

Nyckelord forskning, forskningsverksamhet, sysselsättning, stävande av klimatförändringen, strukturförändring, ekonomisk tillväxt, innovationer, internationell handel, miljövetenskap, nationalekonomi, allmän jämviktsmodell, gravitationsmodell, intervjuundersökning

ISBN PDF 978-952-383-233-6

ISSN PDF 2342-6799

URN-adress <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-233-6>

The effects of climate policy on employment: A Finnish perspective

Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2021:22

Publisher Prime Minister's Office

Authors Tero Kuusi*, Johanna Pohjola**, Tuuli Kaskinen***, Ville Kaitila*, Santtu Karhinen**, Antti Kauhanen*, Jussi Lintunen*, Tapio Reinikainen**, Hannu Savolainen**, Otso Sillanaukee***, Henrik Suikkanen*** (Etna, **SYKE, ***Demos Helsinki)

Language Finnish **Pages** 200

Abstract

In this report, we evaluate the effects of climate policy on employment from the Finnish perspective. The aim is to analyse how ambitious climate policy can be joined with concurrent ambitious employment objectives. We identify the potential positive connections between climate and employment policies, but also conceivable negative channels and risks. The exceptional scope of the topic requires dividing the work into subthemes: (i) the mechanisms of the employment effects caused by climate policy; (ii) the issues pertaining to the innovation, regulation and international markets of products used to mitigate the climate change; and (iii) the roles of public investment and labour market measures. We use a mixed-method approach that combines quantitative data, general equilibrium macroeconomic modelling and statistical analysis with qualitative interviews and surveys. Moreover, the project included close interactions with societal stakeholder groups.

The report shows that labour transitions during the structural change caused by climate policy must be supported through labour market policies and the maintenance and development of the functioning of the labour market. Raising the average level of education supports employment, but skills related to solutions to the climate crisis are also needed. Meanwhile, employment can be supported by shifting the focus of taxation from labour to environmentally harmful production and consumption. Public investment will also ease employment pressures during the transition phase of the energy transition. Competitive innovation in green products leading to market success can generate supporting positive economic and environmental impacts. However, it requires efficient R&D investments, cooperation and knowledge of emerging markets.

Provision This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research. (tietokayttoon.fi) The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.

Keywords research, research activities, employment, climate change mitigation, structural change, economic growth, innovations, environmental science, economics, general equilibrium model, gravity model, interview survey

ISBN PDF 978-952-383-233-6

ISSN PDF 2342-6799

URN address <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-233-6>

Sisältö

Raportin tiivistelmä	8
Toteutus	8
Keskeiset tulokset	10
Politiikkasuositukset.....	14
Report summary	19
Implementation	19
Key findings.....	21
Policy recommendations.....	24
1 Johdanto	28
2 Ilmastopolitiikan työllisyysvaikutukset	31
2.1 Taustaa.....	32
2.2 Keskeiset mekanismit: mallinnuksen näkökulma	34
2.2.1 Mallilaskelmien metodologia ja skenaariot.....	34
2.2.2 Keskeiset mekanismit GTAP-mallissa	43
2.2.3 GTAP skenaariotarkastelujen tuloksia	45
2.3 Ilmastopolitiikan synnyttämä ammattirakenteen ja osaamistarpeiden muutos: haastattelututkimus	56
2.3.1 Haastattelututkimuksen tuloksia – ammattirakenteen muutos.....	57
2.3.2 Haastattelututkimuksen tuloksia – muuttuvat osaamistarpeet	59
2.3.3 Ilmastopolitiikan riskejä ja mahdollisuuksia ammattirakenteen ja osaamisen näkökulmasta .	63
2.4 Haastattelutulokset ja mallitulemat: keskustelua	67
3 Vihreiden tuotteiden innovaatiot, sääntely ja kansainväliset markkinat	69
3.1 Aikaisempaa kirjallisuutta.....	69
3.2 Ilmastomuutoksen hillintään liittyvien markkinoiden viimeaikainen kehitys ja näkökulmat	73
3.2.1 Käytetyt lähteet ja tilastot	73
3.2.2 Vihreiden tuotteiden maailmankaupan kehitys.....	81
3.2.3 Vihreiden tuotteiden viejamaat ja niiden asema maailmankaupassa.....	83
3.2.4 Suhteellinen etu	87
3.2.5 Vihreiden tuotteiden maailmankaupan markkinat tuojamaiden näkökulmasta	89
3.2.6 Vihreiden tuotteiden vienti Suomesta	92
3.2.7 Vihreiden tuotteiden vienti Suomesta toimialoittain ja arvio työllisyysvaikutuksesta	95

3.3	Kiristynvä ilmastopolitiikka, kilpailukyky ja innovaatiot.....	106
3.3.1	Aineisto.....	107
3.3.2	Metodologia.....	113
3.3.3	Näyttö eri vaikutusmekanismeista.....	117
3.3.4	Vihreiden tuotteiden kilpailukykyyn vaikuttavien tekijöiden suuruus.....	123
3.4	Ympäristöratkaisujen vientiä harjoittaville yrityksille tehty kysely ja haastattelut .	126
4	Julkisen talouden rooli	147
4.1	Ilmastotavoitteisiin liittyvien julkisten investointien rooli työllisyyden näkökulmasta.....	147
4.1.1	Julkisten investointien talousvaikutusten arviointimenetelmä.....	147
4.1.2	Arvioidut julkiset investoinnit.....	149
4.1.3	Julkisten investointien talousvaikutusten vertailu.....	151
4.2	Ilmastopolitiikkaan kytkeytyvien positiivisten työllisyysvaikutusten toteuttaminen politiikkatoimin.....	154
4.2.1	Työvoiman uudelleenallokaatio on jatkuvaa.....	155
4.2.2	Ilmastopolitiikka ja uudelleenallokaatio.....	155
4.2.3	Politiikkamahdollisuuksia.....	158
4.2.4	Havainnot työmarkkinatoimista kootusti.....	160
5	Johtopäätökset ja politiikkasuositukset	162
5.1	Johtopäätökset kootusti ja keskustelua.....	162
5.2	Politiikkasuositukset.....	172
	Kirjallisuutta	177
	Liite 1 Vihreät tuotteet ulkomaankauppa-analyysi	184
	Liite 2 Julkisen sektorin investointikohteiden kustannusjakaumat	190
	Liite 3 Kysely ympäristöratkaisujen vientiä harjoittaville yrityksille	195
	Liite 4 Vastaja yritysten ilmoittamat ekologiset lippulaivat tuotteet ja ympäristöratkaisut	199

Raportin tiivistelmä

Tässä työssä arvioimme ilmastopolitiikan vaikutuksia työllisyyteen. Tavoitteena on tarkastella, kuinka kunnianhimoinen ilmastopolitiikka on yhdistettävissä samanaikaisiin työllisyystavoitteisiin. Keskeisenä motivoivana tekijänä ovat pääministeri Sanna Marinin hallituksen asettamat EU:n yleisiä linjauksia kunnianhimoisemmat ilmastotavoitteet yhdistettynä samanaikaiseen tavoitteeseen nostaa työllisyysaste 75 prosenttiin. Työmme tavoitteena on tunnistaa ilmastopolitiikan ja työllisyyden mahdollisia positiivisia yhteyksiä, mutta myös tunnistaa mahdollisia negatiivisia vaikutuskanavia ja riskejä.

Toteutus

Tarkastelumme kohteena on ilmastomuutoksen hillinnästä ja ilmastomuutokseen sopeutumisesta johtuva rakennemuutos. Se on osa laajempaa talouden ja yhteiskunnan jatkuvaa rakennemuutosprosessia, johon vaikuttavat ilmastomuutoksen lisäksi esimerkiksi digitalisaation, väestön ikääntymisen ja globalisaation kaltaiset muutosvoimat.

Aiheen poikkeuksellinen laajuus vaatii työn jakamista alateemoihin, joita ovat (i) ilmastopolitiikan työllisyysvaikutusten mekanismit, (ii) ilmastomuutoksen hillinnässä käytettyihin tuotteisiin liittyvät innovaatio-, sääntely- ja kansainvälisten markkinoiden kysymykset sekä (iii) julkisen investointien ja työmarkkinatoimien rooli. Koska myös nämä kolme alateemaa ovat itsessäänkin laaja-alaisia ja monitahoisia, lähestytään niistä kutakin vielä erilaisin tutkimusmenetelmin. Rikas menetelmien kirjo mahdollistaa tutkimuskysymysten tarkastelun eri näkökulmista ja näiden näkökulmien esille tuomisen. Vastaavasti eri lähestymistapojen tuloksia ja johtopäätöksiä yhdistelemällä pyritään johtamaan politiikkasuosituksia, joille löytyy tukea useista tarkastelukulmista.

Ensimmäisessä alateemassa havainnollistetaan niitä keskeisiä mekanismeja ja vaikutuskanavia, joiden kautta ilmastopolitiikka vaikuttaa työllisyyteen. Tarkastelussa ovat työllisyyden taso ja työvoiman sijoittuminen eri toimialoille ja työtehtäviin. Analyysi perustuu kokonaistasapainomallinnuksesta, sidosryhmien haastatteluista ja näitä tukevasta kirjallisuuskatsauksesta nousevaan ymmärrykseen siitä, miten ilmastomuutos vaikuttaa kansantaloudessa.

Mallitarkastelu tehdään kansantaloutta kuvaavalla GTAP-kokonaistasapainomallilla (Corong ym. 2017). Lähtökohtana on hiilineutraalisuuteen siirtymistä havainnollistava peruslaskelma ja sen ympärillä tarkasteltavat erilaiset vaihtoehtoskenaariot. Skenaarioiden avulla havainnollistetaan politiikkatoimien ja rakenteellisten mekanismien vaikutuksia työmarkkinatulemiin. Tarkastelemme työllisyyden lisäykseen pyrkiviä politiikkatoimia ja

ilmastopolitiikan tiukkuuden vaikutusta. Herkkyystarkasteluja teemme tuotantopanosten tarjonnan ja liikkuvuuden sekä teknologian suhteen. Makrotaloudellisten mallien vahvuus on, että ne tarjoavat systemaattisia näkökulmia yhteiskunnallisten mekanismien ymmärtämiseksi. Samalla ne kuvaavat vääjäämättä ilmiöitä yksinkertaistaen. Vaikutuksia arvioidaan pitkällä aikavälillä. Sen sijaan talouden sopeutumisuraa uuteen tasapainoon ei mallin avulla tarkastella.

Mallilaskelmien tuottamaa ymmärrystä täydennetään keskeisten toimialojen edustajien haastattelutuloksilla, joiden avulla hankitaan tietoa eri toimialojen kokemuksista ilmastonmuutoksen hillinnän työmarkkinavaikutuksista, sekä siihen liittyvästä osaamistarpeiden muutoksesta ja siihen varautumisesta käytännön tasolla.

Toisessa alateemassa tarjotaan näkökulmia ilmastonmuutoksen hillintään liittyvien tuotteiden kansainvälisiin ja kotimaisiin markkinoihin. Kutsumme näitä tuotteita jatkossa lyhyemmin vihreiksi tuotteiksi. Analyysin avulla voidaan tarkemmin arvioida Suomen menestymistä globaaleilla vihreiden tuotteiden markkinoilla viime vuosina ja ilmastopolitiikan edelleen tiukentuessa. Aihe on kiinnostava, sillä nämä kansainväliset markkinat ovat herättäneet erityisen paljon toiveita Suomen tulevaisuuden ventialana. Kilpailukykyinen vihreiden tuotteiden vienti kasvaville kansainvälisille markkinoille voisi tarjota mahdollisuuksia kohentaa kansantalouden kilpailukykyä ja ulkoista menestystä.

Vihreiden tuotteiden markkinoita tarkastellaan kolmella lähestymistavalla. Ensinnäkin kansainvälisen kaupan tilastoista tunnistetaan vihreitä tuotteita ja tarkastellaan, miten niiden globaali kauppa on kehittynyt tällä vuosisadalla, mitkä ovat tärkeimmät viejämaat ja tuontimarkkinat. Lisäksi selvitetään millä mailla on eri ympäristöteknologiassa suhteellinen etu ja miten se on kehittynyt ajan kuluessa. Ensimmäisen tarkastelun keskeinen pyrkimys on löytää kansainvälisesti vertailukelpoista tietoa vihreiden tuotteiden markkinoista ja kasvupotentiaalista perustuen aikaisempaan vientimenestykseen. Mittaamisessa käytetään erilaisia määritelmiä ja tuotelistoja.

Toiseksi arvioidaan sääntelyn ja innovatiivisuuden yhteyksiä vihreiden tuotteiden viedin kilpailukykyyn ns. tilastollista gravitaatiomallia käyttäen. Mallinnuksen avulla selitetään maiden kilpailukykyä erilaisilla innovatiivisuutta ja sääntelyä kuvaavilla muuttujilla. Analyysi on tärkeää, koska sen avulla voidaan ymmärtää paitsi markkinoiden kehitystä, myös niitä politiikkatoimia ja vihreän innovaatiotoiminnan piirteitä, jotka tekevät vihreistä tuotteista kilpailukykyisiä ja edesauttavat niiden markkinoiden suotuisaa kehitystä myös tulevaisuudessa.

Kolmanneksi edellisiä analyysejä täydentäen hankkeeseen liittyvissä kyselyissä ja haastatteluissa selvitetään ympäristöratkaisujen vientiä harjoittavien ja siihen tähtäävien yritysten innovaatioihin johtaneita tekijöitä ja globaalin markkinamenestyksen koettuja

edellytyksiä, erityisesti julkisten kannustimien merkitystä. Kyselyssä selvitetään yritysten uskomuksia niille tärkeiden markkinoiden elpymisestä ja tarpeista saada apua vientitoimintansa kehittämiseksi nyt tähdäten ja varautuen pandemian jälkeiseen maailmaan.

Kolmannessa alateemassa tarkastellaan julkisen talouden roolia ilmastopolitiikan työllisyysvaikutusten hallinnassa. Teemassa tarkastellaan kahta keskeistä vaikutuskanavaa: julkisia investointeja ja työvoimapolitiikan toimia. Julkisten investointientyövoimatarpeita arvioitiin Suomen taloutta kuvaavalla panos-tuotosmallilla. Mallinnuksella selvitettiin tarkasteltavien investointien aiheuttama suora ja välillinen työvoiman tarve eri toimialoilla.

Lisäksi kolmannessa alateemassa arvioitiin työvoimapolitiittisten toimien mahdollisuuksia hallita rakennemuutoksen työmarkkinavaikutuksia yleistä rakennemuutosta koskevan aikaisemman kirjallisuuden avulla.

Keskeiset tulokset

Ilmastopolitiikan työllisyysvaikutusten mekanismit

Kansantalouselämyksellisen mallin mukaan ilmastopolitiikan vaikutus kokonaisyöllisyyteen on pitkällä aikavälillä negatiivinen, mutta suhteellisen vähäinen. Suomen muuta EU:ta tiukempi ilmastopolitiikka voimistaa negatiivista työllisyysvaikutusta jossain määrin. Jos päästöverotuloja käytetään työmarkkinoita vääristävän verokiilan pienentämiseen, työllisyysvaikutus voi kääntyä positiiviseksi. Sen sijaan työllisyyttä tukevalla päästömaksujen kohdentamisella ei näyttäisi olevan merkittävää vaikutusta. Ilmastopolitiikan synnyttämä tuottavuuden kasvu voisi parantaa työllisyysvaikutusta. Tulostemme mukaan realistisesti odotettavissa oleva tuottavuusvaikutus ei kuitenkaan kumonne negatiivista työllisyysvaikutusta kokonaisuudessaan.

Työn kohdentumisvaikutukset ovat sen sijaan työllisyyden kokonaisvaikutusta suuremmat. Päästöintensiiviset toimialat, joihin ilmastotoimet erityisesti kohdistuvat, eivät ole merkittäviä työllistäjiä. Sen sijaan toimialakohtaiset työllisyysvaikutukset ovat suurimmat sektoreilla, joissa on paljon työvoimaa tai joissa työvoimakustannusten osuus on suuri, kuten palveluissa. Merkittävimmät vaikutukset syntyvätkin välillisten vaikutusten seurauksena. Peruslaskelmissamme työllisyys paranee ainoastaan päästöttömässä energiantuotannossa sähköistämisen seurauksena. Työvoiman siirtymät ovat suurimmat matalimman koulutustason työtehtävien luokassa ja vähäisimmät korkeimman koulutustason työtehtävien luokassa.

Sidosryhmähaastatteluilta haettiin mallinnustietoa täydentävää kokemuksellista tietoa kentältä liittyen ammattirakenteen muutokseen ja tuleviin osaamistarpeisiin. Sidosryhmät näkivät tiukan ilmastopolitiikan potentiaalin positiivisempänä kuin mitä mallinnustulokset

antavat olettaa. Tulokset verrattain vähäisestä vaikutuksesta kokonaistyöllisyyteen olivat hyvin linjassa haastattelutulosten kanssa, mutta ilmastopolitiikka nähtiin myös strategisen kasvun mahdollistajana monella toimialalla. Tämä vaikutus ei välttämättä tule esiin mallilaskelmissa. Ilmastopolitiikkaan liittyvät huolet koskivat joitakin yksittäisiä toimia, esimerkiksi metsienkäyttöön tai logistiikan kustannuksiin liittyen, mutta kokonaisuudessaan kunnianhimoisen ilmastopolitiikan hyväksyttävyydestä oli melko vahva konsensus, mikäli se on ennakoitavaa, johdonmukaista ja strategista.

Haastatteluissa todettiin, että ilmastopolitiikka kiihdyttää osaltaan talouden ja työn rakennemuutosta, johon vaikuttaa lisäksi digitalisaation, väestön ikääntymisen ja globalisaation kaltaiset muutosvoimat. Tämän muutoksen uskotaan johtavan palveluiden lisääntyvään merkitykseen sekä vientipotentialin kasvamiseen korkean hiilikädenjäljen järjestelmätason kokonaisratkaisuihin.

Haastattelut vahvistavat, että ilmastonmuutoksen vaikutusta ammattirakenteeseen ja osaamistarpeisiin voidaan jäsentää kolmen pääkanavan kautta (Strietska-Ilina et al., 2011): 1) taloudelliset aktiviteetit siirtyvät pois saastuttavilta aloilta ja yrityksistä, 2) syntyy kokonaan uusia työnkuvia sekä 3) lähes kaikki ammatit muuttuvat vihreämmiksi. Jotta uusi työ löytää tekijänsä, osaamistarpeiden ennakointi on keskeisessä roolissa siinä, että uusi rakennemuutoksen aikana ja sen jälkeen tarjolla oleva työ löytää tekijänsä. Työmarkkinoilta edellytetään joustavuutta, mutta joustavuuteen nähtiin liittyvän myös uhkia ja reilun siirtymän sekä uudelleen kouluttautumisen mahdollisuudet korostuvat. Sidosryhmät pystyvät haastatteluissa nimeämään tiettyjä yksittäisiä osaamistarpeita joita ilmastopolitiikka synnyttää, kuten hiilikauppaosaaminen, akkuosaaminen, materiaaliosaaminen, vielä tärkeämpänä pidettiin edellytysten luomista muutokselle. Osaamistarpeiden näkökulmasta työn muutoksen metataidot, kuten monialaisuus, tiedon soveltaminen ja teknis-taloudellisen osaamisen yhdistäminen, ovat tärkeitä myös ilmastopolitiikkaan sopeutuessa. Yleisesti osaamisvaatimusten odotetaan kasvavan, joka toivottiin huomioitavan erityisesti vähemmän koulutettujen työntekijöiden sopeutumisessa.

Vihreisiin tuotteisiin liittyvät innovaatio-, sääntely- ja kansainvälisten markkinoiden kysymykset

Analysoimme ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyvien vihreiden tuotteiden (tavaroitten) maailmankauppaa vuosina 1996–2019 yksityiskohtaisella tuoteaineistolla. Näiden vihreiden tuotteiden osuus maailmankaupasta on kasvanut tarkasteluajanjakson aikana. EU-maiden osuus vihreiden tuotteiden maailmankaupasta on noin 35 prosenttia, missä Saksa on selvästi merkittävin viejämaa. Kiinan osuus maailmankaupasta on kasvanut Yhdysvaltojen ja Japanin kustannuksella. Suomen osuus on noin puoli prosenttia. Suomella on suhteellinen etu näin määritellyissä vihreissä tuotteissa, mutta se ei ole erityisen vahva. Nämä tuotteet kuuluvat lähinnä metalliteollisuuden toimialoille. Vihreiden

vientituotteiden työllisyyspotentiaali ei myöskään ole erityisen merkittävä, jos asiaa arvioidaan vuosien 2009–2019 kehityksen valossa. Näiden tuotteiden markkinat ovat kuitenkin murrostilassa ja tästä syystä aiempi kehitys voi antaa liian pessimistisen kuvan tulevaisuudesta. Myös palvelut kattavassa ympäristöliiketoimintatilastossa Suomen osuus EU-maiden viennistä on jopa kahdeksan prosenttia, eli selvästi enemmän kuin edellä mainitussa tuoteanalyyseissä. Tulosten eroihin näissä kahdessa tarkastelussa vaikuttaa muun muassa erilainen lähestymistapa vihreisiin tuotteisiin.

Vihreiden tuotteiden vientimenestystä selittävän kansainvälisen maa-aineiston gravitaatiomallinnuksen perusteella löysimme näyttöä siitä, että paljon patenttisitaatteja keräävät patentit ennustavat hyvää vientimenestystä vihreissä tuotteissa. Menestyksellinen innovointi ei selity suoraan innovaatiopanostuksilla, sillä ne eivät ole tilastollisesti merkitseviä vientimenestyksen selittäjiä. Vertailu Tanskaan ja Saksaan, osoittaa, että patenttisitaateilla arvioituna Suomi ei tuota aivan yhtä paljon kilpailukykyä tukevia innovaatioita suhteessa keskeisiin verrokkimaihin.

Tarkastelimme lisäksi sääntelyn vaikutuksia kilpailukykyyn vihreiden tuotteiden viennissä. Aikaisemman kirjallisuuden perusteella sääntely lisää innovaatioaktiivisuutta, mutta selvää näyttöä sääntelyn positiivisesta kilpailukykyvaikutuksesta ei tässä tutkimuksessa löytynyt. Toisaalta mallinnuksemme mukaan vienti- ja tuontimaiden yhteinen kireä sääntely johti keskinäisen kaupankäynnin lisääntymiseen. Yhteinen sääntely siis lisää yhteisiä markkinoita. Yhteisten sääntelyn merkitykseen viittaavat myös tulokset koskien yksittäisiä sääntelyinstrumentteja.

Kyselystä, haastatteluista ja sidosryhmäkeskusteluista ilmeni yhteneväinen käsitys siitä, että ilmastonmuutoksen torjunnassa ollaan vedenjakajalla. Globaaleissa torjuntatoimissa on nyt ensimmäistä kertaa voimaa ja Suomella on hyvä mahdollisuus saada osuutensa vihreästä kasvusta. Samalla nousi esiin tarve kehittää kokonaisuuden hallintaa ja yhdessä tekemisen eetosta ilmastopolitiikan toimeenpanossa. Onnistuneen ilmastopolitiikan kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa.

Suomen kunnianhimoinen hiilineutraalisuustavoite herättää maailmalla kiinnostusta ja vientiyrityksille kohdistetuissa haastatteluissa arvioitiin, että muita varhaisempi hiilineutraalisuustavoite kannattaisi hyödyntää vientiargumenttina. Ei välttämättä riitä, että tuotteet ovat hyviä ja tuotanto on vähäpäästöistä tai muuten ympäristöystävällistä, jos maine edelläkävijänä ei välity tehokkaasti vientimarkkinoille. Niinpä tavoitteeksi voisi nostaa sen, että luodaan Suomesta uskottava brändi ilmasto- ja ympäristöteknologian osaajana. Uskottavuutta kantaa se, että onnistutaan päästövähennystoimissa suunnitelman mukaisesti menettämättä yhteiskunnan sosiaalista koheesioita esimerkiksi huonon työllisyyskehityksen vuoksi.

Haastatellut yritykset peräänkuuluttivat pitkäjänteisyyttä ja ennustettavuutta ilmastopolitiikassa. Oikein osuvilla ilmastopolitiikan toimilla voidaan parantaa ilmastotehokkaita ratkaisuja tuottavien yritysten vientikilpailukykyä ja sitä kautta kykyä luoda hyvinvointia ja työllisyyttä sekä kotimaassa että viennin kohdemaissa samaan aikaan kun pidetään hiilijalanjälki pienenä kotimaassa ja hiilikädenjälki mahdollisimman suurena viennin kohdemaassa. Pitkäjänteisyyttä edustaisi se, että yritykset, tutkimuslaitokset ja yliopistot sekä vientituki- ja rahoitusorganisaatiot edesauttaisivat yhdessä uusien teknologisten innovaatioiden vientimenestystä.

Julkisen investointien ja työmarkkinatoimien rooli

Julkisten investointien vaikutus lyhyen aikavälin työllisyyskehitykseen on perinteisesti nähty merkittävänä elvytystekijänä erityisesti taloudellisten taantumien aikoina. Sen sijaan ymmärrys julkisten investointien kyvystä edistää ilmastotavoitteita ja energiamurrosta on toistaiseksi ollut rajallinen. COVID19-pandemian seurauksena tehdyt voimakkaat lisäykset julkisiin investointeihin on sekä EU:ssa että Suomen tasolla päätetty kohdistaa yhtäaikaaisesti talouden elvyttämiseen ja kestäväen yhteiskunnan rakentamiseen. Julkisia investointeja tarvitaan energiamurroksen toteutumisessa, ja ne voivat osaltaan helpottaa työllisyyspainetta siirtymävaiheen aikana. Tulostemme mukaan eri investointikohteiden työvoiman tarpeet vaihtelevat huomattavasti, mikä on seurausta investointien työvoimaintensiivisyydestä sekä kotimaisuusasteesta. On keskeistä huomioida, että ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan useita tarkasteltuja toimenpiteitä eri päästösektoreilla. Investointikohteiden valinnalla voidaan myös pyrkiä työllistämään erityisesti sellaista työvoimaa, jonka työpaikat toisaalla vähenevät.

Arvioimme ilmastonmuutoksen työllisyysvaikutuksessa myös suhteessa Suomen (ja muiden kehittyneiden maiden) työmarkkinoita luonnehtivaan jatkuvaan voimakkaaseen työvoiman uudelleenallokaatioon. Työvoima kohdistuu uudelleen sektoreiden, ammattien ja yritysten välillä ja ilmastopolitiikka saattaa kiihdyttää tätä prosessia. Ilmastopolitiikan aiheuttamaan uudelleenallokaatioon liittyvät kustannukset riippuvat olennaisesti siitä pienentykö työvoiman määrä säännellyllä sektorilla rekrytointien vähenemisen vai irtisanomisten kautta. Työpaikkavirrat ovat niin suuria, että mallinnuksen avulla arvioidut, merkittävätkin nettotyöllisyysmuutokset ovat saavutettavissa normaalin työmarkkinadynamiikan avulla. Työvoiman määrän vähentäminen tietyllä sektorilla on siis periaatteessa mahdollista toteuttaa pelkästään rekrytointeja vähentämällä. Toisaalta irtisanomisista aiheutuvat yhteiskunnalliset kustannukset olisivat todennäköisesti suurempia.

Politiikkasuositukset

Seuraavassa hankkeen tutkimustulokset on tiivistetty keskeisiin politiikkasuosituksiin, joilla voidaan tukea työllisyyskehitystä ja välttää riskejä pyrittäessä kunnianhimoisiin kasvi-huonekaasupäästöjen vähennyksiin.

Ilmastopolitiikan aiheuttaman rakennemuutoksen aikaisia työvoiman siirtymiä on pyrittävä tukemaan työvoimapolitiikalla ja työmarkkinoiden toimintaa ylläpitämällä ja kehittämällä.

Tulostemme perusteella ilmastopolitiikan aiheuttaman rakennemuutoksen aikaisia työvoiman siirtymiä on pyrittävä tukemaan työvoimapolitiikalla ja työmarkkinoiden toimintaa ylläpitämällä ja kehittämällä. Rakennemuutos aiheuttaa työtehtävien muutoksia sekä työvoiman liikkumista toimialojen sisällä ja välillä sekä maantieteellisten alueiden välillä. Mallilaskelmiamme mukaan merkittävimmät työllisyysvaikutukset tulevat tuotannon kerrannaisvaikutusten kautta. Tämän vuoksi työvoiman uudelleen allokaatiota on tuettava muidenkin kuin suoraan ilmastopolitiikan kohteena olevien toimialojen osalta esimerkiksi työvoimapolitiikan avulla.

Keskimääräisen koulutusasteen nosto tukee työllisyyttä, mutta myös ilmastokriisin ratkaisuihin liittyvää osaamista tarvitaan.

Haastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta ilmastonmuutoksen seurauksena tapahtuva osaamistarpeiden muutos ja siihen liittyvät toimenpiteet voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: (i) työttömyyden uhka on suurin alimmilla koulutusasteilla, (ii) Suomeen saattaa syntyä alueellisesti tai tietyillä toimialoilla tilanteita, joissa työttömyyden riski on suuri ja (iii) Ilmastonmuutoksen myötä syntyy osaamistarpeita, joihin nykyinen työvoima ei välttämättä vastaa.

Vaikutuksen luonteen vuoksi yleinen tavoite koulutusasteen nostosta on myös ilmastonmuutoksen näkökulmasta hyödyllinen. Lisäksi peruskoulutuksen ja nuorena tehtyjen opintojen sekä jatkuvan oppimisen avulla voidaan synnyttää nykyistä vahvempia taitoja ilmastonmuutosilmion tuntemukseen ja kestävien ratkaisujen kehittämiseen koko ikäluokalle. Äkillisen rakennemuutoksen tuen hyödyntäminen niin uudelleenkoulutukseen kuin toimialan vaihtamiseen tulisi valmistella reilun siirtymän turvaamiseksi. Lisäksi tulee luoda edellytykset uudelle osaamiselle jatkokoulutuksella ja myös ulkomaisen työvoiman saatuutta parantamalla.

Ilmastopolitiikan synnyttämän osaamistarpeen muutoksen tukemiseksi voidaan tarvita työvoimapolitiikkaa koulutusta. Vaikuttavuutta koskevan kirjallisuuden valossa koulutus tulisi suunnata heikoimmat työllistymismahdollisuudet omaaville ja koulutusten tulisi olla mahdollisimman lyhyitä. Työnhaun tuessa tulisi hyödyntää tehokkaita välineitä, mm.

automatisoituja ammatillisen neuvonnan työkaluja. Samalla työmarkkinoiden riittävästä dynamiikasta tulisi huolehtia.

Työllisyyttä voidaan tukea siirtämällä verotuksen painopistettä työn verotuksesta ympäristöhaittoja aiheuttavan tuotannon ja kulutuksen verotukseen.

Ilmastopolitiikka lisää ilmastohyötyjä aiheuttaen samalla tehokkuustappiota taloudellisen aktiviteetin näkökulmasta. Tehokkuustappioita voidaan vähentää käyttämällä ilmastopolitiikan päästömaksutuloja muiden taloutta vääristävien verojen keventämiseen. Aiemman kirjallisuuden ja mallilaskelmiemme mukaan työllisyyttä voidaan tukea kohdistamalla veronkevennykset työn tarjonnan tai kysynnän lisäämiseen. Työn verotuksen alentamisen positiivisten työllisyysvaikutusten suuruus riippuu siitä, kuinka voimakkaasti työmarkkinat reagoivat työn hinnan muutoksiin. Ympäristöverotus syö kuitenkin omaa veropohjaansa, joten työllisyysvaikutuksen ylläpitäminen vaatii pidemmällä aikavälillä ympäristöveropohjan jatkuvaa laajentamista.

Julkiset investoinnit helpottavat työllisyyspainetta energiamurroksen siirtymävaiheessa.

Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan nopeasti vaikuttavia investointeja, jotka toteutetaan pääosin nykyisillä tuotantorakenteilla ja osaamisella. Työvoiman tarve eri toimenpiteiden tai investointikohteiden osalta vaihtelee. Kun investointeja tehdään, kotimaisten työllisyysvaikutusten näkökulmasta tulee keskittyä seuraaviin toimenpiteisiin: Liikennesektorilla pikaraitioteiden kehittäminen sekä sähköautojen latausasemien lisääminen; Rakennusten energiankulutuksessa lämpöpumppujen lisääminen sekä laajat energia- tehokkuusremontit; Energiahuollossa kaukolämmön uudet tuotantotavat, sähköjärjestelmän kantaverkon vahvistaminen ja energian varastointiratkaisut.

Haastatteluissa yritykset painottivat kestävien julkisten hankintojen merkitystä. Julkisten hankintojen ilmastotehokkuuden parantamiseksi voidaan tehdä esimerkiksi seuraavia toimia: kartoitetaan ilmastovaikutusten kannalta tärkeimmät tuoteryhmät, luodaan niille ilmasto- ja ympäristökriteerit hankinnoille sekä valmistellaan hankintaohjeet. Varataan ilmastokestävien hankintojen em. tietopohjan ja työkalujen valmistamiseen tarvittavat resurssit sekä hankintayksiköihin riittävät ja koulutetut henkilöresurssit ilmastonsuojeluun liittyvien hankintojen tehokkaan toimeenpanon varmistamiseksi.

Kilpailukykyinen markkinamenestykseen johtava innovaatiotoiminta vihreissä tuotteissa edellyttää tehokkaita T&K-panoksia, yhteistyötä ja kehittyvien markkinoiden tuntemusta.

Tulostemme ja aikaisemman kirjallisuuden perusteella vihreiden tuotteiden markkinoilla menestyminen, ja siitä kumpuavat myönteiset työllisyys ja tuotantovaikutukset vaativat yhteistyötä niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin. Ilmastopolitiikkaa tulee tehdä

koordinoidusti kumppanimaiden kanssa, sillä yhteinen sääntely luo yhteisiä markkinoita ja teknologisia ratkaisuja. Lisäksi Suomi osallistuu merkittävällä tavalla vihreiden tuotteiden kansainvälisiin arvoketjuihin ja niissä oikein aseoitumalla Suomi voi hakea sekä markkinamenestystä että tehokkuusetuja vihreiden tuotteiden tuotannossa.

Innovaatiotoiminnan tehostamisen keinona sekä kirjallisuus että haastattelumme osoittavat erityisesti yritysten, tutkimuslaitosten ja yliopistojen yhteistyön merkityksen. Myös vienninedistämisorganisaatioiden rooli on tärkeä. Kyselyn perusteella viennin kohdemaan lainsäädännön ja olosuhteiden tuntemus ovat kriittisiä tekijöitä erityisesti PK- yritysten vientimenestykselle. Siksi yritysten viennin kohdemaiden tuntemusta tulee kohentaa ja siihen liittyviä palveluita kehittää mm. kappaleessa 3.4 esitetyillä tavoilla.

Yhteistyön avulla voidaan pyrkiä tukemaan kansainvälistymiskehitystä, mm. kansainvälisen ja EU:n ilmastorahoituksen saantia ilmasto- ja ympäristöklusteriin synnytettävien ekosysteemien kehittämiseksi. Kasvihuonekaasujen päästövähennystoimiin on saatavissa kansainvälistä rahoitusta, EU:n Green deal -rahoitusta, elvytysrahaa ja siihen käytetään myös kotimaisia budjettivaroja. Jotta päästövähennysinvestoinnit ja -toimet kohdentuisivat tehokkaalla tavalla, pitäisi kehittää ja ottaa käyttöön kvantitatiiviset tiukat kriteerit, joilla varat investoidaan sinne, missä saadaan suurimmat ilmastohyödyt ja tuki uusille innovaatioille. Samalla tulee suosittua ilmastotehokkuuteen painottuvan teknologian kysyntää, mikä auttaa tehokkaita teknologioita kehittäneitä yrityksiä saamaan kotimarkkinareferenssejä tähdätessään vientiin.

Tuloksemme osoittavat, että tutkimuspanostusten täytyy muuntua laadukkaiksi innovaatioiksi, ennen kuin ne vaikuttavat kilpailukykyyn merkittävällä tavalla. Julkinen T&K-tuki on perusteltua erilaisten innovaatiotoiminnan markkinapuutteiden takia, jotka osin korostuvat vihreiden tuotteiden markkinoilla paitsi teknologisen, myös sääntelyepävarmuuden takia.

Vähähiiliteknologiat ovat nykyisin usein järjestelmiä, jotka ovat useiden laitteiden, koneiden ja ICT:n ja ohjelmistojen kokonaisuuksia. Laadukkaiden innovaatioiden ohella on tärkeää päästä tarjoamaan kokonaisratkaisuja/-toimituksia. On viitteitä siitä, että innovaatio- ja liiketoimintaekosysteemien rakentaminen on hyvä keino saada aikaan kokonaisvaltaisempia, korkeamman lisäarvon ratkaisuja. Suomalaisille pk-yrityksille on oleellista päästä kiinni kansainvälisten toimijoiden arvoketjuihin, ja ekosysteeminen yhteiskehittäminen on keino juuri tähän.

Vihreiden tuotteiden luokittelua on syytä samalla jatkuvasti päivittää vastaamaan teknologian kehitystä ja uusia innovaatioita, jotta alan kehitystä ja sääntelyn vaikutuksia voidaan seurata. Niin ympäristöongelmien muutos kuin tuotteiden ja tuotejärjestelmien kehittyminen eivät tule nykyisissä aineistoissa täysimääräisesti esiin.

Kehittyvien maiden nopeasti kasvavilla markkinoilla ilmastopolitiikan samanaikaisuus ei toteudu samalla tavalla kuin vertaismaiden kanssa. Vähähiilille ratkaisuille on tarvetta, mutta kysymys on siitä, kuinka ympäristötehokasta teknologiaa viennin kohdemaissa pyritään ja kyetään suosimaan. Kehittyvien maiden haasteellisille, mutta nopeasti kasvaville markkinoille suuntautuvaan ilmasto- ja ympäristövientiin voidaan saada puhtia uusilla sosiaalisilla ympäristöinnovaatioilla. Viemällä ilmasto- ja ympäristöosaamista kehitysmaiden hallintojen tueksi voidaan auttaa hiilineutraalisuuteen tähtäävien prosessien perustamisessa ja muiden ympäristöongelmien ratkaisemisessa, mikä parantaisi myös suomalaisten vihreiden tuotteiden kilpailuasemaa kehittyvillä markkinoilla.

Ilmasto- ja työllisyyspolitiikan sidosryhmiä on ollut laajasti mukana tämän tutkimuksen tekemisessä. Sidosryhmien näkemyksiä toivotuista toimien poluista kartoitettiin skenaariotyöpajassa, jossa hyödynnettiin tulevaisuustutkimukseen pohjautuvaa backcasting-metodologiaa. Lähtökohtana skenaariotyöskentelylle toimivat tutkimuksen pohjalta muodostetut normatiiviset skenaarioaihiot hiilineutraalista ja korkean työllisyyden ($\geq 75\%$ työllisyysasteen) Suomesta.

Skenaariotyöpajasta saatuja syötteitä syvennettiin hankkeen tutkijoiden kanssa peilaamalla niitä tutkimustulosten pohjalta perusteltuihin ilmasto- ja työllisyystoimiin. Niitä jalostettiin edelleen konsortion sisäisessä politiikkasuositusten työpajassa. Sidosryhmille järjestettiin pyöreän pöydän keskustelu, jossa he pääsivät kommentoimaan politiikkasuositusten kirjoa.

Dialogiprosessi sidosryhmien kanssa nosti esiin havaintoja, jotka eivät ole suoraan hankkeen tuloksia, mutta jotka kannattaa ottaa huomioon politiikkatoimien kokonaisuutta suunniteltaessa:

Ilmastoinvestointien aiheuttamaan positiiviseen työllisyysvaikutukseen uskotaan

Sidosryhmät näkivät ilmastopolitiikan potentiaaliset myönteiset työllisyysvaikutukset alueena, jota tulisi tarkastella lisää. Erityisesti nostettiin esiin, että suomalaiset menestyvät vähähiiliteknologiat ovat monesti järjestelmiä, jotka ovat useiden laitteiden, koneiden ja ICT:n ja ohjelmistojen kokonaisuuksia. Näiden kokonaisuuksien suunnittelussa ja rakentamisessa suomalaisilla yrityksissä on erityisosaamista, joihin uusi osaaminen ja työllisyys nojaa.

Suomen kunnianhimoinen hiilineutraalisuustavoite on sidosryhmien näkökulmasta hyödyllinen kansainvälisille markkinoille mentäessä

Suomen kunnianhimoinen hiilineutraalisuustavoite herättää maailmalla kiinnostusta. Alan toimijoiden näkökulmasta tämä vahvistaa suomalaisen vihreän tuotannon vientimahdollisuuksia. Toimialoilla pidettiin tärkeänä, että ilmastotavoite on keskeisessä roolissa Suomen positiivisessa maakuvassa.

Kolmikantainen foorumi ilmastopolitiikan ja työllisyyden kytköksistä toisi vakautta ilmastopolitiikkaan

Ilmasto- ja työllisyyspolitiikan ennakoitavuus ja strategisuus ovat sidosryhmien näkökulmasta olennaisia. Hallituksen asettama hiilineutraalisuustavoite 2035 luo ennustettavuutta ja antaa aikaikkunan siirtymälle. Ilmastotavoitteiden kiireellisyys ja toimialojen tarvitsema sopeutumisaika muodostavat haasteen työllisyydelle ja osaamiselle kuten tässä raportissa on kuvattu. Tätä teemaa tulisi säännöllisesti käsitellä ja ratkaisuja kehittää yhdessä työmarkkinaosapuolten kanssa joko erillisessä foorumissa tai esimerkiksi talousneuvoston tai ympäristöpolitiikan pyöreän pöydän kautta.

Report summary

In this report, we evaluate the effects of climate policy on employment. The aim is to analyse how ambitious climate policy can be joined with concurrent ambitious employment objectives. The Finnish government led by Prime Minister Sanna Marin has set climate targets that are more ambitious than those universally set at the EU level, while at the same time attaining the target of a 75 per cent employment rate. The objective of our work is to identify the potential positive connections between climate and employment policies, but also to identify conceivable negative channels and risks.

Implementation

Our research focuses on the structural changes arising from mitigation and adjusting to the climate change. It is a part of the continuous process of structural change in the economy and society, affected not only by climate change but also digitalisation, ageing and globalisation, among other things.

The exceptional scope of the topic requires dividing the work into subthemes: (i) the mechanisms of the employment effects caused by climate policy; (ii) the issues pertaining to innovation, regulation and international markets for products used to mitigate climate change; and (iii) the roles of public investment and labour market measures. Because even these three subthemes are extensive and complex, they will each be approached with various research methods. The rich methodological variety makes it possible to evaluate the research questions from different perspectives and to bring these perspectives to the fore. By combining the results and conclusions from the different approaches, we aim to draw policy recommendations that are supported by several perspectives.

The first subtheme illustrates the key mechanisms and channels through which climate policy affects employment. The level of employment and the placement of the labour force in different industries and jobs are examined. The analysis is based on an understanding of how climate change affects the national economy by using a computable general equilibrium model, stakeholder interviews and a supporting literature review.

The modelling is done with a computable general equilibrium model (GTAP) that describes the global economy (Corong et al. 2017). The starting point is a benchmark calculation illustrating the transition to carbon neutrality, and the various alternative scenarios are then considered around it. The scenarios illustrate the impact of policy measures and structural mechanisms on labour market outcomes. We review policies

aimed to increase employment and the impact of climate policy rigor. Furthermore, we perform sensitivity analyses for input mobility and different technological paths. The strength of macroeconomic models is that they provide systematic perspectives for understanding societal mechanisms. At the same time, they inevitably simplify the phenomena. The effects are assessed in the long term. In contrast, the model does not describe the trajectory of the economy to the new equilibrium.

The understanding provided by the model calculations is complemented by the results of interviews with representatives of key industries who provide information on their experiences of the labour market effects of climate change mitigation, as well as information on related skills-needs change and preparedness on a practical level.

The second subtheme provides perspectives on the international and domestic markets for climate change mitigation products. We will call these green products for short. The analysis is used to assess Finland's recent success in the global green products' markets and make projections for climate policy continuing to tighten into the future.. The topic is interesting as these international markets have raised a lot of hopes for Finland's future exports. Competitive exports of green products to growing international markets could offer opportunities to improve the competitiveness and external success of the economy.

The market for green products is examined by using three approaches. First, we identify green products from international trade statistics and analyse how their global trade has developed since 1996, as well as what are the main exporting countries and import markets. We also investigate which countries have a comparative advantage in different environmental technologies and how it has developed over time. A key aim of the first method is to find internationally comparable information on the market and the growth potential of green products based on past export success. Different definitions and product lists are used in the analysis.

Second, the links between regulation and innovation vis-à-vis the competitiveness of the exports of green products are assessed using the so-called statistical gravity model. The model is used to explain countries' competitiveness with various variables describing innovation and regulation. The analysis is important because it provides an understanding not only of market developments but also of the policy measures and features of green innovation activities that make green products competitive and also contribute to the favourable development of their markets in the future.

Third, complementing the previous analyses, the project-related survey and interviews identify the drivers of innovation in export-oriented companies in the field of environmental solutions, as well as their perceived conditions for global market success, in particular the importance of public incentives. The survey examines companies' beliefs about the recovery of the markets that are important to them and their need for

assistance in developing their export activities as they now prepare for the post-pandemic world.

The third subtheme examines the role of public finances in managing the employment effects of climate policy. We examine two main channels of influence: public investment and labour market policy measures. The labour needs of public investments are assessed using an input–output model describing the Finnish economy. The modelling analysed the direct and indirect labour needs caused by the investments under consideration in different industries.

In addition, the third subtheme assessed the potential of labour market policy measures to manage the labour market effects of structural change by using previous literature on general structural change.

Key findings

The mechanisms of the employment effects caused by climate policy

Based on the macroeconomic modelling, the long-term impact of Finnish climate policy on aggregate employment is expected to be negative, but relatively small. Finland's climate policy, when set to be stricter than in the rest of the EU, will increase the negative impact on employment to some extent. If emissions tax revenues are used to reduce the tax wedge that distorts the labour market, the employment impact may turn positive. On the other hand, the allocation of emission charges in support of employment does not appear to have a significant impact. Productivity growth generated by climate policy could improve the impact on employment. However, according to our results, a realistically perceived productivity impact will not overturn the negative impact on the aggregate employment.

On the other hand, the re-allocative effects of the climate policy are greater than the aggregate impact of employment. Emission-intensive industries that are specifically targeted by climate action are not major employers. Thus, sector-specific employment impacts are greatest in sectors with a large labour force or high labour-cost share, such as the service sector. The most significant effects are therefore caused by indirect effects. In our basic calculation, employment will only improve in emission-free energy production as a result of electrification. Labour transitions are highest at the lowest level of education and training grades, and lowest at the highest level of employment.

Complementary stakeholder interviews were used to gather further experiential information on the labour market and skill restructuring. When compared with the modelling results, the stakeholders saw more benefits in the tough climate policy. The results of the comparatively limited impact on total employment were well in line with

the interview results, but climate policy was also seen as an enabler of strategic growth in many industries. This effect may not be reflected in the model calculations. Climate policy concerns were associated with a few individual topics, such as forest use or logistics costs, but overall, there was a fairly strong consensus on the acceptability of an ambitious climate policy if it is conducted in a predictable, coherent and strategic way.

The interviews confirm that the impact of climate change on the professional structure and skills requirements can be structured through three main channels (Strietska-Illina et al., 2011): (1) economic activities are shifted away from polluting sectors and enterprises, (2) completely new job profiles are created and (3) almost all occupations become greener. Anticipation of changing skill requirements plays a key role in facilitating a smooth, green transition. Flexibility is required in the labour market, but flexibility was also considered a threat and the necessity of both a fair transition and retraining was emphasised. In the interviews, stakeholders were able to identify certain individual skill requirements that climate policy generates, for example, requirements concerning carbon trading, battery and material expertise. Generally, adaption skills were considered highly important. Meta-skills for change in work – such as multidisciplinaryness, the application of knowledge and the integration of technical and economic competences – are important when adapting to climate policy. In general, skills requirements are expected to play a greater role in the future, which should be taken into account, especially in the adaptation of less skilled workers to the transition.

The issues pertaining to the innovation, regulation and international markets of products used to mitigate climate change

We analysed world trade in the green products (goods) used to mitigate the climate change by using detailed product classifications and data from the years 1996 to 2019. During this time period, these green products share of world trade has increased. EU countries account for around 35% of world trade in green products, where Germany is by far the most important exporting country. China's share of world trade has increased at the expense of the United States and Japan. Finland's share is about half a per cent. Finland has a relative advantage in green products according to our definitions, but it is not particularly strong. The green products mainly belong to the metal industries. Moreover, the employment potential of green export products is not particularly significant if it is assessed in the light of the developments that occurred during 2009–2019. However, the market for these products is undergoing a transformation, and for this reason, past developments may give an overly pessimistic picture of the future. Finland also accounts for up to eight per cent of EU exports in the environmental business statistics that cover services, which is clearly more than its share of the aforementioned green products.

Based on gravitational modelling of international trade data of green products, we collected factors that predicted good export performance. We found evidence that, in

particular, patents that collect many forward citations predict good export performance at the country- and individual-technology level. On the other hand, innovation inputs are not statistically significant explanatory variables of export performance. A comparison with Denmark and Germany shows that Finland does not produce quite as many patent citation innovations in relation to its key reference countries.

We also examined the impact of regulation on competitiveness in the exports of green products. While the previous literature suggests that regulation increases innovation activity, no clear evidence of the positive competitiveness impact of regulation was found in this study. On the other hand, according to our modelling, the joint tight regulation of the exporting and importing countries leads to increased mutual trade share in green products. Common regulation therefore appears to build up a common market for these goods. The importance of common regulation is also indicated by the results for individual regulatory instruments.

The complementary survey, interviews and stakeholder discussions provided a unified signal that the fight against climate change is at a pivotal stage. For the first time, global policy measures have strength and Finland has a good chance of getting its share of green growth. At the same time, the need to manage the co-operation at all societal levels and the ethos of working together in the implementation of climate policy was highlighted. The totality of a successful climate policy is more than the sum of its parts.

Finland's ambitious carbon neutrality target attracts interest from around the world; the export-company interviews suggest that an earlier carbon neutrality target would be worth using as an export argument. It may not be enough for products to be good and production to be low on emissions or otherwise environmentally friendly if the country's reputation as a pioneer is not effectively conveyed to the export market. Thus, a feasible target could be to credibly brand Finland as a climate and environmental technology expert. Credibility requires successful implementation of the planned emission reduction measures without the loss of social cohesion (for example, due to poor employment outcomes).

The interviewed companies called for perseverance and predictability in climate policy. Correctly aimed climate policy measures are believed to improve the export competitiveness of companies producing climate-efficient solutions and, by doing so, the ability to create prosperity and employment both at home and in export destination countries. This may occur while the carbon footprint is kept low in Finland and the carbon handprint as is kept as high as possible in the export destination country. Perseverance would be best achieved when companies, research institutes and universities (as well as export support and financial organisations) jointly contribute to the export success of new technological innovations.

The roles of public investment and labour market measures

The impact of public investment on short-term employment has traditionally been seen as a major stimulus factor, especially in times of economic recession. On the other hand, the understanding of public investment's ability to contribute to climate objectives and energy transition has so far been limited. As a response to the COVID-19 pandemic, strong increases in public investment made have been decided upon at both the EU level and in Finland in order to focus simultaneously on economic recovery and building sustainability. Public investment is needed in order to achieve the energy transition, and they can contribute to easing employment pressures during the transition period. According to our results, the labour needs of different investment types vary considerably, reflecting different labour intensities and degrees of domesticity. It is essential to note that varying measures examined in different emission sectors are needed to achieve the climate targets. The selection of investment types can also aim to employ, in particular, employees whose jobs are otherwise at risk of ending due to the reallocation.

We also assess the employment impact of climate change in relation to the continuous, strong labour re-allocation that characterises the labour markets in developed countries. Labour flows between sectors, occupations and businesses, and climate policy may accelerate this process. The costs associated with the re-allocation caused by climate policy essentially depend on whether the labour force in the regulated sectors decreases through reduced recruitment or layoffs. Workplace flows are sufficiently large to absorb even significant reallocations, such as the ones predicted by our macroeconomic model, through normal labour market dynamics. In principle, therefore, it is possible to decrease the workforce in any given sector by reducing recruitment, while the social costs of layoffs would probably be higher.

Policy recommendations

In the following, we summarise our results into key policy recommendation that support employment development and avoid employment-related risks in pursuing ambitious greenhouse gas emissions reductions.

Efforts must be made to support labour transitions during the structural change caused by climate policy through labour market policies and the maintenance and development of the functioning of the labour market

Based on our results, labour transitions during the structural change caused by climate policy must be supported by labour market policies and by maintaining and developing the functioning of the labour market. Structural change is causing changes in work tasks and the movement of labour within and between industries and between geographical

areas. According to our model calculations, the most significant employment effects come through the multiplier effects of production. Therefore, the re-allocation of labour must also be supported for sectors other than those directly regulated by climate policy. This could be done, for example, through labour policy.

Raising the average level of education supports employment, but skills related to solutions to the climate crisis are also needed

Based on interviews and a literature review, the change in skills needs as a result of climate change and related measures can be divided into three categories: (i) the threat of unemployment is highest at the lowest levels of education, (ii) situations in which the risk of unemployment is high may arise in Finland regionally or in certain industries and (iii) the climate change can create skills needs that the current workforce may not meet.

Due to the nature of the impact, the general objective of raising educational attainment is also beneficial from a climate change perspective. In addition, basic education and studying at a young age, as well as lifelong learning, can provide stronger skills for understanding the phenomenon of climate change and developing sustainable solutions for the whole age class. The use of support for sudden structural change for both retraining and industry change should be prepared to ensure a fair transition. In addition, conditions must be created for new skills through further training and by improving the availability of foreign labour.

Labour market training may be needed to support the change in skills needs generated by climate policy. In the light of literature, training should be targeted at those with the weakest employment opportunities and the training should be as short as possible. Effective tools should be used to support job search, e.g., automated professional counselling tools. At the same time, adequate labour market dynamics should be ensured.

Employment can be supported by shifting the focus of taxation from labour to environmentally harmful production and consumption

Climate policy increases climate benefits while causing inefficiencies in terms of economic activity. Efficiency losses can be reduced by using emissions payment revenues to reduce other taxes that distort the economy. According to previous literature and our model calculations, employment can be supported by targeting tax cuts to increase labour supply or demand. The magnitude of the positive employment effects of reducing labour taxation depends on how strongly the labour market reacts to changes in labour prices. However, environmental taxation erodes its own tax base. Hence, maintaining the employment effect will require a continuous expansion of the environmental tax base in the longer term.

Public investment will ease employment pressures during the transition phase of the energy transition

In order to achieve Finland's climate goals, effective investments are needed, which will be mainly implemented with the current production structures and know-how. The need for labour for different measures or investments varies. When making investments, from the perspective of domestic employment effects, the focus should be on the following measures: in the transport sector, it should be on the development of high-speed railways and the increase of charging stations for electric cars; regarding the energy consumption of buildings, it should be on the addition of heat pumps as well as extensive energy efficiency renovations; regarding energy supply, it should be on the introduction of new production methods for district heating and the strengthening of the electricity grid and energy storage solutions.

In the interviews, the companies emphasised the importance of sustainable public procurement. In order to improve the climate efficiency of public procurement, the following are examples of actions that can be taken: identifying the most important product groups in terms of climate impact, creating climate and environmental criteria for procurement and preparing procurement guidelines. The necessary resources to produce the above-mentioned knowledge base and tools for climate-sustainable procurement should be reserved, as should adequate and trained human resources for procurement units to ensure the efficient implementation of climate-related procurement.

Competitive innovation in green products leading to market success requires efficient R&D investments, cooperation and knowledge of emerging markets

Based on our results and previous literature, success in the green products market and the resulting positive employment and production effects require cooperation, both domestically and internationally. Climate policy must be pursued in coordination with partner countries as common regulation creates common markets and technological solutions. In addition, Finland participates significantly in the international value chains of green products, and by positioning itself correctly, Finland can seek both market success and efficiency benefits in the production of green products.

As a means of enhancing innovation, both the literature and our interviews show the importance of cooperation between companies, research institutes and universities. The role of export promotion agencies is also important. Based on the survey, knowledge of the legislation and conditions of the export destination country is a critical factor, especially for the export success of SMEs. Therefore, the companies' knowledge of their export countries needs to be improved and related services developed.

Cooperation can be used to support the development of internationalisation, for example, access to international and EU climate finance for the development of ecosystems created in the climate and environment cluster. International funding, 'European Green Deal' funding, stimulus money and domestic budgetary resources are available for greenhouse gas emission reduction measures. In order to target emission reduction investments and actions in an effective way, strict quantitative criteria should be developed and introduced. At the same time, there will be demand for climate efficiency technologies, which will help companies that have developed these technologies to gain domestic market references.

Our results show that research investments need to be translated into high-quality innovations before they can have a significant impact on competitiveness. Public R&D support is justified by various market failures in innovation, which are partly accentuated in the market for green products, not only by technological uncertainty but also by regulatory uncertainty.

Low carbon technologies today are often systems that are a combination of multiple devices, machines, and ICT and software. In addition to high-quality innovations, it is important to be able to offer complete solutions and deliveries. There are indications that building innovation and business ecosystems is a good way to deliver more comprehensive, higher value-added solutions. It is essential for Finnish SMEs to get into the value chains of international actors, and ecosystem co-development is a way to do that.

At the same time, the classification of green products should be constantly updated to reflect technological developments and new innovations in order to monitor developments in the sector and the impact of regulation. Neither the change in environmental problems nor the development of products and product systems are fully reflected in the current data.

In the fast-growing markets of developing countries, the concurrency of climate policy does not materialise in the same way as it does with peers. There is a need for low-carbon solutions, but the question is how the export destinations pursue and promote environmentally efficient technologies. Climate and environmental exports to developing countries' challenging but fast-growing markets can be boosted by new social environmental innovations. Exporting climate and environmental expertise to support administrations in developing countries can help establish carbon-neutral processes and solve other environmental problems, which would also improve the competitive position of Finnish green products in emerging markets.

1 Johdanto

Tässä raportissa arvioimme ilmastopolitiikan vaikutuksia työllisyyteen ja kartoitamme keinoja, joilla ilmastotavoitteet voidaan yhdistää suotuisaan työllisyyskehitykseen. Ilmastomuutoksen torjunnassa eletään kriittisiä aikoja maailman keskilämpötilan noustessa. Kunnianhimoista ilmastopolitiikka tarvitaan niin kotimaassa kuin globaalistikin. Samalla talouskehitys Suomessa on ollut heikkoa viimeisten viidentoista vuoden aikana ja erityisesti matala työllisyysaste kuormittaa julkisen talouden kestävyyttä. Pyrkimys sekä myönteiseen työllisyyskehitykseen että kunnianhimoiseen ilmastopolitiikkaan ovat olleet keskeisiä pääministeri Sanna Marinin hallitusohjelmassa, mutta vielä on epäselvää, millä edellytyksillä nämä politiikkatavoitteet ovat yhdessä toteutettavissa ja voidaanko esimerkiksi ilmastopolitiikan avulla tukea työllisyystavoitteen toteutumista.

Tutkimus toteutetaan arvioimalla mekanismeja ja vaikutuskanavia, joiden kautta ilmastopolitiikka vaikuttaa työllisyyteen. Kiinnostuksen kohteenaamme ovat ilmastopolitiikasta syntyvät muutokset työvoiman tarpeessa ja sen osaamis- ja ammattirakenteessa, kasvavat ilmastopolitiikkaan liittyvien tuotteiden markkinat sekä erilaiset julkiset investoinnit ja politiikkatoimet, joilla ilmastomuutokseen, työllisyyteen ja tuotemarkkinoihin voidaan vaikuttaa. Poliittikkavalmistelun näkökulmasta tarjoamme tietoa muun muassa siitä, millaisia työllisyyteen liittyviä mahdollisuuksia ja riskejä murrokseen liittyy. Hankkeessa tarkastellaan mahdollisuuksia ilmastoystävällisten tuotantotapojen ja tuotteiden vientimahdollisuuksien kautta. Riskejä tarkastellaan työllisyyskehityksen kannalta ongelmallisten ilmastopolitiikkatoimien kautta.

Hanke vastaa tietotarpeeseen hyödyntämällä monipuolisia tutkimusmenetelmiä ja aineistoja. Raportti jakautuu kolmeen osakokonaisuuteen, joista kootaan kokonaisnäkemys työllisyyden ja ilmastopolitiikan yhteyksistä.

Ensimmäisessä osakokonaisuudessa tarkastellaan ilmastopolitiikan työllisyyteen vaikuttavia mekanismeja ja vaikutuskanavia kansainvälisen kaupan kokonaistasapainomallilla (GTAP). Aiemmissä mallinnustöissä ilmastopolitiikka on aiheuttanut negatiivisia työllisyysvaikutuksia (Carbone & Rivers 2017, Hokkanen 2015), mutta yhdistettynä laajempaan veromuutokseen kokonaistyöllisyysvaikutukset voivat olla myös positiivisia (Tamminen ym. 2019). Hankkeessa GTAP-mallinnuksia täydennetään, erityisesti julkisten investointien työllisyysvaikutusten ymmärtämiseksi, yksityiskohtaisilla panos-tuotos-malleilla (Savolainen ym.2019).

Hankkeen kvantitatiivista näkökulmaa täydennetään kvalitatiivisilla menetelmillä, joilla syvennetään ja kirkastetaan kvantitatiivisesta aineistosta nousevia tuloksia. Haastatteluilla pureudutaan eri alojen näkemyksiin osaamistarpeiden ja ammattirakenteen muutoksista.

Kokonaisuudessaan kansainvälinen kirjallisuus on melko johdonmukaista siitä, että tiukemmalla ympäristölainsäädännöllä ei ole merkittäviä vaikutuksia kokonaistyöllisyyteen (Bernan & Bui 2001; Cole & Elliott 2007; Arrow ym. 1996). Työllisyysvaikutukset ovatkin tutkimuskirjallisuuden perusteella hyvin alakohtaisia: tiukalla ympäristöregulaatiolla on huomattu olevan joidenkin sektoreiden osalta positiivinen ja toisten osalta negatiivinen työllisyysvaikutus (Golombek & Baknerud, 1997; Walker, 2011; Haftstead & Williams, 2018). Tiukempi lainsäädäntö voi siis vähentää joidenkin sektoreiden työllisyyttä, siirtää työtä sektorilta toiselle ja muuttaa siten osaamistarpeita ja väliaikaisesti vaikuttaa kokonaistyöllisyyteen kohtaanto-ongelman vuoksi.

Toisena osakokonaisuutena pureudutaan ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyvien, vihreiden tuotteiden kansainvälisiin markkinoihin. Suomen menestymistä ja menestyksen tekijöitä vihreiden tuotteiden markkinoilla on syytä tarkastella erityisellä huolella, koska kilpailukykyinen vihreiden tuotteiden vienti kasvaville kansainvälisille markkinoille voisi tarjota sekä ilmastonmuutoksen torjunnan että Suomen ulkoisen kilpailukykyyn kohentamisen kannalta hyviä mahdollisuuksia. Markkinoista on kuitenkin vielä käytännössä vähän laajaa tietoa ja analyysimme tarjoaakin ainutlaatuisen näkökulman vihreiden tuotteiden innovaatioiden, kansainvälisten tuotevirtojen ja sääntelyn yhteyksien ymmärtämiseen.

Taloustieteilijät ovat ajatelleet perinteisesti, että ympäristösääntely lisää kustannuksia yrityksille. Sääntely voi näin ollen vaikuttaa kotimaisen teollisuuden kilpailukykyyn, jos politiikan tiukkuus vaihtelee eri maissa, ja se asettaa kotimaiset yritykset epäedulliseen asemaan ulkomaisiin kilpailijoihinsa nähden (Copeland ja Taylor, 2004). Sääntely voi silti olla toki kannattavaa, mikäli sillä saavutetaan samalla ympäristötavoitteita. Sääntelyn keskeisenä tehtävänä on asettaa hinta päästöille, ei välttämättä parantaa tuottavuutta tai kilpailukykyä.

Optimistisempi näkemys on, että ympäristösäännöksillä voidaan edistää ympäristöystävällisten teknologioiden innovointia, auttaa säänneltyjä yrityksiä saavuttamaan teknologinen johtoasema ja vauhdittaa laajempaa talouskasvua. (Dechezleprêtre & Sato 2017) Sääntely voisi siten vaikuttaa myönteisesti kansantalouden kilpailukykyyn. Aiempi tutkimus ei ole toistaiseksi osoittanut, että ympäristöpolitiikka olisi tuottanut niin voimakasta innovaatiotoimintaa, että sen kokonaistaloudelliset positiiviset kilpailukykyvaikutukset ylittäisivät politiikasta aiheutuneet kustannushaitat (Dechezleprêtre & Sato, 2017). Tämä ei tarkoita sitä, etteikö ilmastopolitiikka voisi edesauttaa positiivista kehitystä ja kilpailukykyä esimerkiksi yksittäisillä toimialoilla tai tuoteryhmissä. Kilpailukykyyn, innovatiivisuuteen ja sääntelyn yhteydet ovat lisäksi hyvin monimutkaisia.

Kolmannessa osioissa pohditaan julkisten sektorin aktiivisten toimien roolia osana käynnissä olevaa murrosta. Siinä tarkastellaan ensinnäkin ilmastotavoitteita edistävien julkisten investointien merkitystä. Julkiseksi investoinneiksi voidaan lukea valtion ja kuntien sekä valtion tukea saavien yksityisten yritysten investoinnit esimerkiksi uusiutuvan energian käyttöönottoon, julkiseen liikenteeseen sekä turpeen ja kivihiilen käytöstä luopumiseen. Uusiutuvan energian potentiaalien, kuten tuulivoiman, aurinkoenergian, maalämmön ja ilmalämmön, käyttöönoton investointien aluetaloudellisia työllisyysvaikutuksia ovat tutkineet esimerkiksi Savolainen ym. (2019b) ja Karhinen (2020), turpeen käytön lopettamisen talousvaikutuksia Soimakallio ym. (2020) ja paikallisen raideliikenteen investointien talousvaikutuksia Ollikainen ym. (2020).

Julkisten investointien työllisyysvaikutuksia arvioidaan kirjallisuuskatsauksen ja aiempaa tutkimusta täydentävien mallilaskelmien avulla. Tuloksena tuotetaan määrälliset arviot erilaisten julkisten investointien työllisyysarpeista, joiden avulla vertailla erilaisia toimenpiteitä ja toimenpideyhdistelmiä, sekä niiden asettamisen järjestykseen erilaisien tunnuslukujen pohjalta.

Toisaalta tarkastelussa ovat työvoimapolitiikan erilaiset keinot. Työvoimapolitiikan näkökulmasta ilmastopolitiikka on vain yksi monista ajureista, jotka synnyttävät nykyisen työn murroksen (Kauhanen et al. 2015). Työn murros muuttaa ammattirakenteen ja kannattavuuden lisäksi myös työn tekemisen tapoja, paikkoja, ja ansaintaa. Sen eri ajurit ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa keskenään, joka tekee muutoksesta vaikeasti ennakoitavan ja viheliäisen. (Anttila ym., 2019; Acemoglu, 2015, Brynjolfsson, E. & McAfee, A., 2014).

Jotta selvitys tukisi päätöksentekoa, tuodaan hankkeen tulokset yhteen ymmärrettäviksi politiikkasuosituksiksi. Poliittikkasuositusten muotoilun lähtökohdaksi otetaan mahdollisten toimien jäsentely EU-komission ilmastopolitiikan toimien taksonomian kautta. Taksonomiassa ilmastopolitiikan toimet jaetaan markkinaehtoiisiin (päästökauppa, vastuulainsäädäntö jne.) ja ei-markkinaehtoiisiin toimiin (kiellot, raportointivaatimukset jne.). Ilmastopolitiikan toteutustapojen vertailun lisäksi hankkeessa tutkitaan muita politiikkatoimia, joilla voidaan tukea ilmastopolitiikan aiheuttaman työmarkkinamurroksen positiivisia kehitysuria. Tällaisia ovat mm. politiikkatoimet, joilla voidaan vaikuttaa ammatilliseen ja alueelliseen liikkuvuuteen.

Lisäksi tarvittavia politiikkatoimia työllisyyden murroksen reiluuden varmistamiseksi sekä pitkällä aikavälillä että siirtymäkaudella tunnistetaan yhdessä tärkeimmiksi tunnistettujen sidosryhmien kanssa. Lähes yhtä tärkeänä kuin itse politiikkainstrumenttia, voidaan pitää prosessia, jolla siihen päädytään. Ennakoitavuus ja politiikkatoimien vaikutuspiirissä olevien tahojen mukaan ottaminen prosessiin luo edellytyksiä mahdollisimman onnistuneelle ilmastopolitiikan toteutukselle. Se helpottaa myös sekä tuotanto- että koulutusinvestointien kohdistamista.

2 Ilmastopolitiikan työllisyysvaikutukset

Tässä luvussa havainnollistetaan keskeisiä mekanismeja ja vaikutuskanavia, joiden kautta ilmastopolitiikka vaikuttaa työllisyyden tasoon ja työvoiman allokaatioon. Koska tutkimuskysymys on laaja ja monimutkainen, on sitä syytä tarkastella eri näkökulmista. Ilmastopolitiikan lisäksi myös itse ilmastonmuutos aiheuttaa talouden ja yhteiskunnan rakennemuutosta pitkällä aikavälillä muun muassa muuttuvan markkinakysynnän sekä lämpenevän ilmaston suorien vaikutusten kautta. Lisäksi ilmastopolitiikka on osa jatkuvaa talouden ja yhteiskunnan rakennemuutosta, johon vaikuttavat sen lisäksi esimerkiksi digitalisaation, väestön ikääntymisen ja globalisaation kaltaiset muutosvoimat.

Keskeisten mekanismien tarkastelun lähtökohtana on kokonaistasapainomallinnuksesta, sidosryhmien haastatteluista ja näitä tukevasta kirjallisuuskatsauksesta nouseva ymmärrys siitä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa kansantaloudessa.

Johdonmukaisessa mallitarkastelussa ilmastopolitiikan erilaisia vaikutuksia ei voida erottaa, vaan niitä on tutkittava yhdenaikaisesti. Tässä hankkeessa mallitarkastelu tehdään kansantaloutta kuvaavalla GTAP-kokonaistasapainomallilla (Corong ym. 2017). Mallinnuksen työkaluna toimivat erilaiset skenaariot, joiden avulla havainnollistetaan politiikkatoimien ja rakenteellisten mekanismien vaikutuksia työmarkkinatulemiin. Lähtökohtana on hiilineutraalisuuteen siirtymistä havainnollistava peruslaskelma ja sen ympärillä tarkasteltavat erilaiset vaihtoehtoskenaariot.

Makrotaloudellisten mallien vahvuus on, että ne tarjoavat systemaattisia näkökulmia yhteiskunnallisten mekanismien ymmärtämiseksi. Samalla ne kuvaavat vääjäämättä ilmiöitä yksinkertaistaen. Vaikutuksia arvioidaan pitkällä aikavälillä. Sen sijaan talouden sopeutumisuraa uuteen tasapainoon ei mallin avulla tarkastella.

Tässä hankkeessa ymmärrystä täydennetään keskeisten toimialojen edustajien haastattelutuloksilla, joiden avulla saadaan tietoa eri toimialojen kokemuksista ilmastonmuutoksen hillinnän työmarkkinavaikutuksista, sekä siihen liittyvästä osaamistarpeiden muutoksesta ja siihen varautumisesta käytännön tasolla. Tarkastelua syvennetään lisäksi luvuissa 3 ja 4 koskien kansainvälistä kilpailukykyä ja julkisten toimien vaikutuksia.

2.1 Taustaa

Kokonaisuudessaan kansainvälinen kirjallisuus on melko johdonmukaista siitä, että tiukemmalla ympäristölainsäädännöllä ei ole merkittäviä vaikutuksia kokonaistyöllisyyteen (Bernan & Bui 2001; Cole & Elliott 2007; Arrow ym. 1996). Työllisyysvaikutukset ovatkin tutkimuskirjallisuuden perusteella hyvin alakohtaisia: tiukalla ympäristöregulaatiolla on huomattu olevan joidenkin sektoreiden osalta positiivinen ja toisten osalta negatiivinen työllisyysvaikutus (Golombek & Baknerud, 1997; Walker, 2011; Haftstead & Williams, 2018). Tiukempi lainsäädäntö voi siis vähentää joidenkin sektoreiden työllisyyttä, siirtää työtä sektorilta toiselle ja muuttaa siten osaamistarpeita ja väliaikaisesti vaikuttaa kokonaistyöllisyyteen kohtaanto-ongelman vuoksi.

Rakennemuutoksen merkittävin ulottuvuus lieneekin ammattirakenteen ja osaamistarpeiden muutos – toiset toimialat kasvavat, kun toiset kuihtuvat, syntyy kokonaan uusia työnkuvia sekä monet ammatit muuttuvat vihreämmiksi (Strietska-Ilina ym. 2012). Jotta ilmastopolitiikan vaikutus työllisyyteen on neutraali, tai jopa positiivinen, on keskeistä, että siirtymä katoavista työpaikoista uuden talouden tarjoamiin mahdollisuuksiin on mahdollisimman jouheva. Osaamistarpeiden muutosten ennakointi ja niihin varautuminen on avainkysymys siirryttäessä kohti vähähiilisempää taloutta, jotta työvoima liikkuu tehokkaasti sinne, missä sillä on suurin tarve tulevaisuudessa (Strietska-Ilina ym., 2011; ILO, 2011; Marin & Vona, 2019).

Teoreettisemmasta viitekehyksestä tarkasteltuna vähähiiliseen talouteen siirtymisestä aiheutuvien osaamistarpeiden muutoksista on olemassa jonkin verran kansainvälistä tutkimusta. Esimerkiksi Strietska-Ilina ym. (2012) mukaan vähähiiliseen talouteen siirtyminen aiheuttaa muutoksia osaamistarpeissa kolmella tavalla:

1. Vihreä uudelleenstrukturointi (green restructuring) eli taloudelliset aktiviteetit siirtyvät pois saastuttavilta aloilta ja yrityksistä. Käytännössä tämä ymmärretään usein esimerkiksi talouden palveluvaltaistumisena tai teollisuuden painopisteen siirtymisenä vähemmän saastuttavaan tuotantoon. Vihreä uudelleenstrukturointi muuttaa siis erilaisten osaamisalueiden suhteellisten osuuksien tarvetta.
2. Uudet työnkuvat (new occupations), jotka syntyvät vihreään talouteen siirtymisen myötä. Nämä voivat olla esimerkiksi kiertotalouteen tai uusiin energia- ja hiilensidontateknologioihin liittyviä ammatteja. Uudet työnkuvat voivat synnyttää tarpeita kokonaan uudellelaiselle osaamiselle.
3. Olemassa olevien työnkuvien vihertyminen (greening existing jobs), joka voi koskettaa suuressa tai pienessä mittakaavassa lähes kaikkia ammatteja. Tyypillisiä esimerkkejä ovat kiinteistöhuoltoon ja -korjaamiseen liittyvät työt tai muutokset jätteenkäsittelyyn liittyvissä ammateissa.

Lähtökohtaisesti ilmastopolitiikan tuottamat ilmastohyödyt saavutetaan sellaisten muutosten avulla, jotka nostavat etenkin lyhyellä aikavälillä tuotantokustannuksia ja aiheuttavat hyvinvointitappiota tuotantosektorilla. Nämä tappiot korostuvat, jos ilmastopolitiikka on epäsymmetristä ja yritykset menettävät kilpailuasemiaan maailmanmarkkinoilla. On kuitenkin myös esitetty, että ilmastopolitiikasta voidaan saada kilpailuhyötyä. Tämän ns. Porter-hypoteesin mukaan, tiukka ilmastopolitiikka voi johtaa teknologisiin läpimurtoihin, joiden avulla voidaan valloittaa uusia asemia maailmanmarkkinoilla (Porter 1991). Toisaalta ilmastopolitiikan aiheuttamia tuotantosektorin tehokkuustappioita voidaan kompensoida käyttämällä ilmastopolitiikan vero- ja päästömaksutulot olemassa olevien talouden toimintaa vääristävien verojen laskemiseen (esim. Goulder 1995). Työllisyysvaikutusten kannalta keskeistä on näiden tulojen käyttäminen työmarkkinoita vääristävän verokiilan pienentämiseen. Tällöin parhaassa tilanteessa voitaisiin kenties saavuttaa ns. kaksoishyöty (double dividend), jossa ilmastomuutoksen hillintä saadaan yhdistettyä taloudellisen aktiviteetin kasvamiseen. Sekä Porter-hypoteesin vaikutuksia että kaksoishyödyn mahdollisuutta tarkastellaan mallilaskemissa. Porter-hypoteesin toteutumista tarkastellaan lisäksi myöhemmin Innovaatioiden yhteydessä (Jakso 3.3).

Suomen ilmastopolitiikan valmistelua tukevissa hankkeissa työllisyysvaikutusten tarkastelu on jäänyt vähälle. Esimerkiksi Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys hankkeessa (PITKO; Koljonen ym. 2019) ja PITKO-jatko hankkeessa Hiilineutraali Suomi 2035 (Koljonen ym. 2020) on raportoitu ainoastaan työvoiman kontribuutio kansantuotteen kasvuun. Jaksolla 2019–2035 työvoima nostaa kansantuotteen kasvua eri skenaarioissa suunnilleen saman verran kuin WEM-skenaariossa. Pidennettäessä tarkastelujakso vuoteen 2050, työvoiman vaikutus talouskasvuun on Jatkuva kasvu -skenaariossa selvästi ja Säästö-skenaarioissa jonkin verran alempi kuin WEM-skenaariossa. Hiilineutraalisuustavoitteen saavuttaminen aiheuttaa tuotantorakenteessa jonkin verran muutoksia EU:n ilmastotavoitteet sisältävään WEM-skenaarioon verrattuna. Palvelusektorien osuus kokonaistuotannosta alenee Jatkuva kasvu -skenaariossa jonkin verran WEM skenaarioon verrattuna, kun taas Säästö-skenaariossa osuus on hieman WEM-skenaariota korkeampi. Jatkuva kasvu skenaariossa koneiden ja laitteiden sekä metallien valmistus kasvaa investointien myötä. Rakentamisen osuus alenee tai pysyy samalla tasolla kaikissa skenaarioissa WEM skenaarioon verrattuna. Substituutiovaikutuksen takia tuotantomuutoksista ei voi suoraan päätellä toimialoittaisia työllisyysvaikutuksia.

SITRAn teettämässä raportissa (Tamminen ym. 2019) on arvioitu kattavan verouudistuksen taloudellisia vaikutuksia. Raportissa esitetään myös työllisyysvaikutukset kansantalouden ja toimialatasolla. Työllisyysvaikutukset on arvioitu kahdelle skenaariolle, josta ensimmäisessä verotuksen painopistettä siirretään teollisuuden energiankäyttöön mm. poistamalla energiaverohelpotuksia. Toisessa, kuluttajien päästöverotusta kasvattavassa, skenaariossa puolestaan otetaan käyttöön kulutus pohjainen päästömaksu ja lisätään mm. liikenteen verotusta. Raportin mukaan kokonaistyöllisyys paranee perusuraan verrattuna,

jos energiaverotuotot käytetään tuloveron keventämiseen. Työllisyys on tällöin perusuraa korkeampi myös kaikilla toimialoilla öljynjalostusta ja kaivannaisteollisuutta lukuun ottamatta. Sen sijaan vaihtoehdossa, jossa joko alennetaan työnantajan sosiaalivakuutusmaksuja ja yritysveroja tai käytetään energiaverotulot valtion velan maksuun, työllisyys on perusuraa alempi. Elektroniikka- sekä massa ja paperiteollisuudessa työllisyys on kuitenkin perusuraa korkeammalla tasolla.

2.2 Keskeiset mekanismit: mallinnuksen näkökulma

Tässä jaksossa esitetään kokonaistaloudellisella mallilla tehtyjä tarkasteluja, joiden tavoitteena on valaista ilmastopolitiikan keskeisiä vaikutuskanavia ja mekanismeja työllisyyteen. Laskelmien tavoite ei siis ole antaa täsmällisiä ennusteita ilmastopolitiikan vaikutuksista Suomen talouden kehitykseen. Sen sijaan laskelmat antavat käsityksen siitä, ovatko eri tekijöiden työllisyysvaikutukset positiivisia vai negatiivisia ja vaikutusten suuruusluokasta Suomen kaltaisen pienen avotalouden tapauksessa.

2.2.1 Mallilaskelmien metodologia ja skenaariot

Tässä alajaksossa esittelemme mallilaskelmien metodologiaa. Keskitymme erityisesti mallin keskeisten piirteiden esittämiseen, laskelmiin liittyvien oletusten kuvaamiseen ja lähestymistavaksi valitun skenaariotarkastelun kuvaamiseen ja motivointiin.

GTAP-mallin pääpiirteet

Mallinnustyön lähtökohtana on globaali kansainvälisen kaupan tarkasteluun kehitetty Global Trade Analysis Project (GTAP) -malli (Corong ym. 2017), joka on luonteeltaan laskennallinen yleisen tasapainon malli. Koska GTAP-malli on kehitetty kuvaamaan kansainvälisen kaupan mekanismeja, on sillä luontevaa tarkastella Suomen kaltaista pientä avotaloutta, jonka elinkeinotoiminta on merkittäväällä tavalla kytkeytynyt globaaleihin markkinoihin. Toisaalta globaalina mallina sitä ei ole erityisesti kehitetty Suomen tarpeisiin ja suomalaisten erityispiirteiden mukaan. Tämä tuo omia haasteita käytetyn datan ja tulosten tulkitintaan. Siksikin malli soveltuu parhaiten ilmastopolitiikan ja työllisyyden välisten mekanismien vaikutussuuntien ja suuruusluokkien tarkasteluun täsmällisten piste-ennusteiden laadinnan sijaan.

Tässä työssä käytetään malliversiota GTAP-E-Power (Peters 2016), jossa GTAP-E-mallin (Burniaux & Truong 2002) täsmennettyä energiasektorikuvausta on täydennetty rikkaammalla sähköntuotantokuvauksella. Polttoainekäytön kytkeminen kasvihuonekaasupäästöihin mahdollistaa ilmastopolitiikan keskeisten vaikutuskanavien tutkimisen.

GTAP-mallissa tuotantoteknologiat on kuvattu ns. sisäkkäisillä CES-funktioilla (Kuvio 2.2.1.1). CES-funktioissa tuotantopanoksien välinen ns. substituutiojousto on vakio (Constant Elasticity of Substitution). Mitä korkeampi jouston arvo on, sitä voimakkaammin tuotannossa voidaan panoskäyttöä sopeuttaa muuttuviin panoshintojen suhteisiin. Lisäämällä sisäkkäin uusia CES-funktioiden tasoja, voidaan sopivilla parametrivalinnoilla joustavasti kuvata hyvinkin erilaisia tuotantoprosesseja. Tarkempi mallikuvaus on esitetty laatikossa Mallikuvaus.

Mallikuvaus

GTAP-malli on globaali laskennallinen yleisen tasapainon malli, joka perustuu talouden toimijoiden optimointikäyttäytymiseen ja markkinoiden tasapainottumiseen hintasopeutuksen kautta. Mallissa on edustava kuluttaja, joka maksimoi eri kulutushyödykkeistä saamaansa hyödyn budjettirajoitteen vallitessa. Yritykset puolestaan minimoivat kustannuksiaan annetulla tuotantoteknologilla. Palkka ja pääoman hinta joustavat siten että tuotantopanosten ja hyödykkeiden kysynät ja tarjonnat tasapainottuvat. Kotimaiset ja ulkomaiset hyödykkeet ovat epätäydellisiä substituutteja. Tämä pehmentää kilpailukyky muutosten kautta tulevia vaikutuksia. GTAP-mallissa verrataan kahta erilaista tasapainoa (Corong ym. 2017). Siten se kuvaa tarkasteltavan politiikkatoimen tai muun shokin vaikutuksia pitkällä aikavälillä, mutta ei tuota sopeutumisuraa uuteen tasapainoon.

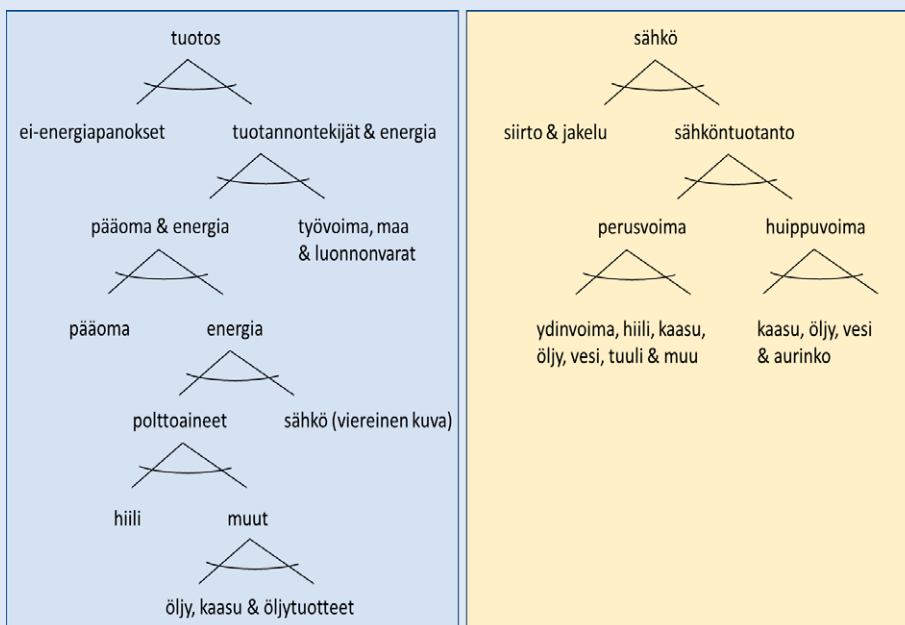
GTAP-malli ja sen lähtöaineiston tietokanta kattavat laajimmillaan 65 talouden sektoria ja 121 maata. Tässä työssä tehtyjen tarkastelujen kannalta tällainen jako on tarpeettoman yksityiskohtainen. Sen sijaan tarkastelussa käytettiin aggregoitua aineistoa, jossa on 31 talouden sektoria ja seitsemän maantieteellistä aluetta. Sektoreista 16 kuvaa energiantuotantojärjestelmää. Lisäksi energiaintensiiviset teollisuustoimialat käsitellään erillisinä. Muut teollisuustoimialat ja palvelusektorit on kuvattu laajempina aggregaatteina. Alueellisessa jaossa Suomi käsitellään erillään muusta EU:sta. Lisäksi jako kattaa laajemmat maantieteelliset alueet: Venäjä & Itä-Eurooppa, Aasia, Pohjois-Amerikka, Lätinalainen Amerikka ja Afrikka & Lähi-itä.

Tässä työssä käytettiin GTAP:in energian- ja sähköntuotantosektoreita täsmällisemmin kuvaavaa GTAP-E-Power-laajennusta (Peters 2016). GTAP-E-Power-mallilaajennus mahdollistaa täsmällisen energia- ja sähkösektoreiden tarkastelun sekä hiilidioksidipäästöjen kytkennän polttoainekäyttöön. Siten

malli kuvaa täsmällisesti eri toimialojen polttoainekäyttöön liittyvät päästöt. Malli ei kata maataloussektorin tai maankäyttösektorin päästöjä kuin osin. Lisäksi mallissa on teollisuuden tuotantoprosessien päästöt mukana vain siltä osin, kuin ne liittyvät fossiilisten polttoaineiden käyttöön.

Koska GTAP-E-Power on globaali malli, sen kaikki yksityiskohtia ei ole laadittu Suomen erityispiirteiden mukaisesti. Suomen kannalta keskeisiä puuttuvia yksityiskohtia ovat lämmön ja sähkön yhteistuotanto (CHP) ja turve erillisenä polttoaineena. GTAP-lähtöaineiston perusteella on tulkittavissa, että lämmön ja sähkön yhteistuotanto on aineistossa kuvattu keskeisiltä osin sähkösektorin perusvoiman tuotannon kautta. Perusvoiman polttoainekäytön vähentyminen voidaan nähdä siis osaltaan siirtymisenä kaukolämmöntuotannossa sähkön perustuviin lämmitysjärjestelmiin kuten lämpöpumppuihin. Lämmöntuotannon täsmällisempi mallintaminen ei ole mahdollista. Turve on GTAP-E-Power-mallissa puolestaan aggregoitu kivihiihen yhteyteen. Mallilla ei siis voida tarkastella näihin polttoaineisiin liittyviä erillisiä politiikkatoimia.

Kuvio 2.2.1.1. GTAP-E-Power-mallin tuotantoteknologian yleinen rakenne (vasen taulu) ja sähköntuotannon rakenne (oikea taulu). Iso "A"-symboli kuvaa alla olevien panosten aggregointia CES-tuotantofunktiolla.



Mallissa tuotantoteknologiat kuvataan kaikilla alueilla samanlaisella joustavalla sisäkkäisten CES-tuotantofunktioiden kokoelmalla (Kuvio 2.2.1.1), mutta funktioiden parametriarvot ovat sektori- ja aluekohtaisia. CES-tuotantofunktioissa panoksia voidaan yhdistää eri tavoin panoshintojen suhteellisten hintojen muuttuessa. Panoskäyttöä voidaan sopeuttaa hintamuutoksiin sitä enemmän, mitä suurempi ns. substituoitajousto panosten välillä on. Substituutiojoustoilla onkin merkittävä vaikutus laskelmien tuloksiin ja ilmastopolitiikan vaikutusten suuruuteen. Tässä työssä lähtökohtana on GTAP-E-Power-tietokannan substituoitajoustojen arvot. Eräitä joustojen arvoja muutettiin teknologiamurroksen kuvaamiseksi (ks. jakso Peruslaskelman oletuksista).

Sisäkkäisiin tuotantofunktioihin perustuva mallirakenne mahdollistaa hyvinkin erilaisten tuotantoteknologioiden kuvaamisen parametrien arvoja muuttamalla. Esimerkiksi liikenteen energiakäyttö perustuu GTAP-tietokannan lähtöaineistossa valtaosin fossiiliseen polttoaineeseen. Tietokannan mukainen alhainen substituoitajousto fossiilisten polttoaineiden ja sähkön välillä vastaa hyvin vuoden 2014 tilannetta. Vuoden 2014 teknologiolla liikenteen sähköistyminen vaatisi huomattavaa fossiilisten polttoaineiden (päästömaksullisen) hinnan nousua sähkön hintaan verrattuna. Substituutiojouston korkeampi arvo mahdollistaa liikenteen ja kuljetusten järjestämisen niin, että sähkön rooli on merkittävämpi. Korkeampi substituoitajousto kuvaa siis tulevaisuuden teknologioita, joissa sähkö on fossiilisiin polttoaineisiin nähden tasavertaisempi energianlähde liikennesektorilla.

Ulkomaankaupan kuvauksessa on käytetty ns. Armington-oletusta, jonka mukaan kotimaiset ja ulkomaiset hyödykkeet ovat epätäydellisiä substituoitajoustoja. Korvattavuus on kuvattu kaksitasoisella rakenteella, jossa suhteellinen hinta määrittää ensin kotimaisen ja ulkomaisen hyödykkeen osuudet. Korvattavuutta kuvaava jousto on 2–4 useimmille hyödykkeille. Ulkomainen hyödyke puolestaan koostuu eri maissa/maaryhmissä tuotetuista hyödykkeistä korvattavuutta kuvaavan jouston ollessa pääosin 4–8. Fossiilisille polttoaineille korvattavuus on suurempi molemmilla tasoilla. Joustojen arvot perustuvat GTAP-tietokantaan.

GTAP-lähtöaineistossa työvoima on jaettu korkean koulutustason ja matalamman koulutustason työtehtäviin. Korkean koulutustason työtehtäviin kuuluu kaksi työvoimaluokkaa ja matalamman koulutustason työtehtäviin kolme luokkaa. Työvoima ei voi siirtyä luokasta toiseen. Luokittelu perustuu

kansainväliseen ammattinimikkeiden ISCO-08-luokitukseen. Korkean koulutustason luokista ”johtajat” kattaa ISCO-08-luokat 1 (johtajat) ja 2 (erityisasiantuntijat) ja luokka ”asiantuntijat” kattaa ISCO-08-luokan 3 (asiantuntijat). Matalamman koulutustason luokat ”toimistotyöntekijät” ja ”palvelu & myynti” kattavat ISCO-08-luokat 4 (toimisto- ja asiakaspalvelutyöntekijät) ja 5 (palvelu- ja myyntityöntekijät). Kolmas matalamman koulutustason luokka ”muut” kattaa jäljelle jäävät ISCO-08-luokat. Luokka sisältää mm. maanviljelijät, rakennus-, korjaus- ja valmistustyöntekijät sekä prosessi- ja kuljetustyöntekijät.

Suomessa työntekijämäärillä mitattuna suurimmat luokat ovat ”johtajat” sekä ”muut”, joissa vuonna 2020 oli 800 000 ja 670 000 työntekijää (Tilastokeskus 2021). ”Asiantuntijat” ja ”palvelu & myynti” ovat seuraavaksi suurimmat luokat (500 000 ja 440 000) ja ”toimistotyöntekijät” selvästi pienin (130 000). GTAP-tietokannassa palkkasummalla mitattuna suurin on luokka ”johtajat”, jota seuraa melko samansuuruisina ”asiantuntijat”, ”muu” ja ”palvelu & myynti”. ”Toimistotyöntekijät” on pienin ryhmä myös palkkasummalla mitattuna. GTAP-tietokannan työvoimaluokkien kokonaispalkkasumat ovat linjassa Tilastokeskuksen tilastojen kanssa.

Peruslaskelma ja skenaariotarkastelut

Mallitarkastelun työkaluna toimivat skenaariot, joiden avulla havainnollistetaan erilaisten politiikkatoimien ja rakenteellisten mekanismien vaikutuksia työmarkkinatulemiin. Lähtökohtana on hiilineutraalisuuteen siirtymisen havainnollistaminen ns. Peruslaskelmaa käyttäen. Kehitystä sen ympärillä tarkastellaan erilaisten vaihtoehtoskenaarioiden avulla. Ne kuvaavat kuinka erilaiset politiikkamuutokset sekä talouden riskit ja mahdollisuudet voivat toteutuessaan vaikuttaa kehitykseen. Vaihtoehtoskenaariot esitellään seuraavassa osiossa.

Peruslaskelma kuvaa maailmantilaa, jossa Suomi toteuttaa määrätietoisesti EU:n yleistä linjaa kunnianhimoisempaa ilmastopolitiikkaa. Suomi tavoittelee hiilineutraalisuutta vuoteen 2035 mennessä ja EU vuoteen 2050 mennessä. Lisäksi peruslaskelmassa EU:n ulkopuolisen maailman ilmastopolitiikka on GTAP-tietokannan mukaisella vuoden 2014 tasolla.

Peruslaskelma on kalibroitu niin, että asettamamme ilmastopolitiikka tuottaa sektoreittain päästövähennyksiä, jotka ovat linjassa pitkän aikavälin päästökehitystä luodanseen PIT-KO-jatko-projektin Jatkuva kasvu -skenaarioiden vuoden 2035 tulosten kanssa (Koljonen et al. 2020). Tämän päämäärän saavuttamiseksi Suomessa on tämän hetken ja vuoden 2035 välisenä aikana investoitu uusiin teknologioihin niin, että tuotantoprosessien ja liikenteen

sähköistyminen on edennyt huomattavan pitkälle. Kutsumme tätä kehityskulkua prosessien sähköistämiseen liittyväksi teknologiamurrokseksi.

Peruslaskelmassa kuvattu teknologiamurros merkitsee laajoja muutoksia paitsi energian käytössä, myös tuotantotavoissa, sillä mallinnuksessa tuotantovälineiden käyttö sopeutuu varsin joustavasti ilmastopolitiikan synnyttämään kustannuspaineeseen.

Mallilaskelmat eivät kuitenkaan tavoita kaikkia hiilineutraalisuustavoitteen synnyttämiä uusia, pysyviä työpaikkoja. Kiertotalous on mainittu yhtenä uutena työllistäjänä. Kiertotalouden sisällyttäminen osaksi kansantalouden optimointia on kuitenkin haastavaa eikä tällaista mallityökalua olekaan toistaiseksi olemassa. Esimerkiksi Kiertotalouden strateginen ohjelma ei sisällä työllisyysvaikutusarvioita. Laskelma ottaa huomioon vihreiden tuotteiden ja palveluiden kasvavaan maailmanmarkkinakysyntään liittyvät suorat ja välilliset työpaikat päästömaksun ohjatessa kulutusta pois päästöintensiivisistä tuotteista. Vihreisiin teknologioihin liittyvää vientipotentiaalia ja työpaikkoja tarkastelut eivät kuitenkaan sisällä. Suurten teknologisten murrosten kuten vetyteknologian käyttöönoton vaikutukset Suomen teollisuuden kilpailukykyyn ja työllistävyyteen jäävät myös tarkastelun ulkopuolelle. Rakennusten energiantehokkuuden parantaminen mainitaan usein uusien työpaikojen lähteenä. Nämä työpaikat ovat kuitenkin luonteeltaan pääosin tilapäisiä. Esimerkiksi Honkatukian ym. (2015) korjausrakentamisen 2012–2013 voimaanastuneiden energiatehokkuusmääräysten talousvaikutuksia koskevan tarkastelun mukaan työpaikkoja syntyy kyllä jossain määrin rakentamiseen, mutta kokonaistyöllisyysvaikutus jää selvästi pienemmäksi ja hiipuu melko nopeasti.

Peruslaskelman oletuksista

Esittelemme seuraavassa tarkemmin peruslaskelman yksityiskohtia. Peruslaskelmassa EU:ssa on asetettu useimmille toimialoille päästömaksun tasoksi 75 €/tCO₂ ja Suomelle korkeampi 100 €/tCO₂. Liikenteelle ja kotitalouksien päästöille päästömaksujen tasot ovat EU:ssa 200 ja Suomessa 300 €/tCO₂. Päästömaksu on tulkittava lisäyksenä vuoden 2014 päästömaksujen ja energiaverotuksen tasoihin. Peruslaskelmassa muualla maailmassa ei ole tällaista päästömaksun lisäystä käytössä. Vaikka mallissa ilmastopolitiikka on teknisesti toteutettu päästömaksuna, voidaan sille antaa muitakin tulkintoja. Vaihtoehtoiset tavat toteuttaa ilmastopolitiikka vaikuttavat niistä kertyviin päästömaksutuloihin. Tätä ei laskelmissa suoraan voitu tarkastella, mutta se tulee huomioida tulosten tulkinnassa. Peruslaskelmassa päästömaksutulot kerryttävät tasapalautuksena alueellista budjettia, josta varat ohjataan yksityiseen ja julkiseen kulutukseen sekä investointeihin. GTAP-tietokanta sisältää suhteellisen monipuolisesti eri veroja ja tukia (kulutusverot toimialoille, kotitalouksille ja investoinneille, tuotannontekijämaksut ja tuotannontekijätuloverot). Erityisesti ilmastopolitiikan kannalta relevantteja mallissa huomioituja veroja ovat mm. kotitalouksien ja

toimialojen sähkö- ja polttoaineverot. Verojen tasot ovat vuoden 2014 mukaiset ja vastaavat melko hyvin Suomen todellista tilannetta.

Peruslaskelmaan sisältyvä sähköistymiseen liittyvä teknologiamurros mallinnettiin erityisesti energian tuotantoteknologioiden substituutiojoustoja muuttamalla. Keskeisenä lähtökohtana oli näkemys, että sähköntuotannossa ja -kysynnässä tapahtuu teknologista kehitystä. Keskeisessä asemassa on älykkäiden verkkojen tuoma kehitys, jossa kysynnän vaihteluja pystytään tehokkaammin tasaamaan. Tämän katsottiin vähentävän perus- ja huippuvoiman välistä eroa, mikä toteutettiin näiden välistä substituutiojoustoja kasvattamalla. Vastaavasti älykkäissä verkoissa polttoon perustuvien säädettävien ja heikommin säädettävien uusiutuvien sähköntuotantomuotojen välinen ero pienenee. Tämä toteutettiin mallissa kasvattamalla näiden välistä substituutiojoustoja.

Lisäksi oletettiin, että teollisuuden tuotantoprosesseissa kehitetään teknologioita, jotka mahdollistavat polttoainekäytön korvaamisen sähköllä. Tämä toteutettiin korottamalla polttoainekäytön ja sähkön välistä substituutiojoustoja. Teknologiakuvaus sallii siis pitkän aikavälin tarkasteluissa tuotannon järjestämisen joko polttoaineita tai sähköä käyttäen. Mallissa valinta tehdään polttoaineiden ja sähkön suhteellisten hintojen perusteella. Ilmastopolitiikan nostaessa fossiilisten polttoaineiden hintaa, sähköistäminen minimoi tuotantokustannukset. Joustomuutosten lisäksi Peruslaskelmassa kasvatettiin hieman vähäpäästöisten sähköntuotantomuotojen tuottavuutta ja sähkön käytön tuottavuutta teollisuudessa ja liikenteessä. Lisäksi vesivoiman tuotantotaso pidettiin Suomessa nykytasollaan.

Edellä kuvattu teknologiamurros oletettiin tapahtuvaksi vain Suomessa. Tässä lähtökohdalla on ajatus, että Suomi kunnianhimoisella ilmastopolitiikallaan saa ilmastotavoitteiden kannalta välttämättömän muutoksen aikaiseksi ennen muita maita tai alueita. On tärkeää huomata, että kuvattu murros lisää tuotannon panoskäytön joustavuutta, muttei merkittäväällä tavalla tuottavuutta. Murroksen vaikutukset liittyvät siis erityisesti asetetulla päästömaksun tasolla saavutettavan päästövähennyksen tasoon, mutta jonkin verran myös työllisyysvaikutusten kohdentumiseen toimialojen välillä (ks. 2.2.3 GTAP-skenaariotarkastelujen tuloksia). Teimme lisäksi herkkyystarkasteluja, joissa teknologiamurroksen oletettiin tapahtuvan myös muissa maissa. Sen vaikutus sekä Suomen kansantalouden tason että toimialatason tuloksiin oli suhteellisen vähäinen, eikä niitä käsitellä tässä raportissa.

Mallissa oletetaan, että kaikki työvoima on käytössä eli mallissa ei ole työttömyyttä. Työmarkkinat ovat täysin joustavat siten, että palkka sopeutuu tasapainottaen työn tarjonnan ja kysynnän kullekin mallin viidelle työvoimaluokalle. Kokonaistyöllisyysvaikutusten kannalta keskeinen oletus liittyy työn tarjonnan joustoon reaali-palkan suhteen. Peruslaskelmassa jouston arvoksi on asetettu 0,3, eli yhden prosentin nousu reaali-palkassa lisää työn tarjontaa 0,3 prosenttia kullekin työvoimaluokalle. Mitä korkeampi jouston arvo on, sitä suurempia ovat mallilaskelmien kokonaistyöllisyysvaikutukset. Toisaalta, jos jousto olisi

nolla, kuten GTAP-mallin lähtöaineistossa on, kokonaistyöllisyys ei muuttuisi lainkaan reaali-palkkojen muuttuessa. Peruslaskelmassa käytetty jouston arvo on linjassa empiiristen arvioiden (Jäntti ym. 2015, Kotamäki 2016, Harju ym. 2018) ja aiempien yleisen tasapainon tarkastelujen kanssa (esim. Tamminen ym. 2020). Joustavalla työn tarjonnalla pystytään karkealla tavalla kuvaamaan työn tarjonnan reaktioita pieniin reaali-palkan muutoksiin. Suurempien muutosten tarkastelu vaatisi työntarjonnan täsmällisempää mallintamista.

Työn kysyntään puolestaan vaikuttavat lukuisat mallin parametriarvot, kuten panosten korvattavuutta kuvaavat substituutiojoustot tuotantosektoreilla, kotimaisen kulutuksen hinta- ja tulojoustot sekä kotimaisen ja ulkomaisen hyödykkeen korvattavuutta kuvaavat ns. Armington-joustot.

Peruslaskelma noudattaa muilta osin GTAP-mallin perusrakennetta ja -oletuksia, jotka ovat luontevia pitkän aikavälin tarkasteluille. Näitä ovat mm. työvoimaluokkien ja pääoman vapaa liikkuminen toimialojen välillä. Työvoima ei kuitenkaan voi siirtyä työvoimaluokasta toiseen. Lisäksi on huomattava, että GTAP-mallissa työvoima ja pääoma eivät liiku maiden välillä. Mallinnusvalintojen vaikutuksia tuloksiin testataan vertailemalla peruslaskelmaa muihin skenaarioihin. Skenaariovertailut havainnollistavat eri vaikutuskanavien ja mekanismien vaikutuksen ilmastopolitiikan työllisyysvaikutuksiin.

Peruslaskelman tulokset esitetään suhteessa vertailutilanteeseen, jossa ilmastopolitiikka ei kiristy. Se on GTAP:in lähtöaineistoon perustuvan malliajon tulos, jossa Suomi ja EU eivät kumpikaan kiristä ilmastopolitiikkaansa vuoden 2014 lähtöaineiston tasosta. Myös muun maailman ilmastopolitiikka pysyy vuoden 2014 tasolla. On tärkeää huomata, että kvantitatiiviset tulokset suhteessa vertailutilanteeseen ovat suuntaa antavia, koska vertailutilanne ei sisällä myöskään talouden rakenteessa tapahtuvia muutoksia. Sen sijaan peruslaskelman ja skenaariotarkastelujen väliset tasomuutosten erot antavat luotettavamman kuvan vaikutuskanavien suhteellisista vaikutuksista

Skenaariot

Kuten kaikki mallilaskelmat, myös tässä esitetyt laskelmat pitävät sisällään lukuisia mallinukseen ja mallin parametreihin liittyviä oletuksia. Oletusten realistisuudesta ja mielekkyydestä voidaan debatoita. Tämän vuoksi tulosten riippuvuutta näistä oletuksista on tärkeää testata. Tässä työssä mallilaskelmat pohjautuvat skenaariotarkasteluihin. Skenaariot eivät ole ennusteita tulevaisuudesta, mutta ne pyrkivät kuvaamaan mahdollisia kehityslinjoja, jotka ovat keskeisiä erityisesti työllisyysvaikutusten kannalta. Osa skenaarioista pyrkii erityisesti osoittamaan tulosten herkkyyden tehdyille oletuksille (ns. herkkyystarkastelut). Skenaarioiden luonteen vuoksi on selvää, että tulosten pohjalta ei pyritä sanomaan, kuinka Suomen talous tulee valitun ilmastopolitiittisen linjan vallitessa kehittymään suhteessa muihin talouksiin. Sen sijaan skenaarioita vertailemalla voidaan saada ymmärrystä

siitä, kuinka eri valinnat ja mahdolliset kehityskulut vaikuttavat Suomen talouteen ja työllisyyteen.

Vaihtoehtoskenaariot perustuvat peruslaskelman oletuksiin tarkasteltavaa tekijää lukuun ottamatta. Alla on lyhyesti esitetty skenaarioiden pääasiallinen ero Peruslaskelmaan nähden ja selitetään mitä vaikutuskanavia kyseisellä skenaariotarkastelulla pyritään selvittämään.

Verokiila: Verotus-skenaariossa päästömaksutulot eivät ohjaannu perusskenaarion tavoin tasapalautuksena alueellisen budjettirajoitteen osaksi vaan tulot käytetään työn verokiilan pienentämiseen. Verokiilan pienennys tehdään alentamalla työnantajamaksuja suhteellisesti saman verran kaikilla toimialoilla. Muutos tehdään niin, että kokonaisverokertymä ei muutu suhteessa vertailutasoon. Skenaario pyrkii testaamaan ns. kaksoishyödyn (double dividend) saavuttamisen mahdollisuutta.

Työtä suosiva: Työtä suosiva -skenaariossa päästömaksua ei aseteta samansuuruisena eri toimialoille, vaan päästömaksu kohdennetaan korotettuna (150 €/tCO₂) toimialoille, joilla työvoimaintensiteetti on alhainen. Vastaavasti madallettu päästömaksu (n. 55 €/tCO₂) kohdennetaan korkean työvoimaintensiteetin toimialoille. Päästömaksut määritettiin niin, että Suomen päästötaso pysyy samalla tasolla kuin perusskenaariossa. Skenaario tarkastelee mahdollisuuksia kohdentaa päästötavoitteet niin, että niiden työllisyysvaikutuksia voitaisiin pienentää.

Porter: Porter-skenaariossa tarkastellaan tilannetta, jossa Suomen teollisuuden ja energiantuotannon tuottavuus kasvaa muita maita enemmän. Tuottavuuslisän suuruus määriteltiin niin, että se kumoaa perusskenaarion negatiivisen kokonaistyöllisyysvaikutuksen. Skenaario tarkastelee ns. Porter-hypoteesin toteutumisen vaikutuksia.

EU:n tasoinen ilmastopolitiikka (EU): EU-skenaariossa tarkastellaan tilannetta, jossa Suomessa ei ole omaa tiukempaa ilmastopolitiikkaa, vaan Suomen ilmastopolitiikka on EU:n kanssa samalla tasolla, mutta muuta maailmaa tiukempi. Skenaario tuo esiin Suomen EU:ta kunnianhimoisempien ilmastotavoitteiden vaikutuksia työllisyyteen.

Maailma osallistuu ilmastoponnisteluihin (Maailma): Skenaariossa tarkastellaan tilannetta, jossa EU:n lisäksi myös muilla alueilla on käytössä EU-tason ilmastopolitiikka. Suomessa on perusskenaarion mukainen EU:n keskiarvoa tiukempi ilmastopolitiikka. Skenaario osoittaa tulosten herkkyyttä oletukselle, että EU:lla on muuta maailmaa tiukempi ilmastopolitiikka.

Pääoman liikkuvuus (Pääoma): Pääoma-skenaariossa tarkastellaan vertailun vuoksi tilannetta, jossa Suomen pääomakanta ei ole kiinnitetty (kuten perusskenaariossa), vaan pääoman tarjonta reagoi pääoman muuttuviaan reaalihintaan. Tämä simuloi tilannetta, jossa

Suomen muuta maailmaa heikompi investointien houkuttelevuus laskee pääoman määrää suhteessa perusskenaarioon. Skenaario havainnollistaa vapaan pääoman liikkuvuuden vaikutuksia ilmastopolitiikan työllisyysvaikutuksiin.

Työn tarjontajousto (Työntarjonta): Skenaariossa tarkastellaan vertailun vuoksi tilannetta, jossa työn tarjonta ei reagoi reaali-palkan muutoksiin. Skenaarion avulla saadaan käsitys siitä, kuinka tulokset muuttuvat, jos työn tarjontajousto poikkeaa perusskenaarion tilanteesta.

Vanha teknologia: Vanha teknologia -skenaariossa tarkastellaan vertailun vuoksi tilannetta, jossa Suomessa ei toteudu tavoiteltu sähköistämiseen liittyvä teknologiamurros, vaan teknologia kuvaus säilytetään GTAP-mallin lähtötilanteen mukaisena. Skenaario havainnollistaa teknologiamurroksen merkitystä tuloksiin.

2.2.2 Keskeiset mekanismit GTAP-mallissa

Tässä jaksossa esittelemme GTAP-mallin keskeiset mekanismit päästöjen vähentämiseksi ja niihin kytkeytyviksi työllisyysvaikutuksiksi.

Mallissa päästöjä syntyy polttoaineiden käytöstä. Päästövähennykset saavutetaan siinä näiden panosten käyttöä vähentämällä. Keskeisiä päästövähennyskeinoja ovat:

1. Siirtyminen vähäpäästöisempiin polttoaineisiin
2. Siirtyminen päästöttömiin sähköntuotantomuotoihin
3. Polttoaineiden korvaaminen sähköllä
4. Energian käytön korvaaminen pääomalla (energiatehokkuus ja energian säästäminen)
5. Pääoman ja energian korvaaminen työvoimalla ja muilla tuotannontekijöillä sekä ei-energiapanoksilla (välituotteilla)
6. Tuotanto- ja kulutusrakenteen muuttaminen
7. Kokonaistuotoksen alentaminen

Vähäpäästöisempiin polttoaineisiin siirtyminen tarkoittaa energiantuotannossa kivihiilen ja turpeen käytön vähentämistä ja niiden korvaamista maakaasulla. Suomen tapauksessa negatiiviset työllisyysvaikutukset kohdistuvat turvetuotantoon ja -kuljetuksiin sekä kivihiilen kuljetuksiin. Maakaasun käytön lisäämiseen liittyvät työllisyysvaikutukset ovat vähäisiä. Lisäksi työllisyysvaikutukset itse energiantuotantolaitoksissa lienevät vähäiset. On myös syytä huomata, että tiukan ilmastopolitiikan vallitessa maakaasun suhteellinen osuus fossiilisten polttoaineiden käytöstä voi kasvaa, vaikka sen tuotantotaso laskeekin. Tällöin alenevan polttoainekäytön työllisyysvaikutukset ovat kokonaisuudessaan negatiivisia.

Mallissa päästöttömiä tuotantomuotoja ovat ydin-, vesi-, tuuli- ja aurinkovoima sekä muu perusvoima, joka käytännössä tarkoittaa biomassaa. Positiiviset työllisyysvaikutukset kohdistuvat erityisesti biomassan tuotantoon ja kuljetuksiin sekä tuulivoiman tuotantoon. Kotimaisen vesivoiman käyttöä ei juuri voida lisätä, mutta ydinvoiman lisääminen on mallissa mahdollista. Pääomaintensiivisten ydin-, tuuli- ja aurinkovoiman työllisyysvaikutukset ovat suurimmillaan investointivaiheessa, mutta itse tuotanto ei vaadi merkittävästi työvoimaa. Jos kuitenkin esimerkiksi tuulivoiman tuotanto kasvaa merkittävästi, kasvaa myös siihen liittyvän työvoiman tarpeen merkitys.

Polttoaineiden korvaaminen sähköllä on keskeinen mekanismi lämmöntuotannossa mutta myös teollisissa prosesseissa. Prosessien sähköistäminen alentaa päästöjä sillä edellytyksellä, että sähköntuotanto on riittävän vähäpäästöistä. Koska ilmastopolitiikka ohjaa vähäpäästöiseen sähköntuotantoon ja hillitsee päästöjä aiheuttavaa polttoainekäyttöä, sähköistäminen yleistyy ilmastokestävästi. Sähköistämisen suorat tuotantoprosesseihin liittyvät työllisyysvaikutukset eivät ole merkittäviä. Sen sijaan prosessien sähköistämiseen liittyvät investoinnit lisäävät työvoiman tarvetta. Kuten edellä mainittiin, GTAP-mallilla ei saada Investointien työllistävää vaikutusta täysimääräisesti huomioitua. Sähköistämisellä on myös epäsuoria positiivisia työllisyysvaikutuksia. Sähköistämisen myötä teollisten tuotantoprosessien kansainvälistä kilpailukykyä on mahdollista ylläpitää myös tiukan ilmastopolitiikan vallitessa, kun polttoainekäyttöön liittyvät päästömaksut eivät ole enää rasitteena. Kilpailukykyyn säilymisen edellytyksenä on se, ettei (päästöttömän) sähkön hinta ole liian korkea.

Energian käyttöä voidaan mallissa korvata myös pääomalla. Tämä on luontevinta tulkita siirtymänä energiatehokkaampiin tuotantomuotoihin ja energian säästämisinvestointeina. Näillä toimilla on tärkeä merkitys siirtymässä vähäpäästöisempään talouteen. Suoria vaikutuksia tuotantoprosessin työvoiman tarpeeseen ei näillä toimilla kuitenkaan ole. Sen sijaan pääoman lisäämiseen liittyvillä investoinneilla on investointihyödykkeiden ja varsinaisten asennustöiden kautta positiivisia työllisyysvaikutuksia. Näihin työtehtäviin liittyvää työvoiman tarvetta tarkastellaan lähemmin luvussa 4.1.

Pääomaa ja energiaa voidaan mallissa korvata työvoimalla ja muilla tuotannontekijöillä. Tuotannontekijämuutosten lisäksi tuotantoprosessissa voidaan muuttaa välituotekäyttöä, eli korvata energiaa ja tuotannontekijöitä panoksilla, jotka eivät liity energiaan. Tuotantoprosessin muuttamisella työvoimavaltaisemmaksi on selkeästi positiivinen työllisyysvaikutus. Todellisuudessa työvoimaintensiteetin lisäystä rajoittavat kuitenkin digitalisaation, automaation ja robotisaation eteneminen eri toimialoilla. Välituotekäytön lisäämisen työllisyysvaikutukset riippuvat siitä, mikä on näiden välituotteiden työllistävyys ja kotimaisuusaste.

Päästömaksun seurauksena tuotantokustannukset nousevat erityisesti energiantensiivisessä teollisuudessa, fossiilisen energiantuotannon ohella. Nousu on sitä voimakkaampaa, mitä joustamattomampaa panosten käyttö on. Päästöintensiivisten tuotteiden hintojen nousun seurauksena kotimaiset ja ulkomaiset kuluttajat korvaavat päästöintensiivisiä tuotteita muilla tuotteilla. Näiden tuotteiden valmistuksessa käytetään tyypillisesti enemmän työvoimaa tuotosta kohden, joten rakennemuutos lisää työvoiman kysyntää ja muuttaa taloutta työvoimavaltaisemmaksi.

Jos muut päästövähentämistoimet eivät ole riittävän tehokkaita, talouden kokonaistuotos voi alentua. Tuotoksen alentamisen työllisyysvaikutukset ovat lähtökohtaisesti negatiivisia.

2.2.3 GTAP skenaariotarkastelujen tuloksia

Peruslaskelma

Mallissa talous sopeutuu ilmastopolitiikkaan edellä kuvattuja mekanismeja käyttäen. Niiden nettovaikutuksena peruslaskelmassa Suomen EU:ta tiukempi ilmastopolitiikka alentaa työllisyyttä 0,5 % vuotta 2035 kuvaavassa pitkän aikavälin uudessa tasapainotilassa vertailutilanteeseen, eli vuoden 2014 ilmastopolitiikkaan, nähden (Kuvio 2.2.3.1). Tämä vastaa vuoden 2020 työllisten määrään suhteutettuna vajaata 13 000 työllistä¹. Työllisten määrää vähentävänä pääajurina on taloudellisen aktiviteetin aleneminen päästömaksun seurauksena. Tämä vähentää työn kysyntää ja alentaa nimellispalkkoja. Työn tarjontaan vaikuttavaa reaali-palkkaa heikentää myös kuluttajahintojen nouseminen vajaalla prosentilla erityisesti liikenteen kallistuessa. Uudessa tasapainossa reaali-palkat alenevat vajaat 2 % vaihdellen hieman työvoimaluokasta riippuen. Työllisyysvaikutusta lieventävät uusien työpaikkojen syntyminen päästöttömän energian tuotantoon sekä talouden työvoimavaltastuminen, kun energiaa korvataan työvoimalla. BKT alenee 1,6 % (Kuvio 2.2.3.1).

Suomen tiukan ilmastopolitiikan aikaansaama teknologiasiirtymä vähäpäästöisiin teknologioihin kasvattaa työvoiman tarvetta merkittävästi uusiutuvan energian tuotannossa biomassaan ja tuulivoimaan liittyen. Lisäksi teollisuuden sähköistyminen, hajautettu energiantuotanto ja älykkäät sähköverkköjärjestelmät lisäävät työvoiman tarvetta sähkön siirrossa ja jakelussa. Kokonaistyöllisyyden alentuessa työvoiman käyttö vähenee muilla toimialoilla. Suhteellisesti merkittävintä väheneminen on energiantensiivisessä teollisuudessa. EU:ta tiukempi ilmastopolitiikka voimistaa tätä vaikutusta. Työpaikkojen määrässä mitattuna negatiiviset työllisyysvaikutukset ovat kuitenkin suuremmat muussa

¹ Mallissa on täystyöllisyys eikä tehtyä työaikaa määritellä. Siten työllisyyden muutokset eivät välttämättä tarkoita muutoksia työllisten määrässä, vaan osa työllisyyden muutoksista voi järsytyä työaikamuutoksiin.

teollisuudessa ja palvelutoimialoilla, jotka työllistävät suurimman osan työvoimasta ja joissa työvoimakustannusten osuus on selvästi korkeampi kuin energiaintensiivisessä teollisuudessa. Välillisillä vaikutuksilla onkin keskeinen merkitys ilmastopolitiikan työllisyysvaikutuksia arvioitaessa, sillä työpaikat vähenevät eniten toimialoilla, joihin päästömaksu kohdistuu pääosin epäsuorasti. Palvelusektoreista työllisyys vähenee eniten sekä suhteellisesti että absoluuttisesti niillä toimialoilla, joiden tuotannosta merkittävä osa käytetään teollisuuden välituotteina. Myös kotitalouden käyttämien palvelujen tuotanto ja työvoiman käyttö alenevat reaalityövoimien alentuessa. Palvelusektoria koskevat tulokset ovat saman suuntaisia kuin muissakin suomalaisissa mallitarkasteluissa².

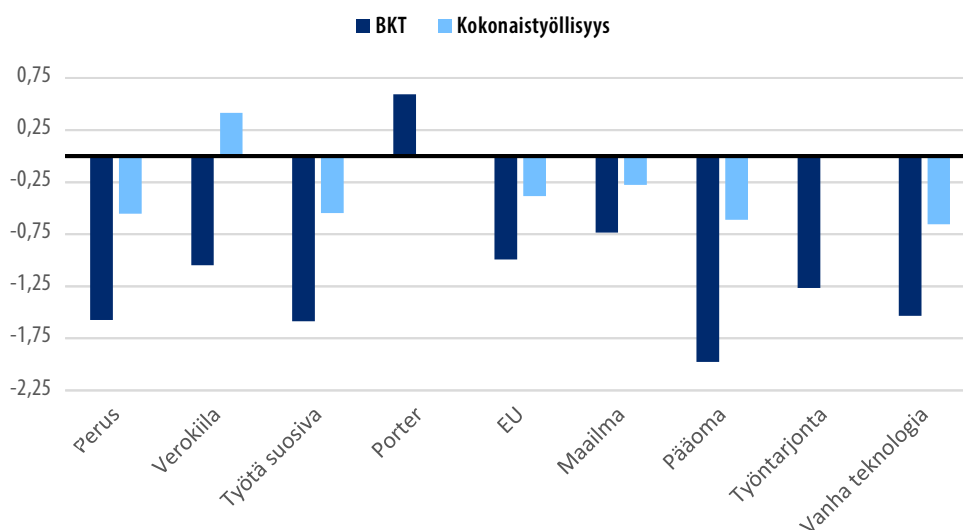
Yllä esitetyt vaikutukset työllisyyteen muodostuvat substituutio- ja tuotantovaikutusten yhteisvaikutuksena. Substituutiovaikutus kuvaa panosten suhteellisten hintojen muutoksesta seuraavaa muutosta panosten määrässä, kun kallistunutta panosta korvataan muilla panoksilla. Tuotantovaikutus puolestaan kuvaa tuotannon tasossa tapahtuvan muutoksen vaikutusta tuotantopanosten käyttöön. Tuotannon noustessa panoskysyntä kasvaa ja vastaavasti laskiessa vähenee. Substituutiovaikutuksen myötä ilmastopolitiikka muuttaa taloutta työvoimavaltaisemmaksi. Energian hinnan noustessa sitä korvataan muilla panoksilla kuten työvoimalla, jolloin työvoimaintensiteetti eli työvoiman ja tuotoksen suhde nousee. Työvoimaintensiteetti nousee kaikilla toimialoilla, poikkeuksena tietyt työvoimaluokat eräillä palvelusektoreilla. Työvoimaintensiteetin kasvu on voimakkainta energiaintensiivisillä toimialoilla. Substituution positiivinen vaikutus toimialojen työllisyyteen jää kuitenkin negatiivista tuotantovaikutusta vähäisemmäksi kaikilla tarkastelluilla teollisuus- ja palvelusektoreilla. Päästöttömässä energiantuotannossa molemmat vaikutuskanavat lisäävät työllisyyttä. Myös pääomaintensiteetti nousee energiaintensiivisillä sektoreilla mutta työvoimaintensiteettiä vähemmän. Sen sijaan muussa teollisuudessa ja palveluissa pääomaintensiteetti pysyy ennallaan tai alenee.

GTAP-mallissa työ on jaettu edellä kuvatulla tavalla viiteen luokkaan, joista kaksi vaatii korkeasti koulutettua työvoimaa (johtajat ja erityisasiantuntijat; asiantuntijat) ja kolme matalammin koulutettua (toimisto- ja asiakaspalvelutyöntekijät; palvelu- ja myyntityöntekijät; muut). Muutokset työvoimaluokkien työllisyydessä ovat peruslaskelmissa pitkälti

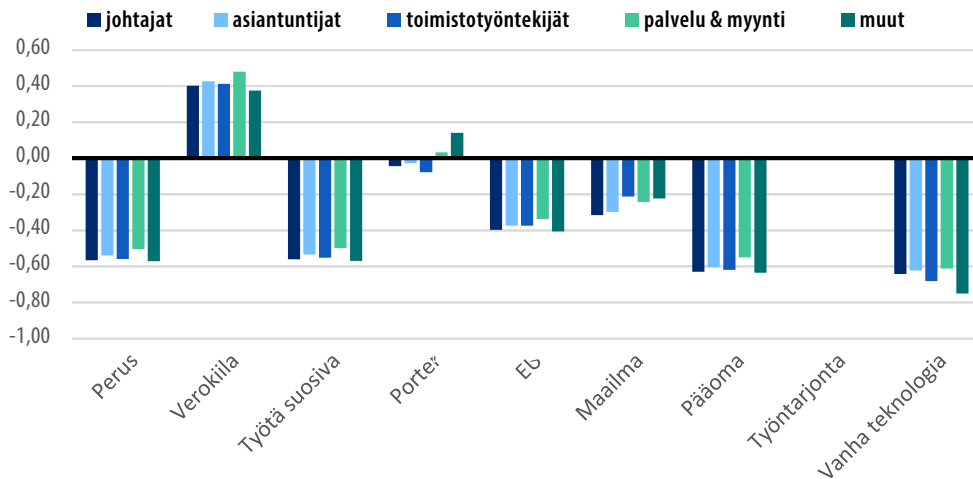
² Verouudistusta tarkastelevassa SITRAn raportissa (Tamminen ym. 2019) palvelusektoreiden työllisyys heikkenee niissä laskelmissa, joissa verotulot käytetään valtion velan maksuun tai työntekijän sosiaaliturvamaksujen ja yritysverojen alentamiseen. Työllisyys heikkenee erityisesti skenaariossa, jossa lisätään kulutusperusteisia päästömaksuja kun taas energiaverohelpotuksien poistoon keskittyvässä skenaariossa vaikutukset palvelusektoreiden työllisyyteen ovat hyvin vähäiset. Koska tarkastellut skenaariot sisältävät lukuisia energiaverotuksen yksityiskohtiin kohdistuvia toimia, tuloksia ei voi suoraan verrata tämän raportin laskelmiin. Pitkän aikavälin päästökäytystä ja sen talousvaikutuksia tarkastelevassa raportissa (Koljonen ym. 2019) esitetyissä ilmastopolitiikan skenaarioissa palvelusektoreiden osuus kokonaistuotoksesta alenee WEM-skenaarioon verrattuna. Kokonaistuotos kuitenkin kasvaa ja jos toimiala muuttuu työvoimavaltaisemmaksi palvelusektoreiden työllisyys voi olla korkeammalla tasolla kuin WEM-skenaariossa.

yhteneviä. Palvelu- ja myyntityöntekijät menettivät kuitenkin suhteellisesti hieman vähemmän työpaikkoja kuin muut työvoimaluokat (Kuvio 2.2.3.2). Kuvassa esitetty työllisyyden kokonaismuutos on nettovaikutus eri toimialoilla menetetyistä ja toimialoilla syntyneistä uusista työpaikoista. Mallilla tarkasteltiin muutoksia eri toimialojen työvoiman käytössä. Kuvio 2.2.3.3 esittää työtehtävaluokittain työvoimaa vähentävissä toimialoissa tapahtuvan työvoiman laskun ja työvoimaa lisäävissä toimialoissa tapahtuvan työvoiman kasvun ja niiden nettovaikutuksen, joka on Kuviossa 2.2.3.2 esitetty kokonaismuutos. Toimialoissa, joissa työvoiman tarve vähenee, vähennystä tapahtuu noin 0,8 % luokan työtehtävien määrästä. Vuoden 2020 työllisten määriin suhteutettuna tämä vastaa tuhannesta reiluun 6 000 työllistä eri luokissa. Vastaavasti työvoimaa lisäävillä toimialoilla kasvua tapahtuu n. 0,3 %. Työvoiman siirtymissä on työtehtäväkohtaista vaihtelua enemmän kuin lopullisessa työvoiman nettomuutoksessa. Luokassa Johtajat siirtymät ovat suhteessa vähäisimpiä ja luokassa Muut suurimpia. Luokassa Muut on mm. rakennus-, korjaus- ja valmistustyöntekijät, prosessi- ja kuljetustyöntekijät, maanviljelijät ja metsätyöntekijät. Mallitarkastelu ei anna tietoa toimialan sisällä tapahtuvasta työvoiman siirtymistä. Nämä siirtymät voivat olla toimialojen välistä liikettä suurempia, koska toimialojen sisäinen työpaikan vaihto voi olla toimialojen välistä merkittävämpää ja tuotantoprosesseissa tapahtuvat muutokset johtavat vanhojen tehtävien loppumiseen tai olemassa olevien työnkuvien vihertymiseen sekä uusien työnkuvien syntymiseen (esim. Strietska-Ilina ym. 2012).

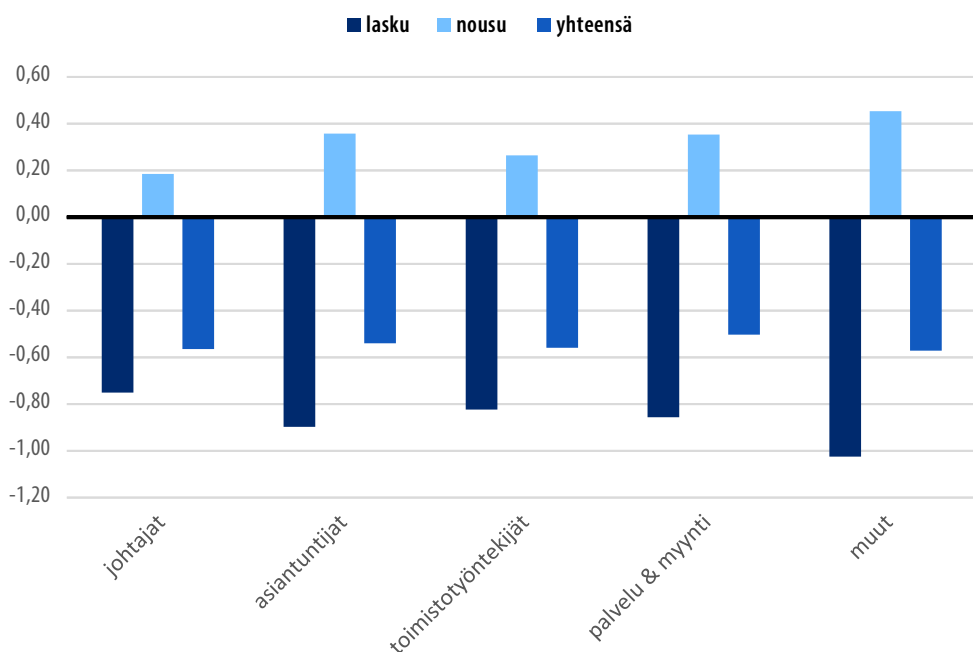
Kuvio 2.2.3.1 Bruttokansantuotteen ja kokonaistyöllisyyden suhteellinen muutos vertailutilanteeseen (vuoden 2014 ilmastopolitiikka) nähden eri skenaarioissa



Kuvio 2.2.3.2. Työllisyyden muutos työvoimaluokittain (%) eri skenaarioissa vertailutilanteeseen (vuoden 2014 ilmastopolitiikka) nähden. Johtajat ja asiantuntijat ovat korkeasti koulutettua työvoimaa, kolme muuta luokkaa matalammin koulutettua



Kuvio 2.2.3.3. Työvoiman toimialojen väliset siirtymät (%) Perusskenaariossa vertailutilanteeseen nähden. Vasemmanpuoleinen palkki on työpaikkoja vähentävien toimialojen yhteenlaskettu työpaikkojen vähennys. Keskimääräinen palkki on työpaikkoja lisäävien toimialojen yhteenlaskettu työpaikkojen lisäys. Oikeanpuoleinen on nettovaikutus. Johtajat ja asiantuntijat ovat korkeasti koulutettua työvoimaa, kolme muuta luokkaa matalammin koulutettua



Skenaariotarkasteluista yleisesti

Alla esitetään tulokset vaihtoehtoisista skenaarioista ja herkkyystarkasteluista. Pääpaino on mekanismien havainnollistamisessa sekä vaikutusten suuntaa ja suuruusluokkaa koske-
vissa tuloksissa suhteessa peruslaskelmaan.

Ennen vaihtoehtoisten skenaarioiden erillisiä tarkasteluja, tässä esitetään yhteenveto työllisyysvaikutuksista eri toimialaryhmille eri skenaarioissa Kuvioon 2.2.3.4 perustuen. Yhteenvedossa tarkastellaan toisaalta millä toimialaryhmillä työllisyysvaikutukset ovat merkittävimmät ja toisaalta missä määrin työllisyysvaikutukset vaihtelevat eri skenaarioiden välillä.

Kaikissa skenaarioissa Vanha teknologia -skenaariota lukuun ottamatta talous sähköistyy ja työpaikkoja siirtyykin huomattavasti päästöttömään energiantuotantoon. Laskelmien mukaan energiantuotannon työpaikat lisääntyvät koska fossiilisen energian tuotannossa työpaikkojen menetys jää vähäisemmäksi kuin työpaikkojen lisäys päästöttömässä energiassa. Teollisuustoimialoista energiaintensiivinen teollisuus ei ole merkittävä työllistäjä, joten työpaikkojen menetyskin jää lukumääräisesti melko vähäiseksi. Muun teollisuuden työpaikat vähenevät useimmissa skenaarioissa vähintään yhtä paljon kuin energiaintensiivisen teollisuuden ja ero peruslaskelman työllisyysvaikutukseen on huomattava joissakin vaihtoehtoisissa. Kaupassa ja teollisuuden käyttämissä palveluissa työllisyys vähenee kaikissa skenaarioissa ja vaikutus on näilläkin sektoreilla suurempi kuin energiaintensiivisen teollisuudessa. Kotitalouksien käyttämien palvelutoimialojen työllisyysvaikutuksen suunta vaihtelee skenaarioittain. Työllisyys lisääntyy erityisesti niissä skenaarioissa, joissa kokonaistyöllisyys on peruslaskelmaa korkeampi. Tulokset osoittavat välillisten ja kerrannaisvaikutusten merkityksen, sillä päästömaksun vaikutukset heijastuvat laajasti koko talouteen ja merkittävimmät työllisyysvaikutukset tapahtuvat usein sektoreilla, joihin päästömaksu vaikuttaa pääosin välillisesti. Työvoimaluokittaisissa työllisyysvaikutuksissa ei ole skenaarioiden välillä merkittäviä eroja (Kuvio 2.2.3.2). Yksityiskohdissa on kuitenkin pientä vaihtelua matalan koulutustason luokan 'Muut' ollessa muita luokkia hieman herkempi eri skenaarioiden oletuksille.

Työllisyyden lisäykseen pyrkivät skenaariot

Ilmastopolitiikan työllisyyttä heikentävää vaikutusta voidaan lieventää eri tavoin. Tässä työssä tarkasteltiin kolmea työllisyyttä lisäävää kehityskulkua: työn verokiilan pienentämistä, teknologian kehittymistä Porter-hypoteesin hengessä (Porter 1991) sekä päästömaksujen kohdentamista toimialoittain työvoimaintensiteetin perusteella niin, että työvoimaintensiivisten alojen päästömaksut ovat muita alhaisempia. Erityisesti verokiilan pienentäminen on työllisyyden kannalta edullista. Myös Porter-hypoteesin mukainen tuottavuusloikka voi auttaa työllisyyttä, mutta näyttäisi vaativan merkittävän

tuottavuusparaneman. Päästömaksujen kohdentaminen työvoimaintensiteetin mukaan ei tuottanut merkittäviä positiivisia vaikutuksia.

Verokiilan pienentäminen

Kokonaistyöllisyyttä voidaan parantaa kierrättämällä päästömaksutulot niin, että työmarkkinoita vääristävä verokiila pienenee. Tässä skenaariossa alennettiin työnantajan sosiaaliturvamaksua. Työnantajan sosiaaliturvamaksun alentaminen pienentää työvoimakustannusta ja lisää työvoiman kysyntää. Tämä nostaa puolestaan palkkatasoa ja siten työvoiman tarjontaa. Työn tarjonta on selvästi korkeampi kuin peruslaskelmassa ja nousee myös verrattuna vertailutilanteeseen, jossa ilmastopolitiikka on vuoden 2014 tasolla (Kuvio 2.2.3.1). Reaalipalkat nousevat hieman vähemmän kuin nimelliset kuluttajahintojen lievän nousun seurauksena.

Verokiilan pienentäminen lisää työvoiman määrää muilla kuin energiatoimialoilla peruslaskelmaan nähden. Sen sijaan energiantuotannossa vaikutus on hyvin vähäinen. Lisätyöpaikat syntyvät erityisesti palvelusektoreille (Kuvio 2.2.3.4). Työllisyys kohenee reaalitulojen kasvaessa varsinkin kotitalouksien käyttämissä palveluissa, jossa työllisyys nousee myös vertailutilannetta (vuoden 2014 ilmastopolitiikka) selvästi korkeammalle tasolle.

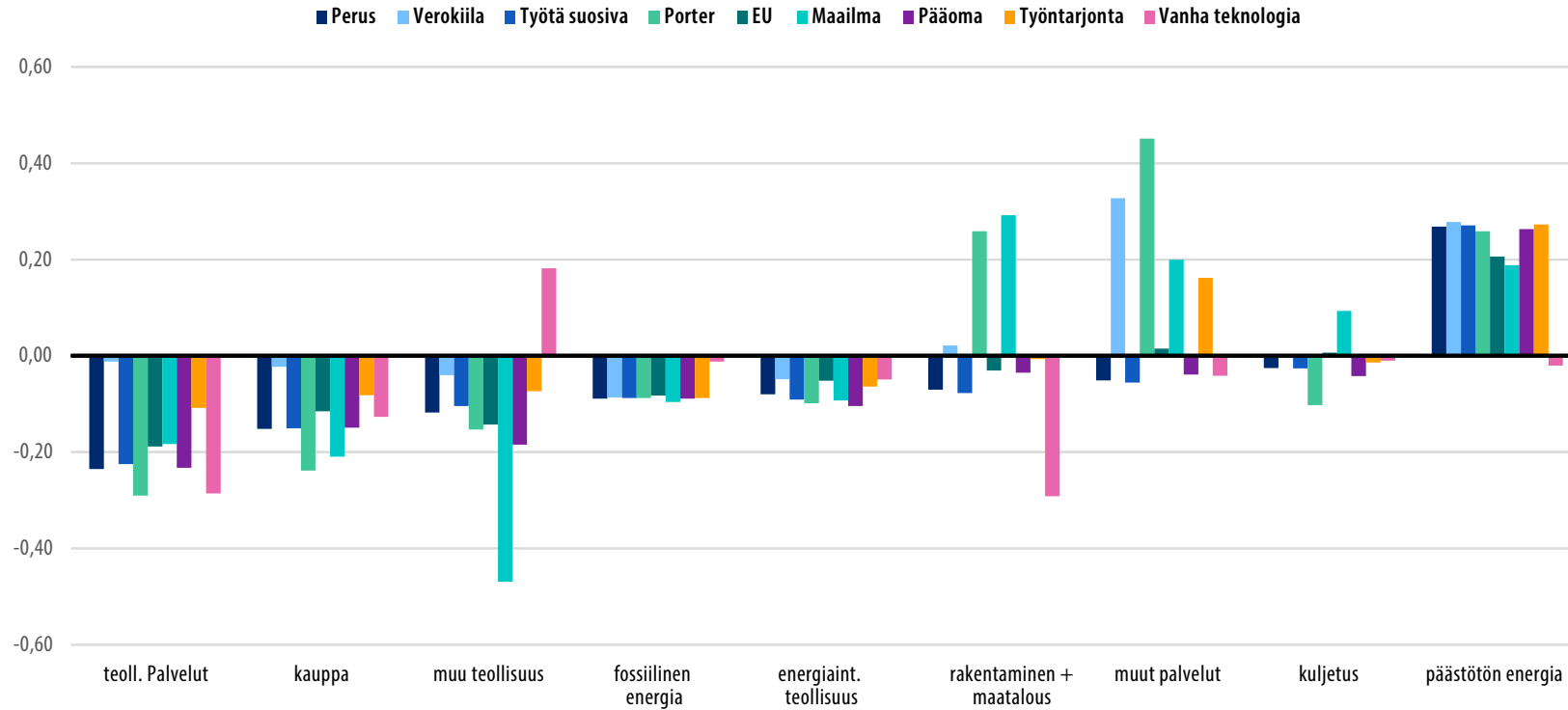
Päästömaksujen kierrätys ei mallilaskelmissa kuitenkaan pysty estämään ilmastopolitiikan aiheuttamaa bruttokansantuotteen alenemista, vaikka negatiivinen vaikutus pieneneekin (Kuvio 2.2.3.1). Ns. double dividend -kirjallisuudessa määritellään vahva muoto niin, että ympäristöverotuksen avulla voidaan nostaa kansantuotetta verrattuna tilanteeseen, jossa ympäristöpolitiikkaa ei ole; heikossa muodossa kansantuote on ympäristöveron kierrätyksen ansiosta korkeampi kuin könttäsimmäpalautuksen tapauksessa (Goulder 1995). Laskelmamme ei siis anna tukea vahvalle double dividend -hypoteesille. Sen sijaan heikko double dividend toteutuu, koska BKT on korkeampi kuin peruslaskelman tapauksessa.

Vaikka päästömaksu ohjaakin taloutta päästöttömään energiaan ja siten syö omaa veropohjaansa, fossiilisia polttoaineita käytetään peruslaskelmassa edelleen ja niistä kertyy päästömaksutuloja. Verokiilavaikutus pienenee, jos ilmastopolitiikassa kompensoidaan päästömaksukustannuksia tai käytetään enemmän tukia maksujen sijaan. Skenaariossa nimelliset verotulot laskevat vertailutilanteeseen nähden kaikissa muissa veroryhmissä paitsi tuotannon tekijätuloveroissa. Siten päästömaksutuloista osa kuluu näiden veromenetysten kattamiseen ja vain osalla voidaan pienentää verokiilaa. Verokiilan pienentämistä tukee se, että reaalisesti veromuutokset ovat vähäisiä, koska hinnat laskevat skenaariossa hieman.

Työtä suosiva päästömaksu

Tässä laskelmassa työllisyyttä pyrittiin parantamaan alentamalla työvoimaintensiivisten toimialojen päästömaksua. Alempi päästömaksu (56 €/t CO₂) kohdistettiin kaikille palvelusektoreille lukuun ottamatta teollisuuden käyttämiä palveluita sekä liikennettä. Lisäksi teollisuuden osalta alennettiin ei-metallisten mineraalien valmistuksen päästömaksua. Koska päästövähennys pidettiin peruslaskelman kanssa samalla tasolla, matalan työvoimaintensiivisten toimialojen (lopun teollisuustoimialat ja teollisuutta palvelevat palvelut) päästömaksu puolestaan nostettiin 150 euroon hiilidioksiditonnia kohden. Laskelman mukaan päästömaksujen kohdistuksella pystytään lisäämään kokonaistyöllisyyttä vain hyvin vähän (ero ei ole havaittavissa Kuviosta 2.2.3.1). Vastaavasti eri suuruiset päästömaksut johtavat odotusten mukaisesti bruttokansantuotteen laskuun peruslaskelmaan nähden. Muutos on työllisyysvaikutusten tavoin kuitenkin hyvin vähäinen. Toimialakohtaiset työllisyysvaikutukset jäävät myös pieniksi. Tämä kuvaa sitä, että keskeiset päästövähennystoimet ja niistä aiheutuvat kustannukset tapahtuvat energiantuotannossa ja energiaintensiivisillä toimialoilla. Päästömaksujen alentaminen työvoimaintensiivisillä toimialoilla ei merkittävästi vaikuta niiden tuotantokustannuksiin, kun taas energiaintensiivisten toimialojen korkeammat tuotantokustannukset eivät heijastu merkittävästi työpaikkojen määrään.

Kuvio 2.2.3.4 Suhteellisen työllisyyden muutoksen (%) toimialoitteiset kontribuutit eri skenaarioissa vertailutilanteeseen (vuoden 2014 ilmastopoliittika) nähden



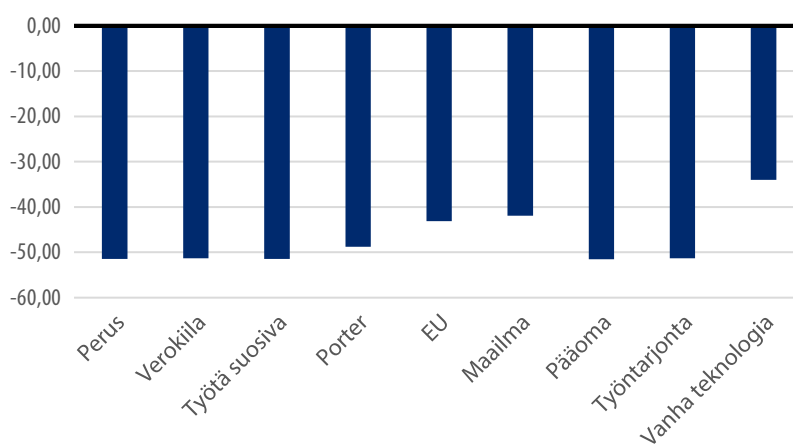
Porter

Porter-skenaariossa tarkastellaan EU:ta tiukemman ilmastopolitiikan mahdollisia positiivisia vaikutuksia, jotka syntyvät teknologian nopeammasta kehittämisestä teollisuudessa ja energiantuotannossa. Skenaariossa näiden sektorien tuottavuusparametrien arvot asetettiin niin, että kokonaistyöllisyys pysyi vertailutilanteen (vuoden 2014 ilmastopolitiikka) tasolla eli korkeammalla kuin peruslaskelmassa. GTAP-mallissa peruslaskelman tiukan ilmastopolitiikan negatiivisten työllisyysvaikutusten kumoamiseen tarvittiin n. 2,0 prosentin tuottavuuden paraneminen.

Tuottavuuden paraneminen vähentää laskelman mukaan hieman teollisuuden työpaikkoja peruslaskelmaan verrattuna. Tuotannot nousevat parantuneen hintakilpailukyvn seurauksena peruslaskelmaa korkeammaksi ja osalla energiaintensiivisistä sektoreista tuotanto on myös vertailutilannetta (vuoden 2014 ilmastopolitiikka) korkeammalla. Työllisyys ei kuitenkaan lisäännä vastaavasti, koska tuottavuuskasvun seurauksena tietyn tuotoksen tuottamiseen tarvitaan vähemmän panoksia kuten työvoimaa. Lisäksi myös nimellispalkkojen nousu alentaa työvoimaintensiteettiä.

Peruslaskelmaa korkeampi kokonaistyöllisyys näkyy sen sijaan palvelualojen parantuneena työllisyytenä. Palkka- ja pääomatulojen nousu nostaa kotitalouksien tuloja ja lisää niiden käyttämien palvelujen tuotantoa, joka heijastuu selvästi positiivisena työllisyysvaikutuksena kotitalouksien käyttämällä palvelutoimialoilla. Näillä toimialoilla työvoimaintensiteetti kasvaa myös lievästi peruslaskelmaan verrattuna, mikä nostaa myös osaltaan työpaikkoja peruslaskelmaan verrattuna. Teollisuuden tuotannon noustessa myös joidenkin sen välituotteena käyttämien palveluiden tuotanto ja työllisyys ovat peruslaskelmaa korkeammalla tasolla. Toisaalta palvelujen vienti heikkenee, minkä seurauksena 'Muut teollisuuden palvelut'-toimialalla on peruslaskelmaa alempi tuotannon taso ja työllisyys. Lisäksi investointien kasvu näkyy positiivisena työllisyysvaikutuksena rakentamisessa.

Kuvio 2.2.3.5. Kasvihuonekaasupäästöjen suhteellinen muutos (%) Suomessa vertailutilanteeseen nähden eri skenaarioissa



Ilmastopolitiikan tiukkuus

Edellä käsitellyissä skenaarioissa Suomen päästötaso pysyy suurin piirtein peruslaskelman tasolla. Jos politiikkaa lievennetään tai jos muu maailma osallistuu päästötalkoisiin perustilannetta kunnianhimoisemmin, on sillä vaikutusta tarkastelluilla päästömaksujen tasolla saavutettaviin päästövähennyksiin Suomessa. Ilmastopolitiikan linjauksilla niin Suomessa kuin muuallakin on vaikutuksensa myös Suomen talous- ja työllisyyskehitykseen.

EU-tason ilmastopolitiikka

Laskelmassa, jossa päästömaksu alennetaan samalle tasolle kuin muualla EU:ssa, BKT alenee vähemmän kuin tiukemman politiikan peruslaskelmassa (Kuvio 2.2.3.1), mutta päästötkin jäävät vastaavasti korkeammalle tasolle (Kuvio 2.2.3.5). Talouden sopeutumistarpeen vähennyttyä myös reaali-palkka ja siten kokonaistyöllisyys ovat peruslaskelmaa jonkin verran korkeammalla tasolla (Kuvio 2.2.3.1).

Energiaintensiiviset toimialat hyötyvät alemmasta päästömaksusta odotetusti peruslaskelmaan verrattuna, koska niiden hintakilpailukyky ei kärsi tiukemmasta ilmastopolitiikasta. Myös useiden palvelusektoreiden tuotanto on peruslaskelmaa korkeammalla tasolla kotitalouksien tulojen laskiessa vähemmän. Muun, ei energiaintensiivisen, teollisuuden tuotanto pysyy puolestaan peruslaskelman tasolla. Työvoimaintensiteetit jäävät alemmalle tasolle kuin peruslaskelmassa. Tämä johtuu siitä, että energiaa korvataan vähemmän työvoimalla, koska energiakustannukset nousevat vähemmän ja toisaalta palkat jäävät korkeammaksi alemman päästömaksun seurauksena. Energiaintensiivisen teollisuuden työpaikat ovat tiukan ilmastopolitiikan peruslaskelmaa korkeammalla tasolla mutta muussa teollisuudessa työpaikat vähenevät vastaavan määrän peruslaskelmaan verrattuna (Kuvio 2.2.3.4). Palveluissa työllisyys on peruslaskelmaa korkeampi.

Maailma osallistuu ilmastoponnisteluihin

Jos EU:n tasoinen ilmastopolitiikka otetaan käyttöön koko maailmassa, Suomen vientisektorien kilpailukyky paranee peruslaskelmaan verrattuna. Toisaalta hyödykkeiden maailmanmarkkinakysyntä alenee jossain määrin ja tuontihyödykkeet kallistuvat.

Työllisyys alenee selvästi vähemmän kuin peruslaskelmassa ja on korkeammalla tasolla kuin skenaariossa, jossa Suomella on alempi, EU:n tasoinen päästömaksu (Kuvio 2.2.3.1). Vaikutukset energiaintensiivisten sektorien tuotantoon vaihtelevat toimialoittain riippuen toimialan kilpailuvyvystä maailmanmarkkinoilla. Kemianteollisuudessa tuotannon muutos jää alemmaksi kuin peruslaskelmassa ja rauta- ja terästeollisuudessa ja ei-metallisissa mineraaleissa tuotanto on jopa vuoden 2014 ilmastopolitiikan tapausta korkeammalla tasolla. Sen sijaan muiden metallien sekä massa- ja paperiteollisuuden tuotanto alenee peruslaskelmaa enemmän. Muun teollisuuden tuotanto alenee lähes 5 % kun

peruslaskelmassa vähenemä oli vajaa 2 %. Palvelusektorien tuotannoista osa on 2014 tilannetta korkeammalla.

Työvoimaintensiteetit alenevat selvästi energiaintensiivisessä teollisuudessa. Muutokset työpaikkojen määrässä peruslaskelmaan verrattuna ovat vähäisiä. Muussa teollisuudessa työpaikat vähenevät selvästi, kun sekä tuotanto että työvoimaintensiteetti alenevat peruslaskelmaan verrattuna (Kuvio 2.2.3.4). Panosten hintasopeutumisen jäädessä vähäisemmäksi, muun teollisuuden saama kustannusetu maailmanmarkkinoilla vähenee peruslaskelmaan verrattuna. Lisäksi vientikysyntä on peruslaskelmaa alempi ilmastopolitiikan koskiessa koko maailmaa. Kotitalouksien reaalitulot jäävät peruslaskelmaa korkeammalle tasolle mikä lisää selvästi sen käyttämien palvelujen kysyntää ja työllisyyttä. Myös teollisuuden käyttämien palvelujen työllisyys kasvaa. Erityisesti työpaikat lisääntyvät kasvaneiden investointien seurauksena rakentamisessa.

Herkkyystarkastelut

Edellä esitetyt skenaariotulokset perustuvat oletuksiin, että työn tarjonta reagoi reaali-palkan muutoksiin, Suomen pääomakanta ei riipu Suomen pääoman hintatasosta ja että Suomi onnistuu tekemään tuotannon ja liikenteen sähköistämiseksi tarvittavan teknologiamurroksen. Seuraavissa herkkyystarkasteluissa arvioidaan, kuinka suuri vaikutus näillä oletuksilla on peruslaskelman tuloksiin.

Pääoman liikkuvuus

Tässä arvioidaan pääoman yli rajojen liikkuvuuden vaikutuksia työllisyyteen. Tiukka ilmastopolitiikka alentaa Suomessa pääoman tuottavuutta, jolloin pääomaa siirtyy pois Suomesta verrattuna peruslaskelman tilanteeseen. Laskelman mukaan negatiivinen vaikutus työllisyyteen jää BKT:n alenemista pienemmäksi (Kuvio 2.2.3.1). Työpaikkoja vähenee peruslaskelmaan verrattuna pääosin muussa, ei-energiaintensiivisessä teollisuudessa (Kuvio 2.2.3.4). Toisaalta rakentaminen ja kotitalouksien käyttämät palvelut työllistävät jonkin verran peruslaskelmaa enemmän.

Työn tarjontajousto

Tässä skenaariossa tarkastellaan tulosten herkkyyttä työn tarjontajoustolle olettaen, että reaali-palkka ei vaikuta työn tarjontaan eli tarjontajousto on nolla. Kokonaistyöllisyyden pysyessä ennallaan työpaikat lisääntyvät palvelusektoreilla peruslaskelmaan verrattuna (Kuvio 2.2.3.4). Työpaikkoja on enemmän erityisesti kotitalouksien käyttämissä palveluissa, mutta myös teollisuuden välituotteena käyttämien palvelujen työpaikat kasvavat selvästi. Kotitalouksien käyttämissä palveluissa työpaikat lisääntyvät myös vertailutilanteeseen (vuoden 2014 ilmastopolitiikka) nähden (Kuvio 2.2.3.4).

Vanha teknologia säilyy ja talous ei sähköisty

Herkkyystarkasteluna verrataan perusskenaarion työllisyystuloksia skenaarioon, jossa talouden sähköistymistä ei tapahdu vaan teknologia on GTAP-mallin parametriarvojen mukainen. Päästövähennys jää tällöin peruslaskelmaa selvästi pienemmäksi (Kuvio 2.2.3.5). Myös kokonaistyöllisyys on hieman alempi kuin peruslaskelmassa (Kuvio 2.2.3.1). Työpaikkoja ei synny päästöttömään sähkön tuotantoon ja sähkön siirtoon (Kuvio 2.2.3.4). Myös rakentamisesta häviää työpaikkoja peruslaskelmaan verrattuna. Sen sijaan muun teollisuuden työpaikat lisääntyvät erityisesti peruslaskelmaan mutta myös vuoden 2014 ilmastopolitiikkaan verrattuna.

2.3 Ilmastopolitiikan synnyttämä ammattirakenteen ja osaamistarpeiden muutos: haastattelututkimus

Ilmastonmuutoksen ja ilmastopolitiikan vaikutukset työllisyyteen ja osaamistarpeisiin ovat hyvin alankohtaisia, eikä kattavaa toimialoittaista tutkimusta Suomen kontekstissa vielä löydy. Tästä syystä hankkeessa hyödynnettiin toimialojen haastattelututkimusta täydentämään GTAP-mallinnuksesta ja kirjallisuuskatsauksesta saatua ymmärrystä.

Haastattelututkimuksella selvitettiin, miten eri aloilla nähdään mahdolliset muutokset, miten alan edustajat arvioivat osaamistarpeiden muutosta, ja millä politiikkakeinoilla murroksen reiluus voitaisiin varmistaa. Haastatteluiden tavoitteena oli saada tuntumaa eri toimialojen kokemuksista osaamistarpeiden muutoksesta ja niihin varautumisesta käytännön tasolla. Näin tutkimusryhmä pystyi syventämään ymmärrystä ilmastopolitiikan tarkemmista vaikutusmekanismeista keskeisille toimialoille Suomessa sekä kartoittamaan toimialojen kokemuksellista ymmärrystä osaamistarpeiden muutoksesta.

Haastattelututkimuksella etsittiin täydentävää tietoa seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten osaamistarpeet ja ammattirakenne muuttuvat siirryttäessä kohti vähähiilistä taloutta?
- Millaisia ilmastopolitiikkaan liittyviä toimia voidaan pitää työllisyyden näkökulmasta erityisen riskialttiina?

Haastatteluiden tuloksia on raportoitu kootusti tässä aluvussa sekä hyödynnetty vuoropuheluna muiden tutkimustulosten kanssa koko raportin läpi.

Haastattelvien valinnasta

Haastatteluihin tunnistettiin kirjallisuuden ja kansantaloudellisten mallilaskelmien perusteella edustajia ja asiantuntijoita niiltä toimialoilta, joihin ilmastopoliitikka tulee Suomessa vaikuttamaan voimakkaimmin. Käytännössä haastateltavat valikoituivat tarkastelemalla eniten päästöjä aiheuttavia sekä eniten työllistäviä toimialoja sekä soveltaen muun muassa kirjallisuudesta nousevaa yleistä käsitystä eniten vaikutuksia kokevista toimialoista. Alustava lista haastateltavia hyväksyttiin hankkeen ohjausryhmän kanssa. Haastattelukutsut lähetettiin näin valikoituun 28 organisaatioon, joista haastatteluun osallistui yhteensä 15 sidosryhmien edustajaa. Haastateltaviksi valikoitui hyvä edustus keskeisiä työnantaja- ja -tekijäjärjestöjä sekä suuria yksittäisiä työnantajia. Lisätietoja haastattelu-rungosta sekä valintaprosessista voi kysyä Demos Helsingiltä.

Haastattelututkimuksen rakenne

Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina nojaten laadullisen sisällönanalyysin menetelmiin (Galletta 2013; Krippendorff 1989). Puolistrukturoidulla menetelmällä kaikille haastateltaville esitetään samat tai likipitään samat kysymykset samassa järjestyksessä. Lisäksi yhteistä haastattelurunkoa täydennettiin haastattelu- ja sidosryhmäkohtaisilla kysymyksillä.

Hankkeen tutkijat laativat tarkoituksen mukaiset haastattelukysymykset, jotka hyväksyttiin hankkeen ohjausryhmän kanssa. Kysymykset toimitettiin ennakkoon haastateltaville. Kustakin haastattelusta nauhoitettiin äänitallenne sekä laadittiin kirjalliset muistiinpanot. Haastattelut tehtiin anonyymisti, mutta haastatteluista saatuja vastauksia on lupa hyödyntää vapaasti tutkimuksen lähdeaineistona. Haastateltavat saavat vastauksensa halutessaan tarkistettavaksi ennen niiden käyttöä tutkimustarkoituksiin. Lista haastattelukysymyksistä liitteenä.

2.3.1 Haastattelututkimuksen tuloksia – ammattirakenteen muutos

Ammattirakenteeseen kytkeytyvät haastattelukysymykset

Sidosryhmien näkemystä ammattirakenteen muutokseen kartoitettiin erityisesti kahden kysymyksen kautta:

- Millaisena näet ilmastopoliitikan vaikutukset toimialaanne - millaiset ilmastopoliittiset toimenpiteet ovat erityisen merkittäviä alallanne?
- Luoko ilmastopoliitikka toimialallenne/yrityksellenne positiivisia mahdollisuuksia?

Kysymyksistä ensimmäinen tarjoaa suoria vastauksia toimialan, ja siten ammattirakenteen, muutokseen: eli miten toimialat näkevät työpaikkojen syntymisen ja katoamisen dynamiikan. Sidosryhmähaastatteluiden perusteella yksikään työllisyyden kannalta merkittävä toimiala Suomessa ei kuitenkaan odota ilmastopolitiikan vaikuttavan toimialansa tulevaisuudennäkymiin erityisen negatiivisesti. Suurin osa toimialoista uskoo kokonaistyöllisyysvaikutuksen olevan neutraali, vaikka työllisyyden painopisteet siirtyvät. Lisäksi vastaukset toiseen kysymykseen antaa indikaatiota siitä, mitkä toimialat näkevät mahdollisuuksia uusien työpaikkojen syntymiseksi. Edellä havaittiin, että suuri osa ilmastomuutoksen vaikutuksista tulisi olemaan välillisiä, ja siten tulos on ymmärrettävä.

Havainnot toimialoilta

Kaikissa haastatteluissa nousi esiin käynnissä olevien muutosilmidiöiden monimutkaisuus, mistä seuraa yleisesti vaikeus hahmottaa, mikä muutos kumpuaa esimerkiksi digitalisatiosta tai globaalista taloudesta ja mikä ilmastomuutoksesta, tai tarkemmin ilmastopolitiikasta. Alle on kerätty havainnot haastatteluissa tunnistetuista vuorovaikutussuhteista ilmastopolitiikan ja syntyvien sekä häviävien työpaikkojen välillä.

Ilmastopolitiikan nähtiin osaltaan kiihdyttävän talouden palvelullistumista ja havainto, että palvelualat ovat kestävä kasvun moottori nousi esiin useammassa haastattelussa. Liikenne- ja logistiikkapalveluissa nähtiin, että logistiikkakustannusten nousu saattaa heikentää hintakilpailukykyä, ei ainoastaan liikennealalla, vaan laajemmin teollisuudessa, mikä osaltaan saattaa vaikuttaa elinkeinorakenteeseen.

Myös energia-alan yrityksissä, jotka ovat ottaneet puhtaan energian toimintansa keskiöön, ilmastopolitiikka nähtiin strategisen kasvun mahdollistajana ja siten uusien työpaikkojen synnyttäjänä. Useampi haastateltu koki, että turve on saanut yhteiskunnallisessa keskustelussa suhteettoman suuren roolin työllisten määrään ja koko maan ammattirakenteen näkökulmasta puhutaan marginaalisesta murroksesta.

Rakennusalalla kokonaistyöllisyyden jopa odotettiin nousevan muun muassa kiristyvien energiastandardien myötä, joka luo runsaasti lisätyötä korjausrakentamiseen. Rakennusmateriaalien muutos ei todennäköisesti muuta kokonaistyöllisyyttä, mutta esimerkiksi betonin korvaaminen puulla muuttaa tuotantoketjuja ja työllisyyden painopisteettä.

Muutokset rakennusalalla voivat synnyttää myös osaltaan uusia työllisyysmahdollisuuksia metsätalouteen puumateriaalien uudenlaisten käyttötarkoitusten myötä. Metsäalalla oltiin kuitenkin laajasti huolissaan kiristyvän metsien käyttöön liittyvän politiikan työllisyysseurauksista ja kansainvälisesti tasapuolisten toimintaedellytysten (level playing field) luominen nähtiin tärkeänä. Alalla koettiin, että raaka-aineen saatavuuden heikkeneminen tai kallistuminen vaikuttaa suoraan taloudellisen aktiviteetin ja siten työllisyyden määrään

alalla, mutta samanaikaisesti biotaloudessa ja puun hyödyntämisessä monipuolisemmin kestäväenä ja hiilinieluja lisääväenä materiaalina nähtiin työllistymismahdollisuuksia. Suomalaisella maataloudella nähdään olevan etunaan valtteja, kuten sopiva maaperä ja puhtaus, joita hyödyntämällä ilmastopolitiikka voi tarjota suuria liiketoimintamahdollisuuksia

Maatalouden ja ruoantuotannon osalta EU:n maatalous- ja tukipolitiikan muutoksilla nähtiin mahdollisia vaikutuksia perinteisten maataloustöiden määrään ja siten ammattirakenteeseen. Myös kulutustottumusten muuttuminen pois lihasta nähtiin potentiaalisena uhkana työllisyydelle, mutta samalla uusien kasvipohjaisten tuotteiden kysynnän kasvu voi luoda uutta työtä.

Muun teollisuuden osalta nähtiin, että vaikutuksia on kaikilla sen osa-alueilla, mutta tarkempia vaikutuskanavia ammattirakenteeseen ja työllisyyteen ei kiertotalouden synnyttämien mahdollisuuksien lisäksi spesifioitu.

Yhteenveto ammattirakenteen muutoksesta toimialojen näkökulmasta

Kokonaisuutta katsoen, yksikään sidosryhmä ei ilmaissut olevan suoranaisesti huolissaan kunnianhimoisen ilmastopolitiikan vaikutuksista kokonaistyöllisyyteen. Muutokset ammattirakenteessa tunnistettiin kyllä ja erityisesti yrityspuolella nähtiin tästä kumpuava tarve työmarkkinoiden joustavuudelle. Toisaalta ay-puolella nähtiin joustavuuteen liittyviä uhkia ja korostettiin reilun siirtymän ja uudelleen kouluttautumisen mahdollisuuksia. Erityisesti yrityspuolella hiilikädenjälkijättö nähtiin tuovan Suomeen paljon uusia työllisyysmahdollisuuksia ja ammattirakenteen painottuminen korkean hiilikädenjäljen tuotteisiin ja palveluihin nähtiin luontevana kehityssuuntana. Yleisesti toimia, jotka vievät kohti kattavaa globaalia hiilen hinnoittelua pidettiin Suomen ammattirakenteenkannalta edullisena.

2.3.2 Haastattelututkimuksen tuloksia – muuttuvat osaamistarpeet

Sidosryhmien näkökulmia ilmastonmuutoksen, ja tarkemmin ilmastopolitiikan, mukanaan tuomiin osaamistarpeisiin kartoitettiin erityisesti alla olevilla kysymyksillä.

- Miten alanne osaamis- ja koulutustarpeet muuttuvat ilmastopoliittisten päätösten seurauksena?
- Miten osaamis- ja koulutustarpeiden muutoksiin tulisi reagoida? Millaisia tukitoimia alanne yritykset/työntekijät kaipaavat sopeutuakseen ilmastopoliittisiin toimenpiteisiin?

Sidosryhmähaastattelujen tuloksia on yhdistetty dialogimaisesti kirjallisuuden ennakoimien osaamistarpeiden rinnalla. Lisäksi haastateltavat nostivat osaamistarpeisiin liittyviä näkemyksiä esiin haastattelun muissakin vaiheissa, mitä on hyödynnetty analyysin ja yhteenvedon laatimisessa.

Havainnot toimialoilta

Valtaosa sekä kirjallisuudesta että haastatteluista esiin nousevista uusista osaamistarpeista on yleisiä työn muutokseen liittyviä osaamistarpeita ja muutosajurina ilmastopolitiikkaa on hankala erottaa esimerkiksi digitalisaation aiheuttamasta muutoksesta. Ilmastopolitiikan nähdään kuitenkin kiihdyttävän osaltaan yleisiä työn muutoksen mukanaan tuomia osaamistarpeiden muutoksia. Toki tiettyjä ilmastospesifejä osaamisalueita on tunnistettavissa, mutta yleisesti haastateltavat kokivat puitteiden luomisen muutoksen mahdollistamiseksi yksittäisten osaamisalueiden arvaamisen sijaan.

Useassa työntekijäpuolen haastattelussa korostui huoli, että korkeakoulutetun työvoiman tarve kasvaa suhteessa kouluttamattomiin ihmisiin. Tätä näkemystä perusteltiin muun muassa moniosaamisen ja tiedon soveltamisen kasvavana tarpeena. Toistuvana havaintona työnantaja- ja yrityspuolella oli puolestaan huoli uudelleen kouluttamiseen liittyvien vastuiden kasautumisesta yrityksille.

Esimerkiksi energia-alalla tunnistetaan kasvava tarve korkeakoulutukseen pohjautuvalle teknillis-kaupalliselle osaamiselle. Alalta nousee esiin myös konkreettisia esimerkkejä ilmastolainsäädännön tuomista muutoksista osaamistarpeisiin, kuten kivihiihkielto, joka on pakottanut työnantaja kouluttamaan henkilöstöään oma-aloitteisesti uusiin energiamuotoihin. Toisena konkreettisena ja toistuvana esimerkkinä mainittakoon akkutehtaat ja niihin koulutettava henkilöstö.

Usella toimialalla, kuten energia, metsä ja terästeollisuus, haasteena koettiin, että alat eivät profiloitu ilmastomuutoksen ratkaisijoina, jolloin niiden on hankalaa saada osaajia. Mainituilla toimialoilla ja laajemminkin teollisuudessa voisi hyvinkin olla jatkossa enemmän kysyntää kiertotalous-, raaka-aine- ja materiaaliosaajille, mikäli alat onnistuisivat profiloitumaan kiertotalouden edelläkävijöinä.

Maataloudessa ammattitutkinnot on uudistettu jo hiilineutraaliutta silmällä pitäen. Maaperän ja ruokintaresurssien optimaalinen käyttö on konkreettinen osaamisalue, mitä kaivataan tulevaisuudessa enemmän. Lisäksi kaupallinen osaaminen, esimerkiksi hiilikaupaan liittyen, tunnistettiin alalle uudenaikaisena osaamistarpeena.

Yhteenveto osaamistarpeiden muutoksesta toimialojen näkökulmasta

Spesifisti ilmastopolitiikasta nousevien yksittäisten osaamistarpeiden nimeäminen tuntui monen mielestä haastavalta ja sellaisen lähestymistavan mielekkyyteen, missä pyritään tunnistamaan yhteiskunnan tasolla kapeita ja konkreettisia osaamistarpeita, on hyvä suhtautua kriittisesti. Sen sijaan tärkeämpää on luoda puitteet muutokselle - oli tulevaisuuden osaamistarpeet millaisia hyvänsä. Esimerkiksi digitaalisen yhteistyön perustaitojen, kognitiivisten metataitojen, kuten ison kuvan näkeminen, oppimiskyvyn sekä itsensä johtamisen ja resilienssin nähtiin olevan sellaisia, jotka tukevat muutoksessa.

Ilmastopolitiikalla ennakoidaan olevan positiivinen vaikutus matalahiilisen teknologian kehitykseen (Calel & Dechezleprêtre, 2015). Matalahiilisen teknologian kehitys taas on keskeistä esimerkiksi energiateollisuuden kaltaiselle alalle. Energiateollisuus ry:n vuonna 2020 teettämän osaamistarvekyselyn mukaan tulevaisuudessa lähes 75% energiateollisuuden yrityksiin rekrytoitavista on ylempiä toimihenkilöitä, joilta odotetaan esimerkiksi vahvaa data-analytiikkaosaamista sekä korkeaa oppimiskykyä – molemmat taitoja, joita uudenlaisen matalahiilisen teknologian täysimääräinen hyödyntäminen vaativat. Myös maataloudessa tarvittavien tulevaisuuden osaamisten ennakoidaan linkittyvän vahvasti matalahiilisen teknologian ja yleisempään uuden tieteellisen tiedon aiheuttamaan kehitykseen. MTK:n julkaisemassa maatalouden ilmastotiekartassa (2020) keskeisiksi tulevaisuuden osaamistarpeiksi nostetaan esimerkiksi hiiliviljelymenetelmien haltuunotto sekä aurinkoenergiaan ja biokaasutuotantoon liittyvä osaaminen. Sekä energia-alalla että maataloudessa korostetaan vahvasti myös sitä, että tulevaisuudessa liiketoiminnallisen osaaminen yhdistäminen tekniseen ja teknologiseen osaamiseen on yhä tärkeämpää – moniosaajia tarvitaan yhä enemmän.

Myös sellaisten rakenteiden luominen, jotka tukevat vuoropuhelua oppilaitosten kanssa ja elinikäistä oppimista on tärkeää. Myös Työssä oppimisesta pitäisi tehdä mahdollisimman helppoa esimerkiksi täsmäkoulutusten ja kouluttautumisen insentivoinnin kautta. Oleellisessa roolissa on myös peruskoulutus ja että jo siellä opitaan perusteet ilmastomuutoksesta sekä opetushenkilöstön osaaminen.

Tulosten peilaamista osaamistarpeita käsittelevään kirjallisuuteen

Tulevaisuuden osaamistarpeiden jäsentämiseksi hyödyllisen teoreettisen kehikon antaa Strietska-Ilina ym. (2012) kolmijaottelu, jonka kautta alla jäsennetään kirjallisuuskatsauksesta ja haastatteluista esiin nousevia näkökulmia.

Vihreä uudelleenstruktuointi (green restructuring)

Taloudellisten aktiviteettien siirtyessä pois saastuttavilta aloilta on mielekästä kysyä, minkälaisille aloille nämä aktiviteetit siirtyvät. Chateau ym. (2011) toteavat, että sekä

globaalisti että EU-tasolla on todennäköisintä, että palvelusektori kasvaa teollisuuden kustannuksella vähähiiliseen talouteen siirryttäessä. Sidosryhmähaastatteluissa rakennemuutos kohti palvelullistumista tiedostetaan laajasti, mikä lisää palveluammateissa vaadittavan osaamisen kysyntää. Muutos nähtiin kuitenkin ensisijaisesti niin että esimerkiksi nykyiset teollisuusyritykset siirtyvät vahvemmin kohti palveluja, ja eri toimialojen rajat hämärtyvät. Myös palveluiden ja perinteisen tuotannon välisten rajojen odotetaan hälvenevän. Osaamistarpeiden näkökulmasta siirtymä kohti palvelusektorille saattaa aiheuttaa palvelualan yrityksille mahdollisuuksien lisäksi myös suuria haasteita. Finanssialan, Kaupan liiton ja Paltan vuonna 2020 tekemässä kyselyssä käy ilmi, että suurin osa palveluyrityksistä kokee rekrytoinnin vaikeaksi jo nyt. Syy tähän on se, ettei työnhakijoiden osaaminen vastaa palveluyritysten tarpeita. Ratkaisuksi vastaajat esittävät muassa jatkuvan oppimisen mahdollisuuksien ja oppilaitosyhteistyön lisäämistä.

Kirjallisuudessa on runsaasti viitteitä, että paljon päästöjä aiheuttavilla toimialoilla, kuten teollisuudessa ja kuljetuksessa, korostuu myös korkea manuaalisen työn määrä (esim. Kapetaniou, C. ja Mclvor, C. 2020 sekä Marin ja Vona 2019). Esimerkiksi Kapetaniou, C. ja Mclvor, C. (2020) toteavat, että näillä toimialoilla työskentelee myös paljon matalasti koulutettua väestöä, jonka uudelleen työllistyminen voi olla haastavaa. Näin ollen on oletettavaa, että tehtävät, jotka vaativat korkeatasoisempaa kognitiivista osaamista sekä jatkuvasti parempia vuorovaikutustaitoja korostuvat jatkossa enemmän, kuten myös formaalia koulutusta, työkokemusta ja työssä tapahtuvaa koulutusta ja oppimista vaativat tehtävät (Consoli ym. 2016). Tämä näkökulma nousi esiin myös useissa sidosryhmähaastatteluissa.

Uudet työnkuvat (new occupations)

Kokonaan uusien työkuvioiden syntymistä on vaikeaa ennustaa, mutta tyypillisesti uusia ammatteja arvioidaan syntyvän uusiutuvan sähköntuotannon, kierrätyksen, korjaamisen ja uudelleen valmistuksen pariin (esim. ILO 2018), joissa tekniset taidot korostuvat. Uusien vähähiilisten ammattien syntyminen edellyttää myös yleisiä innovaatiotoiminnassa keskeisiä taitoja, kuten luova sekä monialainen ja -tieteellinen yhteistyö (esim. Opetushallitus 2020 ja SAK 2019). Tyypillisesti puhutaan myös kiertotalouteen syntyvistä uusista ammatteista, mutta esimerkiksi vuonna 2017 ennustettiin, että biotalouden, cleantechin ja kiertotalouden työllisyyteen ei ole ennakoitavissa suurta lisäystä. Myönteisimmällä kasvunäkymällä BCK sektorin henkilöstömäärän lisäys vuoteen 2020 mennessä ennustettiin olevan noin 20 000 henkilöä ja kokonaistyöllisyys kasvaisi nykyisestä 253 000 henkilöstä 273 000 henkilöön (TEM, 2017).

Materiaali-, energia- ja kiertotalousosaaminen nousevat esiin tärkeinä taitoina TKI-toiminnassa. Useat tunnistavat myös monialaisuuden merkityksen sekä esimerkiksi tekniikan ja liiketoiminnan osaamisten yhdistelmän tarpeellisuuden. Sillä kokonaan uusia työnkuvia on tyhjentävästi mahdollista ennustaa, on hyvä keskittyä yleisesti uuden synnyttämiseen, ja

siihen adaptoitumiseen, vaadittavia meta-taitoja. Sidosryhmäkeskusteluissa esiin nousivat ainakin sopeutumiskyky, oppimiskyky, verkostoituminen, projektinhallinta, priorisointi sekä teknis-taloudellisen osaamisen yhdistäminen. Uudet kaupalliset ja hallinnolliset tehtävät, kuten hiilikauppaosaaminen myös kiinnostavia nostoja, jotka kuvaavat uuden poliittisen ohjauksjärjestelmän mukanaan tuomia uudenlaisia osaamistarpeita.

Olemassa olevien ammattien vihertyminen (greening existing jobs)

Sidosryhmähaastatteluiden perusteella kaikki toimialat palvelusektorista energiaintensiviseen teollisuuteen ovat sitä mieltä että osaamisen vaatimustaso tulee nousemaan ja jatkuvaan osaamisen päivittämistä tarvitaan jatkossa yhä enemmän. Tämän johdosta keskeiset osaamistarpeet kaikilla aloilla liittyvät siihen, että työntekijät olisivat mahdollisimman sopeutumis- ja oppimiskykyisiä. Haastatteluiden keskuudessa vallitsi vahva konsensus siitä, että näitä taitoja oppii parhaiten nuorena saadussa laadukkaassa perusopetuksessa, ja niiden sisäistäminen myöhemmin on hyvin vaikeaa. Siksi peruskouluun panostaminen nähtiin pitkällä tähtäimellä parhaaksi vakuutukseksi tulevaisuuden osaamistarpeiden muutosten varalle.

Tausta-aineistojen perusteella lähes kaikilta toimialoilta voitaisiin tehdä listaus ammatteista, jotka muuttuvat vihreämmiksi. Esimerkiksi SAK (2019) arvioi kaikilla aloilla olevan tarvetta vähintään pienimuotoiselle osaamisen päivittämiselle. Useat kansainvälisten organisaatioiden selvitykset tukevat tätä näkökulmaa (esim. ILO 2018, OECD 2017).

Haastatteluissa erityisesti rakennusalalla ja maataloudessa tunnistettiin merkittäviä osaamistarpeiden muutoksia olemassa olevien ammattien muuttuessa vihreämmäksi. Rakennusalalla ilmastopolitiikan mukana tuomat uudet säädökset tekevät rakentamiseen, korjaamiseen ja huoltoon liittyviä ammatteja enemmän ilmastokeskeisemmiksi. Näiden töiden absoluuttisen määrän ennakoidaan myös lisääntyvän. Maatalouden vihertyessä hiiliviljelymenetelmät, ravintokierto-osaaminen sekä turvemaiden ilmastoälykäs käyttö on mainittu tärkeinä osaamisalueina. Kaikkia toimialoja koskien useat haastateltavat nostivat esiin sopeutumis- ja oppimiskyvyn tarpeen ammattien muuttuessa vihreämmiksi.

2.3.3 Ilmastopolitiikan riskejä ja mahdollisuuksia ammattirakenteen ja osaamisen näkökulmasta

Erityisen riskialttiita ilmastopolitiikan toimia kartoitettiin yhdistämällä hankkeen muista tutkimuskysymyksistä noussutta teoreettista, empiiristä, mallinnettua sekä keskeisten sidosryhmien kokemuksista muodostuvaa tietoa.

Tavoitteena oli tunnistaa tehokkaimmat, vähäriskisimmät ja Suomen kontekstissa toteutuskelpoisimmat ilmastopolitiikan toimet hallituksen ilmastotavoitteisiin pääsemiseksi.

Haastattelututkimuksessa sidosryhmien näkökulmia ilmastopolitiikan uhkiin ja mahdollisuuksiin kartoitettiin erityisesti alla olevilla kysymyksillä.

- Millaisena näet ilmastopolitiikan aiheuttavat uhat toimialalenne/yrityksellenne? Millaisia ilmastopoliittisia toimia ei missään nimessä pitäisi tehdä?
- Millaisin politiikkatoimin mahdollistettaisiin mahdollisimman reilu siirtymä kohti hiilineutraalia taloutta?
- Millaisia toimia alanne yritykset voisivat itse tehdä sopeutuakseen ilmastopoliittisiin toimenpiteisiin?
- Mitä organisaationne aikoo itse tehdä ennakoidakseen ilmastopoliittisia toimenpiteitä?

Haastattelukysymyksistä kaksi ensimmäistä antoi suoria vastauksia siihen, millaista ilmastopolitiikkaa pidetään erityisen riskialttiina ja millaista suotavana. Kaksi jälkimmäistä kysymystä puolestaan antoi osviittaa yritysten ja toimialojen varautumisesta tuleviin muutoksiin.

Havaintoja toimialoilta

Selvästi suurimmaksi huolenaiheeksi ilmastopolitiikan suhteen nousi ilmastopolitiikan ennakoimattomuus ja epä johdonmukaisuus. Periaatteessa siis kunnianhimoisetkaan toimet eivät tuntuneet huolestuttavan, mikäli suunta on selvä ja siirtymäaika riittävän pitkä. Monella toimialalla ajanjakso ideasta investointiin ja investoinneista elinkaaren päähän kestää kymmeniä vuosia, ja jos politiikka ja esimerkiksi kestävyys kriteeristöt muuttuvat jatkuvasti, heikentää tämä investointihalukkuutta ja siten työllisyyttä. Poukkoilevaa ilmastopolitiikkaa on koettu sekä kansallisella että EU-tasolla. Erityisesti kestävä liiketoiminnan määritelmä EU-taksonomiassa nousi esimerkkinä epävarmuutta tuoneesta politiikkakonaisuudesta. Ennakoimattoman ja epä johdonmukaisen ilmastopolitiikan riski oli jaettu sekä työnantaja- että -tekijäpuolella.

Ilmastopolitiikan riskeistä puhuttaessa selkein ero työnantajien ja -tekijöiden puolella liittyi painotuksiin kilpailukyvyn ja reilun siirtymän suhteen. Työntekijäpuolella epäreilu siirtymä koettiin uhkana. Aiheeseen liittyvänä esimerkkinä mainittiin, että ilmastopolitiikan seurauksena syntyvät työt painottuvat liikaa korkeasti koulutettujen aloille ja matalasti koulutetut kärsivät suhteessa enemmän. Ilmastopolitiikan oletettiin aiheuttavan luovaa tuhoa, johon lääkkeeksi hyvinvointivaltion elementtejä tulisi vahvistaa. Myös asuminen ja liikenteen kustannuksista oltiin työntekijöiden näkökulmasta huolissaan. Mikäli esimerkiksi polttoainevero ja tietullit nostaisivat elämisen kustannuksia ydinkeskustojen

ulkopuolella, olisi usemman syytä etsiä koti lähempää keskustoja, missä asuminen on kalliimpaa. Lisäksi riskinä nähtiin se, että reilu siirtymä -ajattelu päätyy koskemaan vain muutamia akuuteissa vaikeuksissa olevia toimialoja, kuten turpeen tuotanto, vaikka ilmastonmuutoksen vaikutukset vaikuttavat moniin toimialoihin.

Työnantajajärjestöt ja yritykset painottivat vastauksissaan enemmän huolta kansallisesta kilpailukyvästä ja hiilivuodosta. Yleisesti liian paikallisen ja vain Suomeen kohdistuvan sääntelyn pelättiin heikentävän kilpailukykyä. Logistiikka- ja energiakustannusten nousu nähtiin suoraan kilpailukykyyn vaikuttavana tekijänä samoin kuin puuraaka-aineen saatavuuden heikkeneminen. Kilpailukykyyn heikkenemisen nähtiin johtavan hiilivuotoon ja siten myös ilmaston kannalta epäedulliseen lopputulokseen. Sääntelyn ulottaminen mahdollisimman globaalille tasolle on siis elinkeinoelämän kannalta paras vaihtoehto.

Yksittäisiä näkökulmia nostettiin muun muassa ilmastopolitiikan teknologiasidonnaisuuteen ja metsien käyttöön liittyen. Teknologiasidonnaisuudella tarkoitettiin sitä, että tiettyjä teknologioita rajataan ulos ratkaisupaletista ilmastonmuutokseen esimerkiksi EU-taksonomian myötä, vaikka niillä voisi olla tärkeä rooli sen torjunnassa. Ratkaisuna tähän olisi toimiva päästöjen hinnoittelumekanismi, jolloin markkinat ohjaisi tekemään päästövähennyksiä siellä, missä se on tehokkainta. Metisen käyttöön liittyen toimiala nosti uhkaksi raaka-aineen saatavuuden heikkenemisen ja sen, jos metsät aletaan näkemään ainoastaan hiilinieluinä.

Yhteenveto ilmastopolitiikan uhkista ja mahdollisuuksista sidosryhmien näkökulmasta

Osa sidosryhmistä nosti esiin yksittäisiin politiikkatoimiin liittyviä riskejä ja mahdollisuuksia. Valtaosa haastatelluista käsitteli kuitenkin uhkia ja mahdollisuuksia systeemisenä politiikkakokonaisuutena, mikä lienee asian monimutkaisuus huomioiden parhaalta lähestymistavalta. Tässä yhteenvedossa on nostettu erityisesti haastattelututkimuksessa esiin nousseita ilmastopolitiikan uhkiin ja mahdollisuuksiin liittyviä näkökulmia. Hankkeen eri vaiheiden synteessinä muodostuneet varsinaiset politiikkasuositukset löytyvät lopun *Johtopäätökset*-osiosta.

Yksittäisistä kansallisista politiikkatoimista riskejä nähtiin liittyvän ainakin polttoaineveroihin ja -säädöksiin, laajaan joukkoon metsien käytön liittyvään lainsäädäntöön sekä koulutustoimenpiteiden kohdistamisesta ainoastaan korkeasti koulutetuille ja jo valmiiksi hyvässä asemassa oleville. Näiden politiikkatoimien osalta lienee syytä kiinnittää huomiota dialogisuuteen toimialojen kanssa. Lisäksi EU-tason toimista erityisesti kestävä liiketoiminnan taksonomian johdonmukaisuus sekä hiilitullien ennakoitavuus koettiin keskeisenä.

Myös tietyissä yksittäisissä kansallisissa politiikkatoimissa nähtiin suoria mahdollisuuksia Suomen työllisyydelle. Konkreettisenä esimerkkinä mainittakoon julkisten hankintojen strategisuus, jossa julkisiin kilpailutuksiin ja hankintoihin tuodaan ilmastoteemat vahvemmin mukaan arviointiin, joka puolestaan edesauttaa markkinan ja referenssien syntymistä ilmastoratkaisuja tarjoaville yrityksille ja edesauttaa osaltaan kansallisten hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamisessa. Julkiset T&K-investoinnit nähtiin usein myös konkreettisenä keinona edesauttaa hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisessa ja työllisyyden yhdistämisessä. Erilaisten investointien työllisyysvaikutuksia on arvioitu kappaleessa *Julkisen talouden rooli*.

Mahdollisimman suotuisat ilmastopolitiikan kokonaisuudet voisi kiteyttää neljän adjektiivin varaan: kunnianhimoinen, strateginen, johdonmukainen ja reilu.

Kunnianhimoisen ilmastopolitiikan tarpeesta välittyi konsensus läpi sidosryhmähaastatteluiden. Se nähtiin pitkällä aikavälillä keskeisenä kasvun ja edelläkävijyyden moottorina sekä uudistuvan teollisuuden lähteenä. Kunnianhimoa toivotaan sekä kansallisella että EU-tasolla.

Strateginen ilmastopolitiikka viittaa Suomen ilmastokärkien tunnistamiseen ja siten johdonmukaisesti näiden kansainvälisten kilpailuedellytysten luomiseen politiikan eri osa-alueilla koulutuksesta, T&K-tukiin ja julkisista hankinnoista verotukseen. Strateginen ilmastopolitiikka edellyttää kuitenkin tasapainottelua niin sanotun ”voittajien valinnan” ja markkinamekanismin toiminnan välillä. Lähestymistapaa, missä poliittisesti valitaan voitavat ilmastoratkaisut ei pidetä yleisesti mielekkäänä ja markkinamekanismien voimaan parhaiden ratkaisujen tunnistajana uskottiin, mikäli markkinoita tukeva lainsäädäntökehikko esimerkiksi hiilen hinnoittelun suhteen toimii hyvin. Kuitenkin samalla pitää pystyä tunnistamaan kansallisia vahvuuksia ja ekosysteemejä, jotka voivat tulevaisuudessa olla globaalisti kilpailukykyisiä.

Johdonmukaisuus on parhaimmillaan seurausta strategisten kärkien sanoituksesta ja sitoutumisesta niiden mukaisiin politiikkakokonaisuuksiin. Johdonmukainen ilmastopolitiikka ei ole kokonaan omissa käsissä EU-tason ja kansainvälisen politiikan seurauksena, mutta Suomen kansainvälisesti ajamassa ja tukemassa ilmastopolitiikassa toki on mahdollista olla johdonmukainen. Kansallisella tasolla vaalikaudet ylittävä suunta on kriittistä, jotta yksittäisen vaalin tulos ei tee tyhjäksi yritysten valitsemaa strategista suuntaa.

Oikeudenmukainen ilmastopolitiikka tunnistaa, että talouden suuri rakennemuutos aiheuttaa ainakin välillisesti tietyille toimialoille ja yksilöille suuriakin haasteita. Tämä ei saa olla isossa kuvassa kunnianhimoisen ilmastopolitiikan tiellä, mutta erilaisilla toimenpiteillä voidaan varmistaa, että muutos ei käy yksilöiden näkökulmasta sietämättömäksi. Selvää on, että hyvinvointiyhteiskunnan tukiverkkoja tulee vahvistaa ja luoda edellytyksiä

elinikäiselle oppimiselle ja työssäoppimiselle. Yksittäisten yritysten tasolla, työntekijät on hyvä ottaa mukaan strategiseen suunnitteluun, jotta ihmiset osaavat suunnata omia kehittämisponnistuksiaan oikein. Ilmastopolitiikasta toimista kärsivien toimialojen kanssa tulee käydä dialogia ja tarvittavat resurssit kohdistaa ihmisten uudelleen työllistämisen tukemiseksi. T&K-tukien sekä koulutus- ja ilmastoinvestointien kohdentamisessa tulee myös pitää huoli, että uusia mahdollisuuksia ei synny ainoastaan korkeasti koulutetuille ja jo valmiiksi hyvässä asemassa oleville.

Elinkeinorakenteen muutosta ei siis kokonaisuudessaan nähdä uhkana yhteiskunnalle, vaan pikemminkin yksilöille ja toimialoille. Vaikutusten kokonaistyöllisyyteen, erityisesti pitkällä tähtäimellä, uskotaan olevan positiivinen ja kunnianhimoisen ilmastopolitiikan välttämättömyys pitkän aikavälin kilpailukyvyn varmistamisessa. Toki kasautuessaan yksilöiden ja toimialojen haasteet voivat aiheuttaa jännitteitä koko yhteiskunnan tasolla, joten reilun siirtymän edesauttaminen on keskeistä kunnianhimoisen ilmasto- ja työllisyystavoitteen yhdistämisessä.

2.4 Haastattelutulokset ja mallitulemat: keskustelua

Tässä alaluvussa palaamme vielä kokonaistasapainomallinnuksen tuloksiin ja arvioimme niitä suhteessa haastattelutuloksiin.

Mallilaskelmat antoivat ensinnäkin lievää tukea kirjallisuudesta ja haastatteluista esiin nousseelle huomiolle, että ilmastopolitiikka osaltaan lisää talouden palveluvaltaistumista. Tämä seuraa työvoimavaltaisten sektorien saadessa kilpailuetua palkkojen alentuessa. Laskelmien mukaan palvelujen osuus kokonaistuotannosta nousi vajaan prosenttiyksikön, jos kuljetussektoria ei oteta huomioon.

Palvelujen kysyntä jäi kuitenkin alemmalle tasolle kuin vertailulaskelmassa välillisten vaikutusten seurauksena. Palvelujen kysyntä aleni erityisesti teollisuudessa mutta myös kotitalouksien kulutuksessa. Lisäksi talouden sähköistymisen seurauksena työvoimaa siirtyi päästöttömään energiantuotantoon ja sähkön siirtoon. Tulos tuo hyvin esiin sen, kuinka välilliset vaikutukset ovat usein vaikeasti havaittavia ja haastateltavien mielestä yksittäisten osaamistarpeiden nimeäminen tuntuikin usein haastavalta.

Itse asiassa mallilaskelmat osoittivat, että työpaikkojen määrässä mitattuna suurimmat vaikutukset syntyivät juuri toimialoilla joihin päästömaksu vaikuttaa välillisesti. Tämä vahvasti toisaalta haastatteluissa esiin nousutta huomiota siitä, että reilussa siirtymässä täytyy ottaa laajasti huomioon eri toimialat eikä panostaa vaan niihin toimialoihin, joihin ilmastopolitiikka vaikuttaa suoraan, kuten turpeen tuotantoon.

Mallilaskelmat tukivat haastatteluissa esiin noussutta huolta siitä, että matalasti koulutetut kärsivät suhteellisesti enemmän ilmastopolitiikasta. Mallitulosten mukaan matalimman koulutettujen ryhmässä työvoiman liikkuvuustarve oli jonkin verran suurempi kuin muissa ryhmissä, kun taas korkeimmin koulutetuilla tarve jäi vähäisimmäksi.

3 Vihreiden tuotteiden innovaatiot, sääntely ja kansainväliset markkinat

Tämä luku tarjoaa näkökulmia Suomen ilmastonmuutoksen hillintään liittyvien tuotteiden kansainvälisiin ja kotimaisiin markkinoihin. Kutsumme näitä tuotteita jatkossa lyhyemmin *vihreiksi tuotteiksi*. Analyysin avulla voidaan tarkemmin arvioida Suomen menestymistä vihreiden tuotteiden markkinoilla viime vuosina ja ilmastopolitiikan edelleen tiukentuessa. Aihe on kiinnostava, sillä nämä kansainväliset markkinat ovat herättäneet erityisen paljon toiveita Suomen tulevaisuuden vientialana. Kilpailukykyinen vihreiden tuotteiden vienti kasvaville kansainvälisille markkinoille voisi tarjota Suomen ulkoisen kilpailukykyyn kohentamisen kannalta hyviä mahdollisuuksia. Markkinoista on kuitenkin vielä käytännössä vähän laajaa tietoa.

Tässä luvussa kansainvälisen kaupan tilastoista tunnistetaan vihreitä tuotteita ja tämän tilastoaineiston pohjalta tarkastellaan, miten niiden kauppa on kehittynyt tällä vuosikaudalla, mitkä ovat tärkeimmät viejämaat ja tuontimarkkinat sekä millä mailla on eri ympäristöteknologiassa suhteellinen etu ja miten se on kehittynyt ajan kuluessa. Lisäksi luvussa arvioidaan sääntelyn ja innovatiivisuuden yhteyksiä vihreiden tuotteiden viennin kilpailukykyyn. Tarkastelun keskeinen pyrkimys on löytää kansainvälisesti vertailukelpoista tietoa ja mittaamisessa käytetään erilaisia määritelmiä ja tuotelistoja. Vaikka vihreiden tuotteiden markkinoilla tapahtuvan rakennemuutoksen kuvaaminen on haastavaa, koottu tieto keskeisistä tuoteryhmistä tarjoaa tärkeää tietoa maiden kilpailukyvästä keskeisimmillä markkinoilla.

Edellisiä analyyskejä täydentäen hankkeessa selvitetään ympäristöratkaisujen vientiä harjoittavien ja siihen tähtäävien yritysten innovaatioihin johtaneita tekijöitä ja globaalin markkinamenestyksen koettuja edellytyksiä, erityisesti julkisten kannustimien osuvuuden merkitystä. Kyselyssä selvitetään yritysten uskomuksia heille tärkeiden markkinoiden elpymisestä ja tarpeista saada apua vientitoimintansa kehittämiseen, tähdäten ja varautuen pandemian jälkeiseen maailmaan.

3.1 Aikaisempaa kirjallisuutta

Maiden kilpailukykyä tarkastellaan seuraavassa ilmastonmuutosta torjuvien (vihreiden) tuotteiden markkinoilla kansainvälisen kaupan kirjallisuudessa keskeisen suhteellisen

edun käsitteen kautta (ks. Balassa, 1965). Kilpailukykyä arvioidaan tuotteen osuudella maan viennissä ja vertaamalla sitä vastaavaan osuuteen verrokkimaaryhmien ja koko maailman viennissä.³

Perinteinen taloudellinen ajattelu lähtee siitä, että ympäristösääntely (ks. laatikko) lisää kustannuksia yrityksille. Sääntely voi näin ollen vaikuttaa kotimaisen teollisuuden kilpailukykyyn, mikäli politiikan tiukkuus vaihtelee eri maissa ja se asettaa kotimaiset yritykset epäedulliseen asemaan ulkomaisiin kilpailijoihinsa nähden (Copeland ja Taylor, 2004). Sääntely voi toki silti olla kokonaisuutena kannattavaa, mikäli sillä saavutetaan samalla ympäristötavoitteita. Sääntelyn keskeisenä tehtävänä on asettaa hinta päästöille ja edesauttaa ilmastokysymysten globaalia ratkaisua, ei välttämättä parantaa tuottavuutta tai kilpailukykyä.

Ympäristövaikutusten ohjaukeinot

Yritysten ilmasto- ja ympäristövaikutukset voivat liittyä raaka-aineisiin tai välituotteisiin, tuotantolaitoksiin, tuotteisiin ja/tai logistiikkaan. Yritysten ympäristövaikutuksia ohjataan periaatteessa kolmella erityyppisellä ohjaukeinolla:

- normiohjaukeinolla, kuten ympäristöluvat, päästönormit
- taloudellisella ohjaukeinolla, kuten päästökauppajärjestelmä, syöttötariffit, tuet ja verotus
- informaatio-ohjaukeinolla, kuten ympäristöjohtamisjärjestelmät ja ympäristömerkintäjärjestelmät

³ Yleisesti kansantalouden kilpailukyky ja sen määrittävien tekijöiden mittaaminen jaetaan lyhyen ja pitkän aikavälin tarkasteluihin (ks. esim. Maliranta 2014). Toiset mittarit painottavat kilpailuvyyn pitkän aikavälin kasvuedellytyksiä. Näitä talouden tuotantokapasiteetin kehityksen tekijöitä arvioivia mittareita voidaan kutsua "kasvukilpailukykymittareiksi". Tällaisia ovat mm. useiden kansainvälisten järjestöjen rakentamat kilpailuvyyn eri osatekijöitä kokoavat indeksit. (Maliranta ja Rouvinen, 2013) Pitkän aikavälin kilpailukykyä ohjaavat mm. maiden tuottavuus, innovatiivisuus ja siihen liittyvä sääntely. Lyhyellä, muutaman vuoden aikajänteellä, talouden rakenteet ovat sen sijaan annettuja. Silloin talouden ulkoiselle menestykselle keskeistä ovat erilaiset suhteelliset kustannuksia määrittävät tekijät (palkat, nimelliset tai reaaliset valuuttakurssit, verot sekä muut kotimaiset hinnat ja kustannustekijät).

Kaikkiin näihin ympäristönsuojelun ohjausmuotoihin voi liittyä lainsäädäntöä, vaikka jotkut osat informaatio-ohjauksesta voivat tosin toimia myös täysin markkinoiden järjestäminä. Yleisesti ottaen normiohjauksen voidaan ajatella muodostavan ohjauksen pohjan ja ympäristönsuojelun vähimmäistason. Normiohjaus tuo myös tasa-arvoisuutta markkinatoimijoiden joukkoon karsimalla vääristynyttä kilpailua, jossa ulkoisvaikutukset jätetään huomiotta. Normiohjausta täydentää taloudellinen ohjaus, jolla etsitään kansantaloudellisesti tehokasta markkinatietoon pohjautuvaa päästövähennyspolkua. Informaatio-ohjauksella puolestaan organisoidaan tietoa yritysten ympäristösuorituskyvystä ja sen tuotteiden ”vihreydestä”.

Yritykset ovat kaikkien edellä mainittujen ohjausmuotojen kohteita, mutta myös aktiivisia toimijoita, joilla on oma tahto ja näkemys maailman kehityksestä ja tarvittavista ilmastopoliittisista ohjauskeinoista.

Vihreän sääntelyn ja teollisuuspolitiikan tavoitteiden yhdistämisestä on viime aikoina käyty joka tapauksessa vilkasta keskustelua ja talouskasvun kiihdyttäminen vihreiden investointien kautta on merkittävänä politiikkatavoitteena niin Yhdysvalloissa kuin Euroopassakin (ks. esim. Tagliapietra ja Veugelers 2020). Positiivisia kasvuvaikutuksia tukee näkemys, jonka mukaan ympäristösäännöksillä voidaan edistää ympäristöystävällisten teknologioiden innovointia, auttaa säänneltyjä yrityksiä saavuttamaan teknologinen johtoasema ja vauhdittaa näin laajempaa talouskasvua (Dechezleprêtre & Sato 2017).

Porterin hypoteesi kiteyttää optimismin eri muodoissaan (Porter, 1991; Porter and Van der Linde, 1995). Sen mukaan ympäristösääntely voi parantaa säänneltyjen yritysten tuottavuutta ja kilpailukykyä ainakin, jos se johtaa tehostomuuksien tunnistamiseen ja korjaamiseen erilaisten markkinatehostomuuksien vallitessa. Porterin hypoteesin heikon muodon mukaan ympäristösääntely lisää yritysten innovatiivisuutta. Vahvan muodon mukaan se myös lisää niiden tuottavuutta ja kilpailukykyä.

Perusteluja vaikutuksille on haettu esimerkiksi siitä, että sääntely voisi poistaa yrityksen johdon ja sen omistajien välisiä tehostamiseen liittyviä intressiristiriitoja tai purkaa markkinapuutteita, kuten heikentää johtavien yritysten liian voimakasta markkina-asemaa. (Dechezleprêtre & Sato 2017). Yleisemmin syynä julkiselle interventiolle voivat tutkimus- ja kehitystoimintaan liittyvät markkinapuutteet, joiden takia yhteiskunnan näkökulmasta vihreiden tuotteiden kehitystoimintaa syntyy markkinoiden rahoittamana liian vähän.

Erityisesti tutkimus- ja kehitystoiminnan markkinapuutteet tunnustetaan laajasti. Yksittäisten yritysten innovaatiopanostukset voivat olla riittämättömiä, koska yhteiskunnan kannalta parhaissa hankkeissa uusi tieto leviää nopeasti ja laajalti muiden kuin kehittäjäyritysten käyttöön. Yrityksille nämä hankkeet ovat usein vähiten kannattavia ja julkinen rahoitustaho voi siksi olla tarpeen. Ghisetti ym. (2015) ja Barbieri ym. (2020) havaitsivat, että vihreiden tuotteiden innovaatiot ovat tyypillisesti laaja-alaisempia ja teknisesti monimutkaisempia kuin muut innovaatiot, samalla kuin niihin liittyy paljon tiedon vuotovaikutuksia alkuperäisten innovaatioiden ulkopuolelle. Puutteita liittyy myös rahoitusmarkkinoiden kykyyn arvioida vihreiden tuotteiden tuotannon odotettua tuottoa ja riskillisyyttä. Erityisesti nuorille ja nopeasti kasvaville yrityksille tämä epäsymmetrisen informaation ongelma voi olla merkittävä, koska niiden mahdollisuudet rahoittaa tutkimusta ja tuotekehitystä omalla tulorahoituksella ovat vähäiset. Vihreiden tuotteiden markkinoilla epävarmuuksia on erityisen paljon, sillä ne liittyvät paitsi yritysten kykyyn innovoida, myös markkinoihin itseensä (Tagliapietra ja Veugelers, 2020). Markkinoiden tarjoamat tuotot innovaatioille ovat herkkiä sääntelyn muutoksille.

On jokseenkin kiistatonta näyttöä siitä, että ympäristösääntely ja kehitystuet lisäävät vihreiden teknologioiden innovatiivisuutta panostuksina ja tutkimustuotoksina mitattuna (ks. mm. Calel ja Dechezlepretre 2016; Koski ym. 2019). Sen sijaan vaikutukset kilpailukykyyn ja erityisesti vientiin eivät ole aikaisemman kirjallisuuden perusteella yhtä suoraviivaisia. Yritysten menestyminen riippuu paitsi innovatiivisuudesta, myös mm. kustannustekijöistä, tuotannon skaalavaikutuksista ja tuotannon rakenteesta (Levinson, 2010). Paitsi että sääntely voi lisätä suoraan yritysten kustannuksia, mikä näkyy kilpailukykyssä, se vaikuttaa myös monimutkaisella tavalla toimialojen uudistumiseen ja rakenteeseen. Jos ympäristöpolitiikka lisää esimerkiksi markkinoille pääsyn esteitä, alan tuottavuus ja kilpailukyky voivat laskea. Innovaatiovaikutukset voivat kohdistua myös pääosin kotimaiseen tuotantoon, jolloin viennin kasvua ei tapahdu.

Toisaalta kansainvälisen kaupan ansiosta sääntelyn vaikutukset leviävät maan rajojen ulkopuolelle. Sääntely yhdessä maassa luo vihreiden tuotteiden markkinoita myös muissa maissa. Sääntely voi lisätä teknologista kehitystä ja teknologian liikkuvuutta globaalisti liudentaen yhteyttä sääntelyn ja kilpailukykyyn välillä. Sääntelyn vaikutus maan tuotantoon voi jäädä heikoksi, mikäli tuotantoa siirtyy kevyemmän sääntelyn maihin. On jonkin verran näyttöä siitä, että yritykset ovat käyttäytyneet näin (Aichele ja Felbermayr 2015; Kuusi ym. 2020).

Kaiken kaikkiaan talouden sopeutuminen sääntelyyn on monimutkaista ja kilpailukyky-termiin on kietoutunut monia vaikutusmekanismeja. Siksi ei ole helppoa yhdistää arvioita näistä prosessin eri näkökohdista yhdeksi arvioksi sääntelyn vaikutuksista kilpailukykyyn. Onkin syytä arvioida vaikutusten suuruutta eri menetelmillä, useiden indikaattorien perusteella ja erilaisia yhteisvaikutuksia huomioiden.

3.2 Ilmastonmuutoksen hillintään liittyvien markkinoiden viimeaikainen kehitys ja näkymät

Tässä alaluvussa tarkastellaan ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta olennaisten (vihreiden) tuotteiden maailmanmarkkinoiden kehitystä sekä erityisesti Suomen ja Euroopan unionin asemaa niiden kansainvälisessä kaupassa. Keskeinen ilmastonmuutoksen hillinnän kanava on vähäpäästöisen teknologian kehittäminen ja sen käyttöönotto vanhan teknologian tilalle. Tällaisten tuotteiden maailmanmarkkinoiden voidaan odottaa kasvavan tulevaisuudessa selvästi, kun merkittävä osa maista on jo sitoutunut erilaisiin hiilineutraalisuustavoitteisiin.

3.2.1 Käytetyt lähteet ja tilastot

Kokoamme seuraavassa tietoa hyödynnetyistä aineistoista ja tilastoista. Käytämme pääosin Harmonised System -tuoteluokittelun vuoden 2007 version HS6-numerotason ulkomaankauppatilastoja. Kokoamme niitä YK:n Comtrade-tietokannasta koskien vuosia 1996–2019.⁴ HS6-numerotasolla on tilastoituna hieman yli viisi tuhatta eri tuotetta. Suuresta valikoimasta huolimatta vihreiden tuotteiden määrittäminen ei ole yksinkertaista. Käytämme julkaisussa OECD (2005) olevia OECD:n ja APECin tekemiä tuoteluetteloita ja täydennämme niitä Sauvagen (2014) tutkimuksessa olevasta tuotelistasta, joka on puolestaan kerätty eri lähteistä⁵. Tuotteet on määritelty HS6-numerotasolla, mikä vastaa käyttämämme ulkomaankauppatilastoa.

Näkökulma näissä julkaisuissa on kuitenkin ilmastonmuutosta laajempi, sillä OECD (2005) ja Sauvage (2014) tarkastelevat kattavasti erilaisia ympäristöteknologisia tuotteita. Listoissa on siksi esimerkiksi jätevesien puhdistamiseen liittyviä tuotteita, jotka pitää rajata pois, kun tarkastellaan vain ilmastonmuutoksen vastaisia toimia. Rajanveto on tässä suhteessa ajoittain vaikeaa ja edellyttää tulkintaa. Valinnat eri tuotteiden mukaan ottamisesta on tehty Etlassa. Ympäristötuotteiden määrittely kehittyy jatkuvasti muun muassa teknologisen kehityksen seurauksena.

4 Vuoden 2019 tilastot päivittyvät vielä, mutta puutteet liittyvät suhteellisen pienten ja vähemmän kehittyneiden maiden tuontiin. Käytämme maiden tuontitilastoja, joiden arvioidaan globaalisti olevan vientitilastoja luotettavampia. EU27-aggregaatti ei sisällä Britanniaa, joka erosi unionista vuoden 2020 alussa, koska haluamme arvioida unionin asemaa näiden tuotteiden maailmankaupassa nyt, kun Britannia on siitä eronnut. Muuten EU27 käsittää koko aikaperiodilla nykyiset 27 EU-maata.

5 Sauvagen (2014) lähteinä ovat ”Friends-ryhmä” (Kanada, EU, Japani, Etelä-Korea, Uusi-Seelanti, Norja, Sveitsi, Taiwan ja Yhdysvallat, ks. WTO, 2009), PEGS (Plurilateral Agreement on Environmental Goods and Services), APEC-maiden Vladivostokissa vuonna 2012 tekemä listaus sekä OECD:n CLEG (Combined List of Environmental Goods).

Laskelmassa on mukana tuotteita, jotka ovat ilmastonmuutoksen vastaisessa mielessä vihreitä, mutta joita käytetään myös muussa tuotannossa (esim. etanoli). Siten vienti voi osin liittyä muuhun kuin ilmastonmuutoksen vastaisiin toimiin. Toisaalta on tuotteita, joita tarvitaan vihreässä tuotannossa, mutta jotka eivät ole listalla. Esimerkiksi tuulivoimalan rakentamisessa käytetään teräsrakenteita. Tuulivoimala ei kuitenkaan ole HS6-tason tuote. Sen sijaan listalla on tuulivoimalla toimivat generaattoryhdistelmät (HS 850231).

Tuoteryhmien valinnan hankaluuksien vuoksi jaamme ilmastonmuutoksen hillitsemiseen liittyvät tuotteet kahteen ryhmään. Suppeampi ryhmä koskee arviomme mukaan suoriin päästövähennystoimiin. Ryhmään kuuluu 59 tuotetta. Laajassa listassa on lisäksi tuotteita, jotka liittyvät ilmastotoimiin kytkeytyviin energian ja resurssien säästötoimiin. Siihen kuuluu yhteensä 138 tuotetta. Tuotteet on lueteltu liitteessä. Näiden tuotteiden kysynnän voidaan olettaa olevan kytköksissä ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen.⁶ Maailmankaupan tilastoista voidaan etsiä jotain tiettyä teknologiaa edustavia tuotteita, esimerkiksi sähköautojen akkuja. Sieltä ei sen sijaan voida esimerkiksi erotella sellaista terästä, jonka valmistuksessa kasvihuonekaasujen päästöt ovat olleet vähäisempiä kuin jonkin toisen teräksen tuotannossa.

Tarkastelemalla näitä kahta tuoteryhmää, joista toinen on tarkkarajainen ja toinen laajempi sisältäen vähemmän selvästi vihreäksi luokiteltavia tuotteita, pyrimme saamaan kokonaiskäsityksen markkinoiden kehityksestä.

Lisäksi tarkastelemme vielä vertailun vuoksi Tilastokeskuksen tilastoja Suomen ympäristöliiketoiminnasta. Tämä tilasto koskee liiketoimintaa, joka käyttää tavanomaista vähemmän luonnonvaroja tai kuormittaa vähemmän ympäristöä. Tilastosta on poimittu toiminta, joka liittyy ilmastonmuutoksen torjuntaan. Tulokset poikkeavat jonkin verran toisistaan, mikä korostaa käytännön haasteita näiden tuotteiden määrittelyssä. Lisäksi on huomattava, että ympäristöliiketoimintatilastot sisältävät palveluja, joita ei ole mukana ulkomaankauppa-analyyseissä.

Vihreiden tuotteiden luokitteluihin liittyvää problematiikkaa on käsitelty seuraavassa tietolaatikossa.

6 HS-tuoteluokitusta päivitetään noin viiden vuoden välein. Olemme joutuneet yhdistämään varhaisempien, vuosien 1996 ja 2002 HS-luokitusten mukaisia tilastoja käyttämäämme vuoden 2007-luokitteluun. Joissain tapauksissa tuoteluokka jakaantuu näissä taitekohdissa useaan uuteen tuoteluokkaan. Tästä syystä käyttämässämme aineistossa ei ole vuosien 1996–2006 osalta seuraavia tuotteita: 392030, 392111, 841989, 841990, 842490, 851410, 851420, 851430 ja 851490 (ks. liite 1 niiden selosteista). Näiden tuotteiden osuus laajan tuoteryhmän tuotteiden viennistä Suomesta oli 3–5 prosenttia vuosina 2007–2019.

Tietolaatikko: Mikä on vihreä tuote ja miten luokitteluja hyödynnetään?

Tuotteiden ympäristöystävällisyydelle tai vihreydelle on useita kansainvälisiä luokituksia. Niitä tarvitaan muun muassa siksi, että ympäristöteknologioiden siirtoa voitaisiin edistää alentamalla niihin kohdistettavia tariffeja. Luokituksia on rakennettu yleisten tulliluokitusten jaottelun mukaisesti, mikä mahdollistaa siten myös ympäristötuotteiden kansainvälisen kaupan seurannan tulli-ilmoitusten perusteella. Tässä tietolaatikossa selostetaan ympäristötuotteiden luokittelun kehitystä, perusteita ja kehitystarpeita.

Tulli-ilmoituksen tekevä tavaran tuoja tai viejä ilmoittaa tavaran laadun numerokoodilla. Kaikki maailman kauppatavara on luokiteltu numerokoodiksi eli nimikkeiksi, jotka ovat ikään kuin yhteinen kieli lähes kaikelle ulkomaankaupalle. Näiden numerokoodien käyttöä edellyttävät lähes kaikkien maiden tullilaitokset ja useat muut viranomaiset. Maailman tullijärjestön käytössä on nk. HS-luokitus (Harmonized System), jonka mukaan tuotteet on luokiteltu kuusinumeroisella erittelevällä luokituksella. EU:n TARIC -järjestelmässä käytetään samantyyppistä kahdeksannumeroista CN-luokittelua (Common Nomenclature). Näistä HS-tuoteluokituksia on poimittu erilaisia tuotejoukkoja niiden ”ympäristöystävällisyyden” perusteella ja ryhmitelty niitä ympäristötuotteiden listoiksi. Tällaisia listoja ovat mm:

- UNCTAD:in – Environmentally Preferable Products
- OECD:n – Environmental Goods and Services
- APEC:in – Environmental Goods

Listat ovat päällekkäisiä vain muutaman kymmenen prosentin osalta, mikä kuvastaa ympäristötuotteiden listaamisen vaikeutta. Maailman kauppajärjestö WTO on laatinut em. listojen pohjalta nk. ”pitkän listan” ympäristötuotteista (WTO 2005). Siihen kuuluu yhteensä 480 tuotetta, kunkin tuotteen kuvaus ja tuotteeseen liitetty HS-koodi. Listaa on käytetty ympäristötuotteiden määrittelystä käytävien neuvottelujen pohjana, mutta sellaisenaan se on liian pitkä eikä kaikkia listaan otettuja tuotteita voi hyvällä tahdollakaan pitää ympäristötuotteina. Jotkut listassa olevat tuotteet ovat kiistattomasti ympäristönsuojelua edistäviä, mutta joitakin toisia tuotteita käytetään sekä ympäristönsuojelua edistävissä ratkaisuisissa että myös aivan muunlaisissa lopputuotteissa. Vihreiden tuotteiden luokittelulistojen kehitystä on kuvattu ITC:n raportissa seikkaperäisesti (ITC 2014).

WTO:n ”pitkän listan” pohjalta EU jatkoi kuitenkin ympäristötuotteiden ja -palvelujen listausten kehitystyötä karsimalla ja luokittelemalla tarkemmin tarkoituserusteisesti ja julkaisi kattavan selvityksen (Eurostat 2009), joka korvaa OECD:n ja Eurostatin manuaalin vuodelta 1999 (OECD/Eurostat (1999)). Tämä on ollut ratkaiseva vaihe ympäristötuotteiden luokittelun kehityksessä, koska se selkeytti luokittelun perusteita ja eritteli perusteet ympäristöongelmittain ja luonnonvarojen kestävien käyttömuotojen perusteella. Julkaisussa harmonisoitiin jäsenvaltioiden tiedonkeruuta ympäristötuotteita ja -palveluja koskien. Perusteellisen työn lähtökohtana on ollut se, että tuotteiden pitäisi joko:

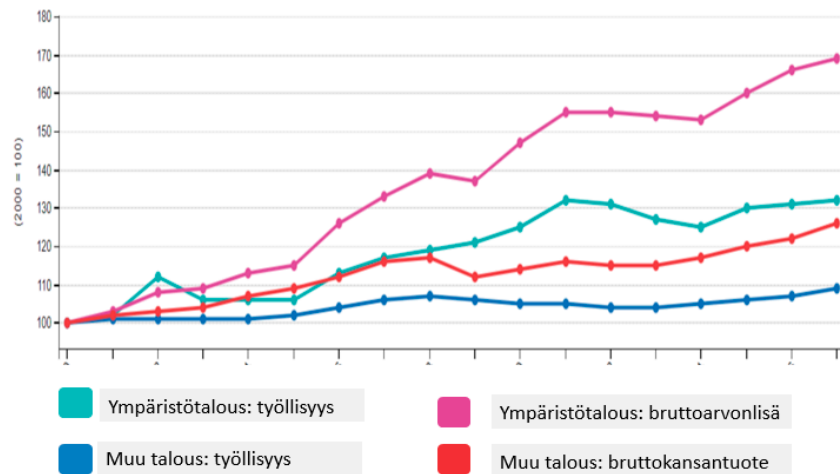
- A) Edistää ympäristönsuojelua
- B) Edistää luonnonvarojen kestävästä käyttöä

Ympäristönsuojelun edistäminen A) on jaoteltu lähinnä ympäristöongelmittain järjestyneeseen 11 tavoitteeseen ja luonnonvarojen kestävästä käytön edistäminen B) on jaoteltu 12 luonnonvarojen kestävästä hyödyntämiseen liittyvään tavoitteeseen. Julkaisu on kuvaus/manuaali jäsenvaltioiden käyttöön EGSS-sektorin (Environmental Goods and Services Sector) tiedonkeruusta ja tilastoinnista (Eurostat 2009b).

EGSS on sittemmin pantu toimeen ja on nykyisin yksi kuudesta EU:n ympäristötilinpidon sektorista, joista on säädetty Parlamentin ja Neuvoston asetuksessa (EU 2011) [Regulation \(EU\) 691/2011](#). Ympäristötilinpito on osa EU:n tilastojärjestelmää (ESS). Tälle EU:n Parlamentin ja Neuvoston asetukselle on annettu myös komission täytäntöönpanoasetus (EU 2015), joka koskee tietojen toimittamista asetuksen liitteessä olevista ympäristöhyödykkeistä ja palveluista sekä toimialoista. EGSS muun muassa tuottaa tiedot ympäristösektorin arvonalisästä ja työllisyydestä. Myös Suomen ympäristöliiketoimintatilastot perustuvat EGSSIin yllä mainittuun lainsäädäntöön.

Kuvio L3.1.1. Kuviosta käy ilmi, että EU-27:n ympäristöliiketoiminnan kasvu oli selvästi korkeampaa kuin muun talouden kasvu. Myös ympäristöliiketoimintaan liittyvä työllistävyyden kasvu oli selvästi nopeampaa kuin taloudessa yleensä vuosina 2000–2017.

Ympäristöliiketoiminnan ja siihen liittyvän työllisyyden kasvu suhteessa koko talouden ja työllisyyden kehitykseen vuosina 2000- 2017 (EU-27) (Lähde Eurostat, Kesäkuu 2020)



Vihreät tuotteet viennin arvioinnissa

Tässä tutkimuksessa yhdisteltiin edellisessä kappaleessa mainittuja luokitteluja ja luotiin vihreille tuotteille ”suppea ryhmä” ja ”laaja ryhmä” kuvaamaan ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyviä tuotteita aiemmin tässä kappaleessa (4.2.1) esitetyllä tavalla. Lisäksi käytettiin Tilastokeskuksen ympäristöliiketoiminnan tilastoja kappaleessa 3.2.8 kerrotulla tavalla.

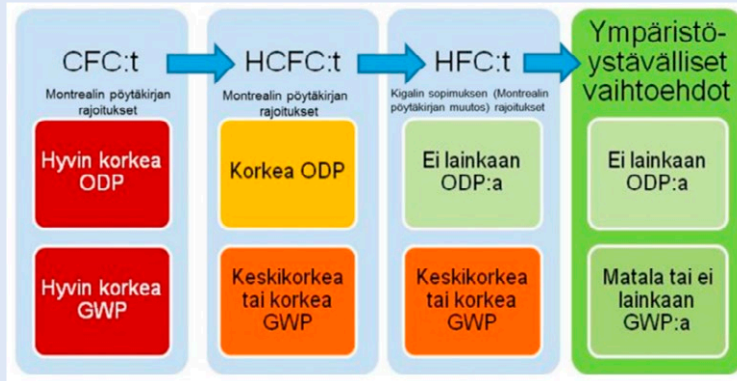
Ympäristötuotteiden vientiä selvitettiin myös ympäristöratkaisuja vieville yrityksille suunnatulla kyselyllä ja haastatteluilla. Kyselyssä selvitettiin ”lippulaivat tuotteiden” menekkiä ja menekkiin vaikuttaneita tekijöitä maailmanmarkkinoilla (ks. kappale 3.4).

Tässä osassa tutkimusta yritykset saivat itse määritellä mitä olivat niiden ympäristöratkaisujen lippulaivat tuotteet. Tällaisia olivat mm. biodiesel, kylmäkuljetuslaatikot ja luomuelintarvikkeet. Lista näistä tuotteista on esitetty liitteessä 4. Listoihin luokitelluista tuotteista monet ovat jonkin ympäristöä tavalla tai toisella suojelevan, esimerkiksi energiatehokkuuden lisäyksen tai ilmastoystävällisen energiatuotannon, tuotteen komponentteja. Osasta yhteyttä ympäristönsuojeluun on tosin vaikeata löytää. Taulukosta käy sen

sijaan ilmi, että suurin osa kyselymme yritysten ”lippulaivatuotteista” mahtuu komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2015/2174 ympäristöhyödykkeiden ja palveluiden kategoriaan, mikä ei sinänsä ole ihme, sillä asetuksen listaus on tuoreempi kuin OECD:n listaus.

Ympäristöteknologiat kehittyvät ja siksi niitä koskevien listaustenkin on kehityttävä. OECD:n vihreiden tuotteiden listauksessa esiintyvä Nikkeli-Kadmium-akut eivät ole enää aikoihin edustaneet edistyneintä akkuteknologiaa. Kohta ehkä litiumrautafosfaattiakut tai vastaavat korvaavat jo nykyisetkin edistyneemmät akkuteknologiat. Samoin on käynyt kylmäaineille – teknologiat kehittyvät aiempaa ympäristöystävällisemmiksi ajan saatossa; freonit (CFC’t) korvautuivat ensiksi osittain halogenoiduilla hiilivedyillä (HCFC’t) ja sittemmin vetyfluorihiiilivedyillä (HFC’t), mutta nyt niitäkin ajetaan alas globaalin sopimuksen avulla ja korvataan nk. luonnollisilla kylmäaineilla (Kuvio L3.1.2). Vuonna 1987 solmittu Montrealin pöytäkirja ja sen muutokset on toimeenpantu EU:ssa ja Parlamentin ja Neuvoston asetuksilla sekä kansallisella lainsäädännöllä. Nämä vaiheittaiset lainsäädäntömuutokset ovat saaneet aikaiseksi ”innovaatiopurskahduksia” kemianteollisuudessa mikä on myös näkynyt patenttien kasvuna ennakoivasti jo silloin kun pöytäkirjanmuutoksista on alettu neuvotella (Seidel 2015). Vastaavaa kehitystä tapahtuu useimpien teknologioiden kohdalla.

Kuvio L3.1.2. Montrealin pöytäkirjan, sitä toimeenpanevan EU-lainsäädännön ja edellisiä toimeenpanevan ja täydentävän kansallisen lainsäädännön avulla korkean otsonituhopotentialin (ODP) ja korkean ilmaston lämmitysvaikutuksen (GWP) kylmäaineita on vaiheittain korvattu aiempaa haitattomammilla kylmäaineilla. Muutokset kylmäaineissa on saanut aikaiseksi suurimittaisen muutoksen niitä käyttävissä teknologioissa. Kylmäaineita käytetään lähes kaikissa maailman rakennuksissa viilennyksessä, lämmityksessä, ilmastoinnissa ja energiaa säästävässä lämpöpumpuissa. Aihe on Suomessa ajankohtainen sillä lämpöpumput ovat erittäin voimakkaasti yleistymässä sekä asuin- ja liikerakennuksissa, että laajoissa energiaratkaisuissa ja teollisuudessa (SULPU 2020). Suomessa on laadittu kriteerit kylmälaitteiden kestäville julkisille hankinnoille (Reinikainen&Johansson 2019). Niiden noudattaminen olisi tärkeätä sekä yritysten kannalta (tuplainvestointien välttäminen) että osana Suomen ilmastotavoitteiden toimeenpanoa.

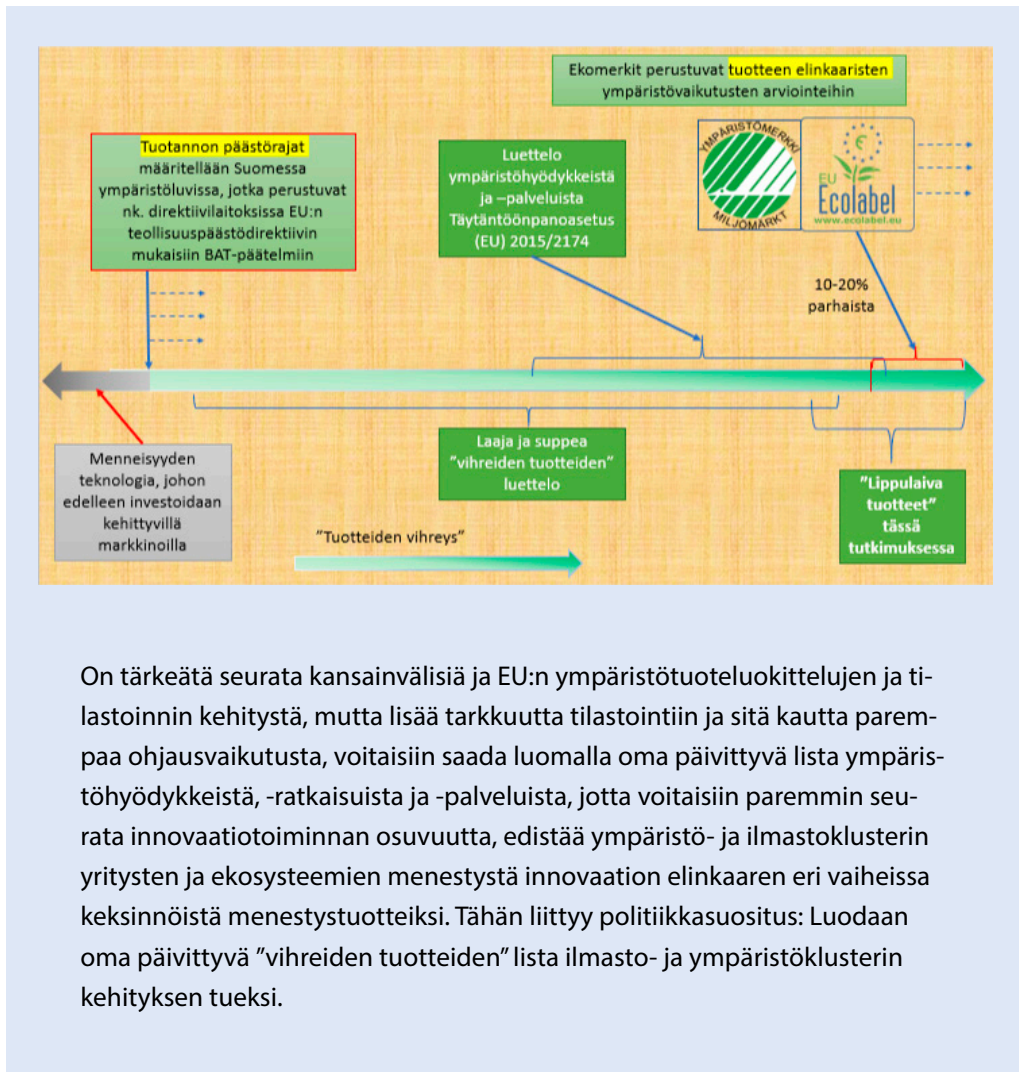


Myös ympäristöongelmat muuttuvat – vanhoja ratkaistaan ja uusia valitettavasti ilmaantuu. Samaten ympäristöongelmien tärkeyden painotukset muuttuvat. Vuonna 1996 julkaistussa Tilastokeskuksen ja Eurostatin Index of Environmental Friendliness -tutkimusraportissa (Puolamaa et al. 1996) otsonikato oli heti toiseksi tärkeimpänä ympäristöongelma kun taas tänä vuonna julkaistussa samalla menetelmällä tehdyssä arvottamistutkimuksessa (Reinikainen et al. 2021) otsonikato oli hädin tuskin kymmenen tärkeimmän ympäristöongelman listalla, mikä onkin ymmärrettävää sillä 99% yläilmakehän otsonikatoa aiheuttavista päästöistä on onnistuttu poistamaan Montrealin pöytäkirjan tehokkaiden rajoitustoimien ansiosta. Näistä syistä vihreitä tuotteita koskevia listauksia on syytä aika ajoin päivittää. Tilastoinnista (metadatasta) olisi hyvä käydä ilmi teknologiaa koskevia luonnehdintoja, kuten esimerkiksi onko kyseessä:

- Piipunpääteknologia (puhdistuslaitteet)
- Ympäristökuormitusta vähentävä tai
- Parempi tuotantoprosessi
- Ympäristötehokkuudeltaan aiempaa kehittyneempi jo markkinoilla oleva teknologia,
- Aiempia teknologioita korvaava uusi fyysinen tuote/tuoteryhmä
- Ympäristön tilaa parantava palvelu
- Dematerialisaatioon (esim. digitalisoinnin kautta) perustuva ratkaisu
- Yhdistelmä edellisistä

Luonnehdintojen merkitys on siinä, että niiden avulla voidaan seurata tuotevalikoiman innovatiivisuutta ja uutuutta – havainnoida miten eri teknologiasukupolvet ovat menestyneet elinkaarellaan ja mitä uutta on tulossa markkinamenestyksen polulle. Tällaiseen jaottelutarkkuuteen ei EU:n lista ja tilastointi taivu, mutta siitä voisi olla etua ”vihreiden tuotteiden” vientimenestyksen seurannassa. Ympäristöongelmat muuttuvat – vanhoja ratkaistaan ja uusia valitettavasti ilmaantuu. Onneksi myös ympäristöteknologiat ja -tuotteet kehittyvät. Uusia ympäristötuotteita ja tuoteryhmiä syntyy kiihtyvään tahtiin. Ilmasto- ja ympäristöliiketoiminnan noustessa olisi tärkeä luoda mekanismi, jolla tuotelistauksia päivitetään ja jonka avulla ympäristöliiketoiminnan kehitystä voidaan seurata. Kuviossa L3.1.3 on havainnollistettu yleisellä tasolla, miten tässä tutkimuksessa käytetyt ”vihreiden tuotteiden” luokittelut ja menetelmät asettuvat alati vaatimuksiltaan kehittyvät tuotteiden vihreyden arvioissa.

Kuvio L3.1.3. Käsitys tuotteiden ”vihreydestä” muuttuu teknologisen kehityksen myötä ja ympäristövaatimusten tiukentuessa. Kuvassa on esitetty suuntaa antava skemaattinen kaavio, johon erilaiset tässä tutkimuksessa käytetyt luokittelut ja menetelmät sijoittuvat ”vihreyden” suhteen. Tässä suhteessa parhaita ovat EU:n ja Pohjoismaiden ekomerkin saaneet tuotteet. Tavoitteena merkintäjärjestelmässä on, että vain 10–20 prosenttia merkin soveltamisalaan kuuluvien tuoteryhmien tuotteista läpäisee vaatimukset. Tämän tutkimuksen kyselyssä yritysten määrittelemät ”lippulaivat” sijoittunevat myös vihreyden kärkipäähän, koska monella niistä onkin myönnetty ekomerkit (joskaan niitä kaikkia ei ole arvioitu tai luokiteltu). Ekomerkit perustuvat tuotteiden elinkaaristen ympäristövaikutusten arviointeihin. Niille annettavia kriteerejä uusitaan määräväuosin. Sen sijaan muille tämän tutkimuksen tuoteluokitteluille ei ole määritetty päivittämisvelvoitetta. Myös teollisuuden päästöjä koskevia lupaehtoja kiristetään, kun BAT-päätelmien päästörajoja kiristetään. Myös sitä kautta tuotteet EU:ssa vihertyvät. Kehitysmaissa ympäristösääntely ja säädösten toimeenpano on heikompa. Vapaaehtoisia ympäristönsuojelun ohjauksen muotoja, kuten ekomerkkejä ei usein ole käytössä, minkä vuoksi hankinnat tehdään usein vain hinnan perusteella. Paremman ympäristösääntelyn ”vienti” edistäisi myös suomalaisten vihreiden tuotteiden kilpailukykyä kehittyvillä markkinoilla.



On tärkeää seurata kansainvälisiä ja EU:n ympäristötuoteluokittelujen ja tilastoinnin kehitystä, mutta lisää tarkkuutta tilastointiin ja sitä kautta parempaa ohjausvaikutusta, voitaisiin saada luomalla oma päivittyvä lista ympäristöhyödykkeistä, -ratkaisuisista ja -palveluista, jotta voitaisiin paremmin seurata innovaatiotoiminnan osuvuutta, edistää ympäristö- ja ilmastoklusterin yritysten ja ekosysteemien menestystä innovaation elinkaaren eri vaiheissa keksinnöistä menestystuotteiksi. Tähän liittyy politiikkasuositus: Luodaan oma päivittyvä "vihreiden tuotteiden" lista ilmasto- ja ympäristöklusterin kehityksen tueksi.

3.2.2 Vihreiden tuotteiden maailmankaupan kehitys

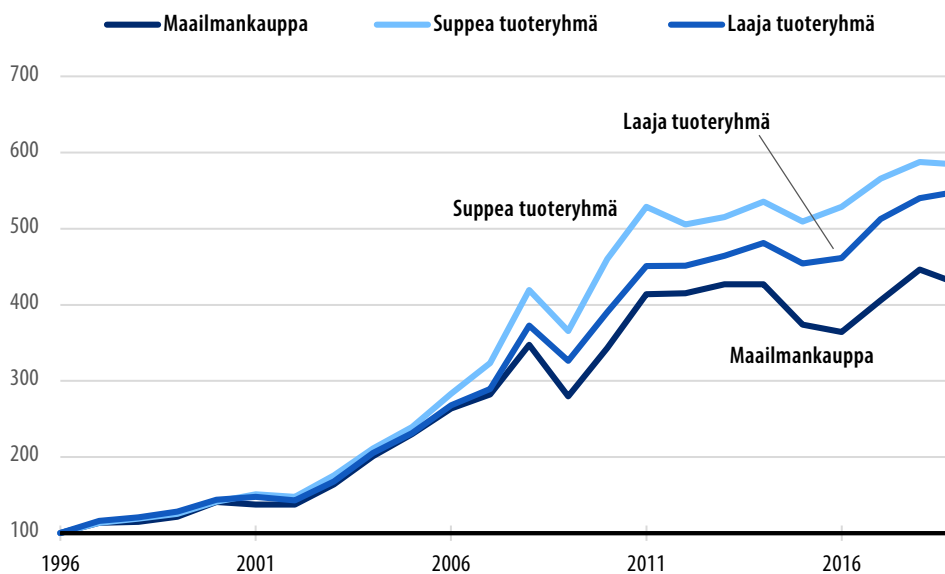
Arvioidaan seuraavaksi vihreiden tuotteiden maailmankaupan kehitystä valituilla mittareilla. Suppean tuoteryhmän tuotteiden globaali viennin arvo (maiden tuonnin kautta laskettuna) oli 43 miljardia euroa vuonna 1996. Siitä EU27-maiden osuus oli 15 miljardia. Vuonna 2019 näiden tuotteiden globaalin kaupan arvo oli 293 miljardia euroa, mistä EU27:n osuus oli 93 miljardia euroa. Laajan tuoteryhmän kaupan arvo nousi vastaavasti 125 miljardista eurosta (mistä EU27 47 mrd. euroa) 792 miljardiin euroon (mistä EU27 274 mrd. euroa)

Kasvu on ollut merkittävää, tosin samalla ajanjaksolla myös maailmankauppa kasvoi nopeasti. Maailmankaupan kokonaiskasvu keskimäärin vuosina 1996–2019. dollareissa

mitattuna oli keskimäärin 6,5 prosenttia vuodessa. Samaan aikaan suppean tuoteryhmän tuotteiden kaupan arvo kasvoi 8,0 prosenttia vuodessa ja laajan tuoteryhmän tuotteiden kaupan arvo 7,7 prosenttia vuodessa. Kaiken kaikkiaan tuoteryhmien kehitys on ollut hyvin samankaltaista, mikä viittaa siihen, etteivät tulokset olennaisella tavalla riipu luokituksista.

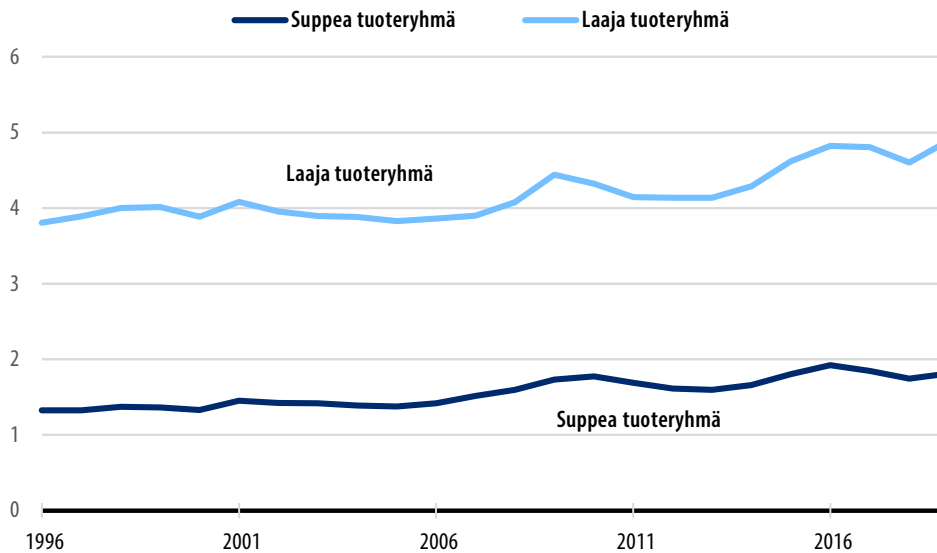
Kehityksessä on erotettavissa kaksi vaihetta. Vihreiden tuotteiden maailmankaupan kehitys oli tarkasteltujen ensimmäisten kymmenen vuoden aikana suunnilleen samanlaista kuin maailmankaupassa kokonaisuutena. Vihreiden tuotteiden nopeamman kasvun vaihe alkoi suunnilleen vuonna 2007, kuten kuvioista 3.1 nähdään. Vuosien 2006–2019 välisenä aikana koko maailmankaupan arvo kasvoi keskimäärin 3,8 prosenttia vuodessa, mutta molempien vihreiden tuotteiden joukko 5,7 prosenttia vuodessa. Vuoden 2011 jälkeen maailmankaupan arvo ei kuitenkaan oikeastaan ole kasvanut. Myös vihreissä tuotteissa kehitys on ollut heikkoa, mutta kuitenkin hieman kokonaisuutta parempaa.

Kuvio 3.2.2.1. Maailmankaupan arvo kehitys 1996–2019 (indeksi, USD), 1996 = 100



Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Kuviossa 3.2.2.2. on esitetty suppean ja laajan tuoteryhmän tuotteiden osuus maailmankaupasta. Edellinen on hieman vajaat kaksi prosenttia ja jälkimmäinen noin viisi prosenttia. Osuus on siis hieman kasvanut vuoden 2006 jälkeen.

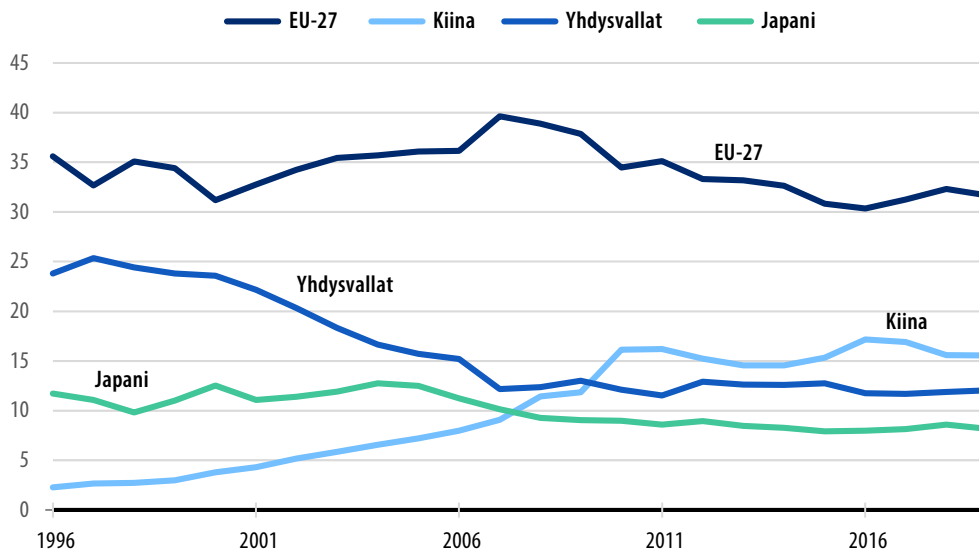
Kuvio 3.2.2.2. Vihreiden tuotteiden osuus maailmankaupan arvosta, %

Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

3.2.3 Vihreiden tuotteiden viejämaat ja niiden asema maailmankaupassa

Katsotaan seuraavaksi kehitystä yksittäisten maiden tasolla. Kuviossa 3.2.3.1 on esitetty suurimpien toimijoiden osuus suppean tuoteryhmän tuotteiden maailmankaupasta. Merkittävimmät kehityslinjat ovat Yhdysvaltojen osuuden väheneminen ja Kiinan osuuden kasvu ennen vuotta 2010. Sen jälkeen osuuksissa ei ole tapahtunut suurempia muutoksia.

EU27-maiden osuus on vaihdellut 30–40 prosentin välillä ja oli 32 prosenttia vuonna 2019. Näissä luvuissa on mukana EU:n sisämarkkinakauppa. Kiinan osuus on noin 16 prosenttia, Yhdysvaltojen noin 12 prosenttia ja Japanin noin 8 prosenttia.

Kuvio 3.2.3.1. Eri maiden osuus suppean tuoteryhmän tuotteiden viennistä maailmankaupassa, %

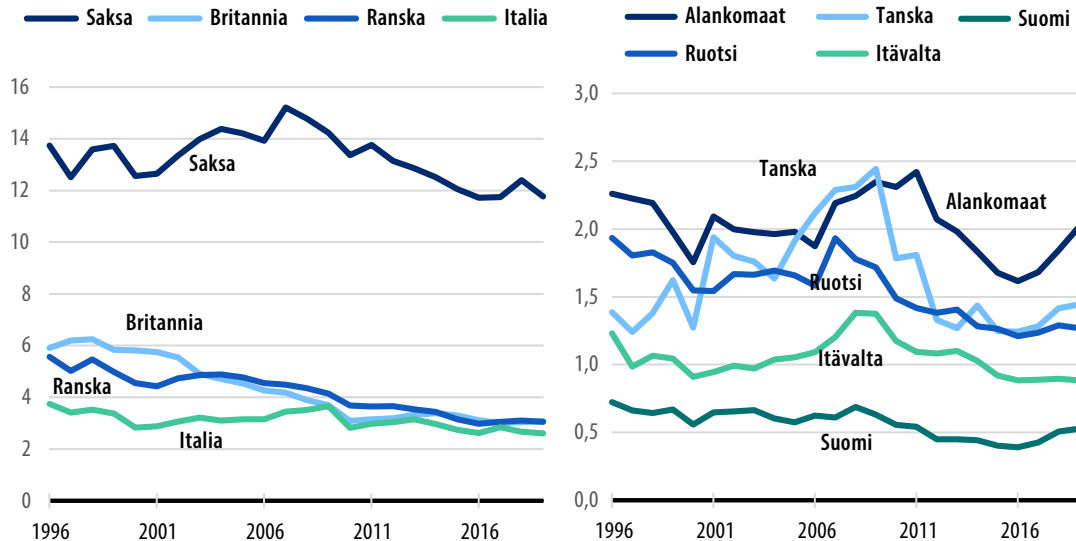
Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Kuviossa 3.2.3.2 on esitetty EU:n suurimpien maiden ja Britannian sekä joidenkin pienempien kehittyneiden EU-maiden, ml. Suomen, osuus suppean tuoteryhmän tuotteiden maailmankaupasta. On syytä huomioida, että pystyakseli on skaalattu eri tavoin näissä kahdessa kuviossa. Saksa dominoi selvästi suppean tuoteryhmän tuotteiden kauppaa EU27-maiden joukossa. Sen osuus koko maailmankaupasta on ollut 12–14 prosenttia ja EU27-maiden joukossa hieman vajaat 40 prosenttia. Seuraavina tulevat Ranska, Britannia ja Italia ovat hyvin tasaväkisiä. Niiden osuus koko maailmankaupasta on noin kolme prosenttia kunkin.

Pienemmistä kehittyneistä EU27-maista Alankomaiden osuus maailmankaupasta on noin kaksi prosenttia, Ruotsin ja Tanskan vajaat puolitoista prosenttia ja Itävallan vajaa yksi prosentti. Suomen osuus on noin puoli prosenttia.

Muita merkittäviä maita suppean tuoteryhmän tuotteiden maailmankaupassa ovat Etelä-Korea (3,7 % maailmankaupasta vuonna 2019), Malesia (3,3 %), Meksiko (3,0 %), Singapore (2,2 %), Sveitsi (1,8 %) ja Kanada (1,5 %). Vietnam on noussut nopeasti 1,3 prosenttiin, missä ovat myös Tšekki ja Thaimaa.

Kuvio 3.2.3.2. Eri maiden osuus suppean tuoteryhmän tuotteiden maailmankaupasta, % (huomaa eri skaalaus pystyakseleilla)

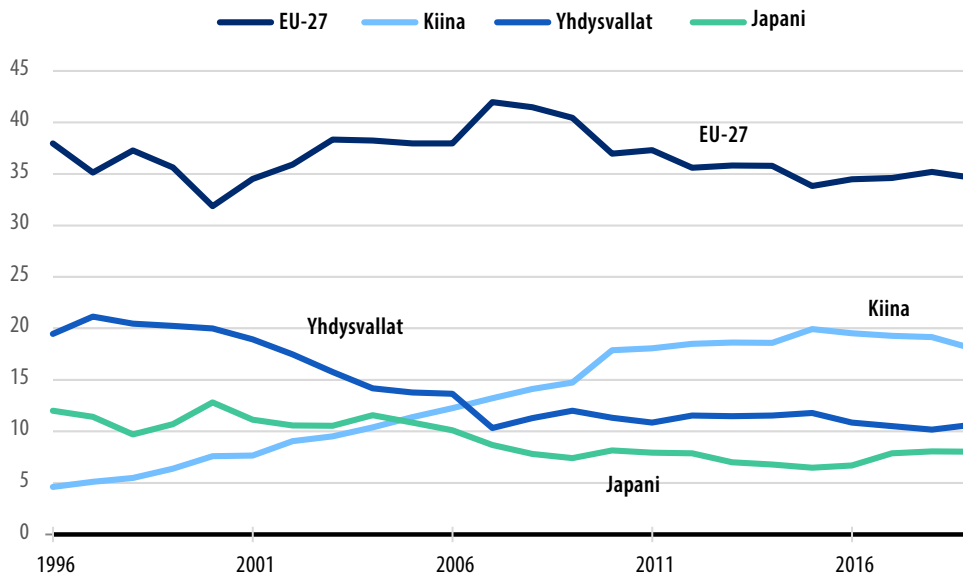


Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Vastaava tarkastelu voidaan tehdä laajan tuoteryhmän maailmankaupalle. Kuvaajat ovat jälleen pitkälti samanlaisia. Laajassa tuoteryhmässä EU27-maiden ja Kiinan osuus on hieman suurempi kuin suppeassa, kun taas Yhdysvaltojen ja Japanin osuus on hieman pienempi. Italian merkitys on hieman korostuneempi laajassa kuin suppeassa tuoteryhmässä ja Ranskan tilanne on päinvastainen. Saksan ja Britannian osuus molemmissa on suunnilleen sama. Pienempien maiden ryhmässä Itävallan merkitys on suurempi laajassa kuin suppeassa tuoteryhmässä, kun taas Alankomaiden, Ruotsin ja Tanskan kohdalla tilanne on päinvastainen. Suomen kohdalla molemmat ovat yhtä suuria.

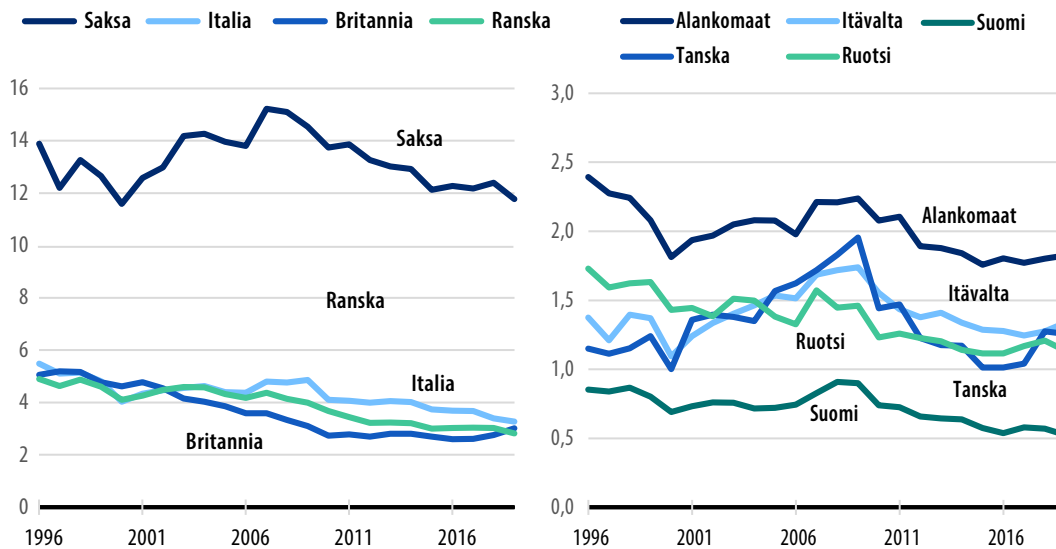
Suomen osuus laajan tuoteryhmän vihreiden tuotteiden maailmankaupasta on alentunut 0,91 prosentin huipustaan vuonna 2008 0,52 prosenttiin vuonna 2019. Aleneminen on ollut suhteellisen tasaista, joskin nopeampaa 2010-luvun vaihteessa kuin vuosikymmenen lopussa. Tämän historiallisen kehityksen perusteella hidas aleneminen tulee jatkumaan.

Kuvio 3.2.3.3. Eri maiden osuus laajan tuoteryhmän tuotteiden viennistä maailmankaupassa, %



Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Kuvio 3.2.3.4. Eri maiden osuus laajan tuoteryhmän tuotteiden viennistä maailmankaupassa, % (huomaa eri skaalaus pystyakseleilla)



Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

3.2.4 Suhteellinen etu

Yksi vanhimpia käsitteitä taloustieteessä on ulkomaankaupan suhteellisen edun käsite. Maalla A on suhteellinen etu tuotteen x viennissä, jos se pystyy tuottamaan sitä maahan B verrattuna suhteessa halvemmilla kustannuksilla kuin jotain toista tuotetta y . Maan kannattaa tällöin erikoistua tuotteeseen x , jossa sillä on suhteellinen etu. Vaikka maassa B kaikkien tuotteiden valmistaminen olisi absoluuttisesti edullisempaa kuin maassa A , jälkimmäisellä on kuitenkin aina suhteellinen etu joissain tuotteissa.

Tyypillisesti mailla, joilla on paljon raaka-aineita, on suhteellinen etu raaka-aineiden ulkomaankaupassa. Vastaavasti, jos maassa on paljon halpaa työvoimaa, sillä on suhteellinen etu työvoimaintensiivisissä tuotteissa, ja korkean osaamisen mailla osaamisintensiivisissä tuotteissa. Suhteellinen etu muuttuu ajassa ja siihen voidaan vaikuttaa muun muassa kauppapolitiikalla ja koulutuspolitiikalla.

Tässä tarkastelussa arvioimme erityisesti suhteellista etua vihreiden tuotteiden kaupassa. Jälleen on hyvä muistuttaa, että tarkastellut tuoteryhmät eivät välttämättä kata kaikkia vihreitä tuotteita tai eri tuotteiden vihertymistä. Sille tehty suhteellisen edun arviointi on joka tapauksessa tärkeä indikaattori koko alan kehyksestä.

Käytämme seuraavassa ns. paljastetun suhteellisen edun (*RCA, revealed comparative advantage*) käsitettä (ks. Balassa, 1965). Sen avulla suhteellinen etu lasketaan tuotteen k osuutena maan j viennissä jaettuna kyseisen tuotteen osuudella maailman viennissä. Kaava on siten

$$RCA_{kj} = \frac{x_{kj}/X_j}{\sum_{i=1}^n x_{ki} / \sum_{i=1}^n X_i},$$

missä x on tuotteen k viennin arvo, X on maan tai maiden koko tavaraviennin arvo, ja $i = 1, \dots, n$ ovat maailman maat, joista maan j paljastettu suhteellinen etu kaavassa lasketaan. Laskelmassa tuote k on joko suppea tai laaja tuoteryhmä.

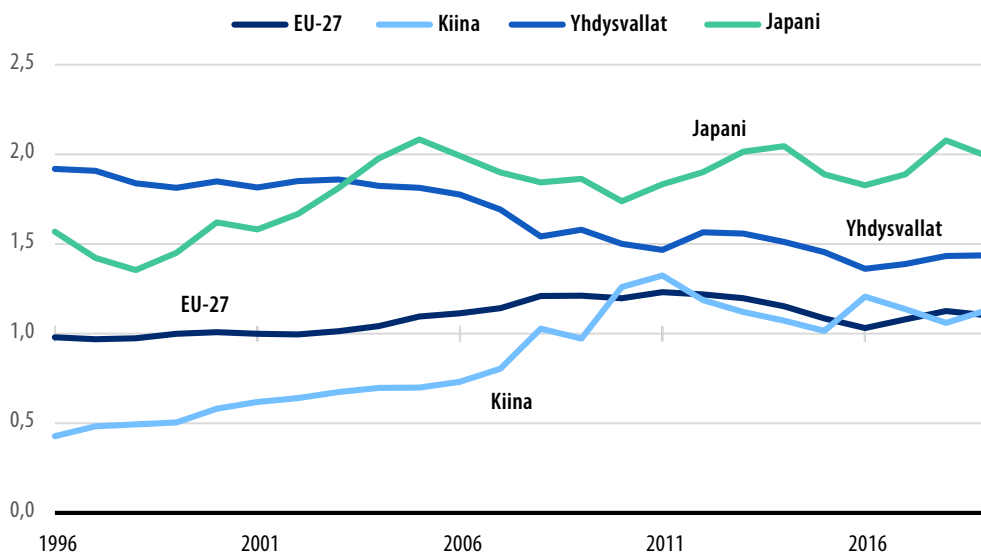
Jos maan j RCA-indeksi saa arvon, joka on suurempi kuin yksi, maalla on paljastettu suhteellinen etu kyseisen tuotteen maailmankaupassa. Seuraavissa kuvioissa tarkasteltavat maat ovat samoja kuin edellä.⁷

7 Bergaminin ja Zachmannin (2020) EU:n aluedatalla tekemän tutkimuksen mukaan Suomella on kohtalainen paljastettu teknologinen etu tuulivoimateknologiassa (erityisesti Tanska on tässä EU:n eturintamassa), akkuteknologiassa (Ruotsi, Saksa ja Itävalta eturintamassa), aurinkovoimateknologiassa ja eristysmateriaaleissa. Heidän laskemansa kohtalainen suhteellinen etu vastaakin tässä tutkimuksessa saatuja arvioita näiden tuotteiden merkityksestä Suomen viennissä. Suomella on näitä tuotteita vahvempi teknologinen etu Bergaminin ja Zachmannin mukaan biopolttoaineissa sekä viilennys- ja jäähdytysteknologiassa.

Kuviossa 3.2.4.1 on esitetty RCA-indeksin arvot suppean tuoteryhmän osalta suurille toimijoille. Niillä kaikilla oli vuonna 2019 suhteellinen etu näissä tuotteissa. Kiina saavutti suhteellisen edun vuonna 2010. EU27-maiden ja Kiinan suhteellinen etu on suhteellisen lähellä ykkösen viitearvoa, kun taas Yhdysvaltojen ja erityisesti Japanin on selvästi korkeampi. Yhdysvaltojen suhteellinen etu on kaventunut ajan myötä.

Suhteellisen edun tarkemmalla indeksiarvolla ei ole varsinaista taloustieteellistä tulkintaa ulkomaankaupan analyysissa. On kuitenkin ilmeistä, että kun ulkomaankaupan arvossa on heilahtelua, lähellä ykköstä oleva RCA-indeksi voi helposti heilahtaa ykkösen toiselle puolelle varsinkin, kun tarkastellaan viennin arvoa, johon vaikuttavat viennin määrän lisäksi tuotteiden hinnat.

Kuvio 3.2.4.1. Paljastettu suhteellinen etu suppean tuoteryhmän tuotteissa



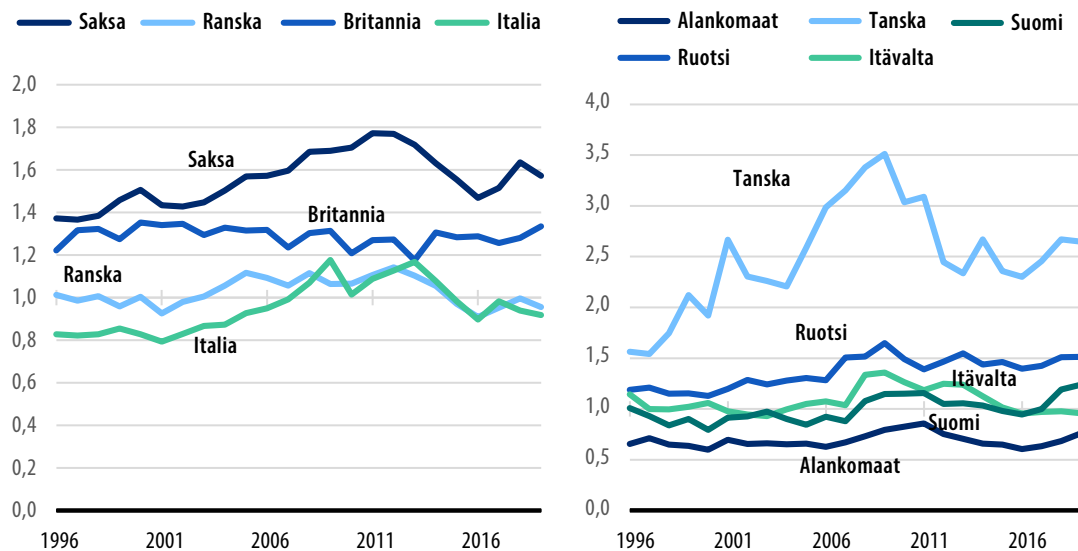
Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Euroopan suurista maista Saksalla ja Britannialla on selkeä suhteellinen etu suppean tuoteryhmän tuotteiden maailmankaupassa. Sen sijaan Ranska ja Italia ovat lähellä ykkösen viitearvoa, viime vuosina pikemminkin vähän sen alle. Niiden kohdalla nähdään vuosina 2000–2012 ensin suhteellisen edun vahvistumista, mutta sen jälkeen sen heikkenemistä.

Pienempien maiden osalta erityisesti Tanskalla mutta myös Ruotsilla on selkeä suhteellinen etu suppean tuoteryhmän tuotteiden maailmankaupassa. Suomi ja Itävalta ovat lähellä ykkösen viitearvoa, joskin Suomen tilanne on vahvistunut viime vuosina.

Alankomailla sen sijaan on suhteellinen haitta näiden tuotteiden maailmankaupassa. Tämä saattaa johtua Alankomaiden vahvasta asemasta Euroopan välityskaupassa, missä merkittävä osa sen vienniksi kirjatusta tuotteista on jossain muussa maassa tuotettua. Jos vihreiden tuotteiden osuus on välitysviennissä paljon pienempi kuin koko viennissä, tämä vaikuttaa heikentävästi paljastetun suhteellisen edun tuloksiin. Koska sama nähdään Belgian kohdalla, välitysviennin suuri rooli on todennäköisesti RCA-indeksiä heikentävä.

Kuvio 3.2.4.2. Paljastettu suhteellinen etu suppean tuoteryhmän tuotteissa (huomaa eri skaalaus pystyakseleilla)



Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

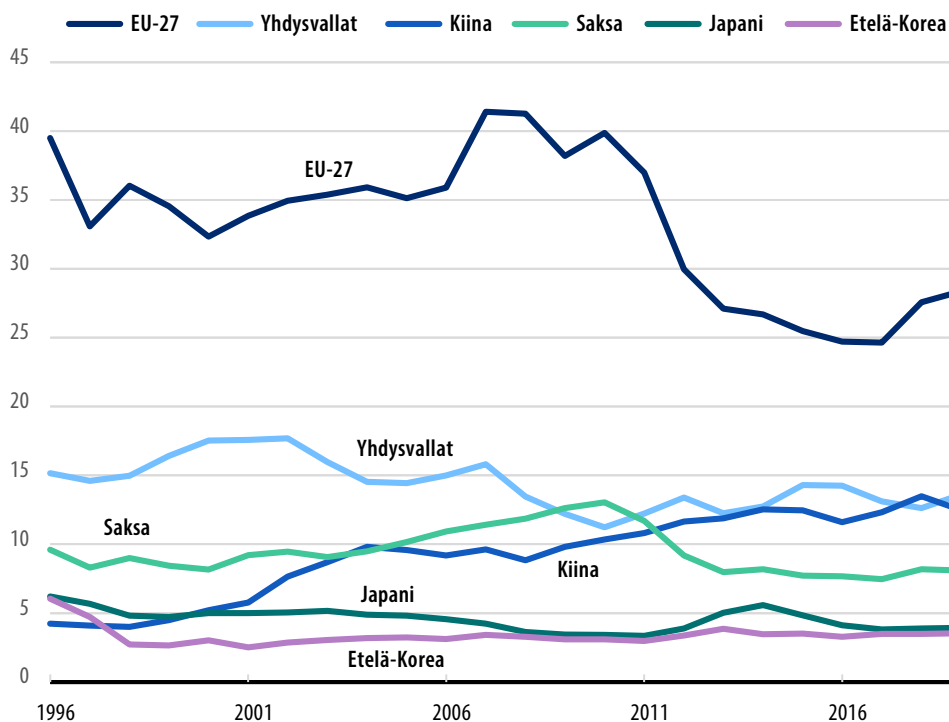
On olennaista huomata, että paljastetun suhteellisen edun tulokset ovat laajassa tuote-tarkastelussa suhteellisen samanlaiset kuin suppeassa. Joinakin eroina voidaan mainita se, että vuonna 2019 suhteellinen etu oli tarkastelluissa maissa jonkin verran vahvempi laajassa tuoteryhmässä kuin suppeassa ryhmässä EU27-maissa, Kiinassa, Italiassa ja Itävallassa. Tilanne oli päinvastainen Tanskassa, Ruotsissa ja Yhdysvalloissa. Muissa maissa tuoteryhmien välillä ei ollut suurtakaan eroa.

3.2.5 Vihreiden tuotteiden maailmankaupan markkinat tuojamaiden näkökulmasta

Tarkastellaan lyhyesti, mitkä maat ovat tärkeimpiä vihreiden tuotteiden tuojamaita eli maailmankaupan kohdemarkkinoita. Tässä suhteessa EU27 on selvästi suurin markkina-alue noin 30 prosentin osuudellaan, ml. sisämarkkinakauppa. EU:n osuus on aiemmin

ollut jopa 40 prosenttia (ks. kuvio 3.2.5.1). EU:n ohella myös Yhdysvaltojen osuus maailman tuonnista on pienentynyt. Se oli suurimmillaan 2000-luvun alussa noin 18 prosenttia, mutta finanssikiisiin aikoihin se oli alentunut noin 12 prosenttiin, mistä se on taas hieman elpynyt noin 14 prosenttiin vuonna 2019. Kuten viennissä, myös tuonnissa erityisesti Kiinan merkitys on kasvanut. Se on noussut 1990-luvun lopun vajaasta viidestä prosentista noin 12 prosenttiin suppeassa tuoteryhmässä ja 10 prosenttiin laajassa tuoteryhmässä. Muita osuuttaan hieman enemmän lisänneet maat ovat Intia ja Vietnam.

Kuvio 3.2.5.1. Tärkeimmät suppean tuoteryhmän tuotteiden kohdemarkkinat 1996–2019, % näiden tuotteiden tuonnista koko maailmassa

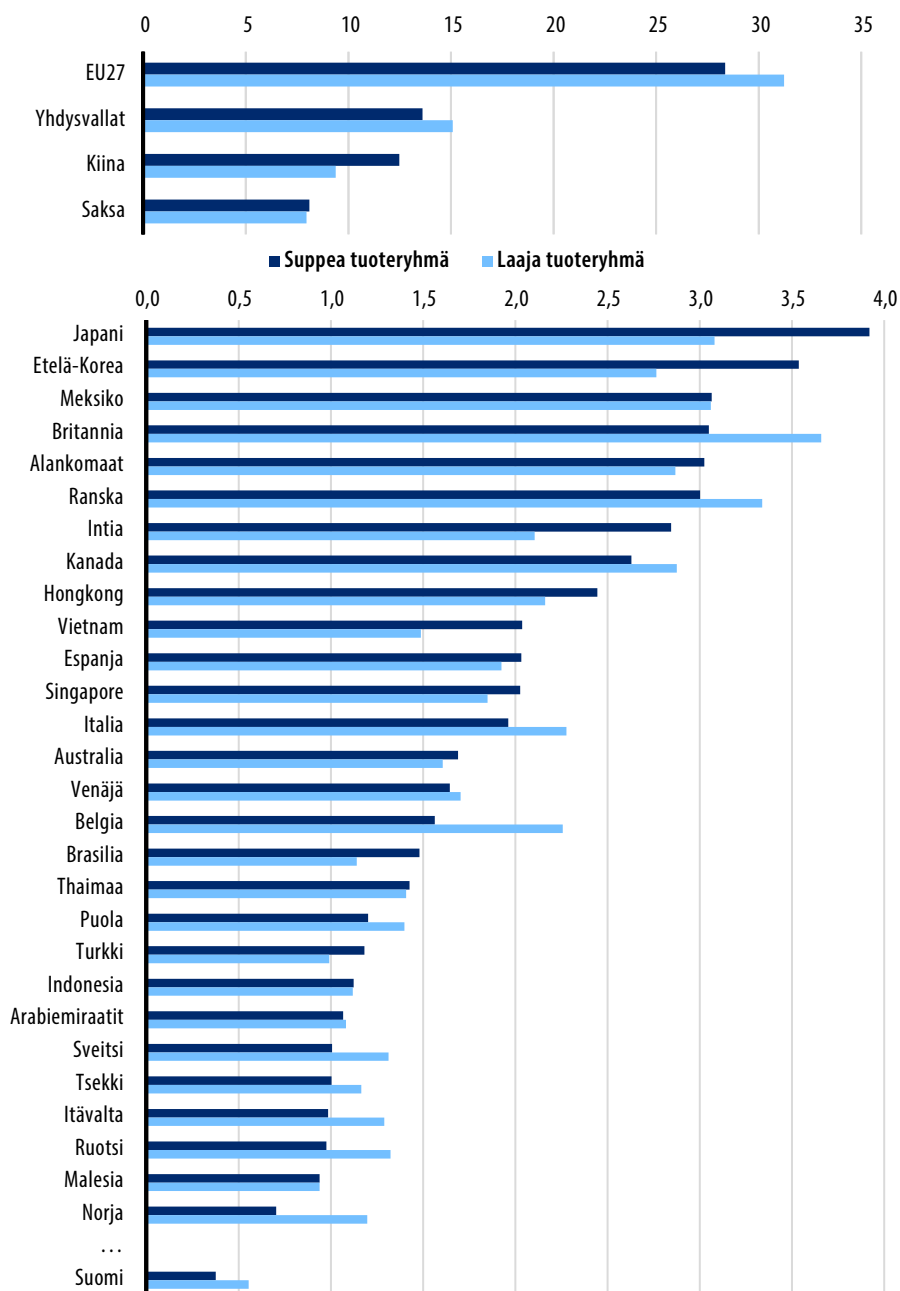


Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Kuviossa 3.2.5.2 on esitetty läpileikkaus kohdemarkkinoista vuonna 2019. Edellisessä kuviossa mainittujen maiden jälkeen tulevat Meksiko, Britannia, Alankomaat, Ranska, Intia ja Kanada. Jonkin verran eroja nähdään siinä, onko eri maiden asema suurempi suppeassa vai laajassa tuoteryhmässä. Suppea korostuu Kiinan, Japanin, Etelä-Korean, Intian ja Vietnamin tuonnissa, laaja puolestaan EU:ssa, Britanniassa ja Yhdysvalloissa.

Vihreissä tuotteissa käydään siis huomattavaa ristikkäiskauppaa eli samojen tuotteiden yhtäaikaista vientiä ja tuontia. Suurin osa teollisuusmaiden välisestä kaupasta on ristikkäiskauppaa.

Kuvio 3.2.5.2. Tärkeimmät vihreiden tuotteiden markkinat vuonna 2019, % näiden tuotteiden tuonnista koko maailmassa (huomaa eri skaalaus vaaka-akseleilla)



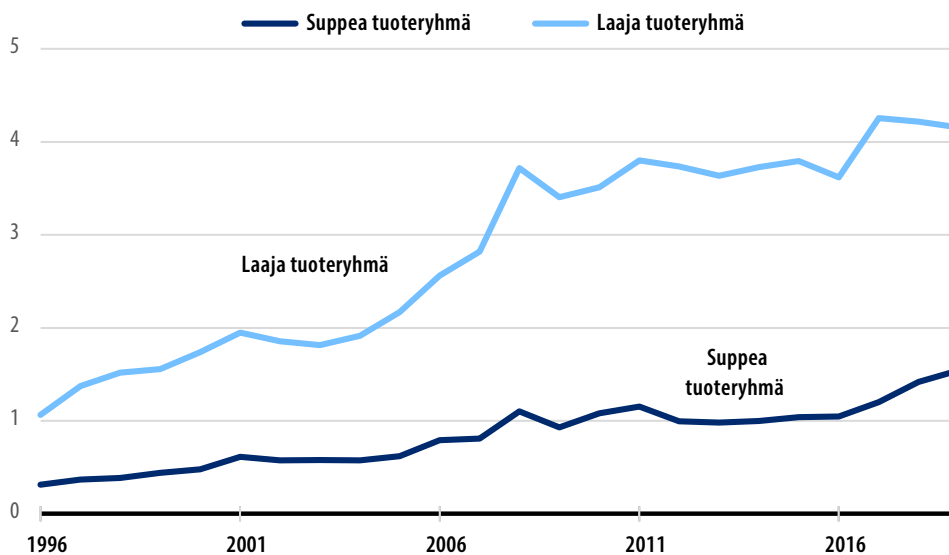
Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

3.2.6 Vihreiden tuotteiden vienti Suomesta

Tarkastellaan seuraavaksi tarkemmin Suomen asemaa vihreiden tuotteiden maailmankaupassa. Edellä nähtiin Suomen osuus näiden tuotteiden maailmankaupasta. Se on molemmissa tuoteryhmissä puoli prosenttia, ja osuus on ollut hienoisessa laskussa. Viennin arvo on kuitenkin toki noussut, mikä nähdään kuviosta 3.2.6.1. Vuoden 1996 jälkeen viennin arvo on nelin- viisinkertaistunut.

Kuten edellä todettiin, datan epäjatkuvuuskohtan vuoksi tilastoista puuttuu yhdeksän tuotetta vuosilta 1996–2006. Niiden osuus laajan tuoteryhmän tuotteiden viennistä Suomesta oli 3–5 prosenttia vuosina 2007–2019. Tämä aiheuttaa pienen tasoeron näiden aikakausien välille, mutta se on tuskin havaittava ao. kuviosta.

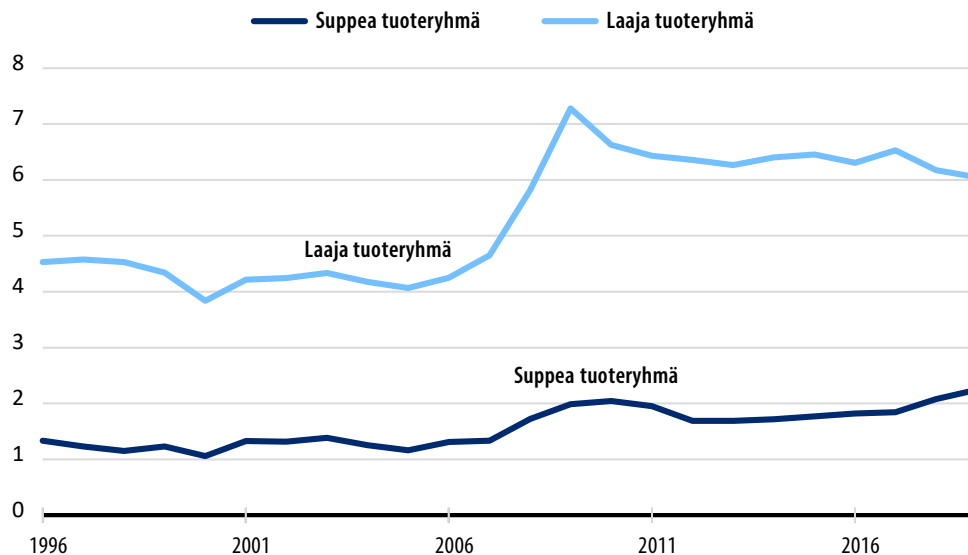
Kuvio 3.2.6.1. Laajan ja suppean tuoteryhmän tuotteiden vienti Suomesta, mrd. euroa



Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Suppean tuoteryhmän osuus Suomen viennin arvosta on ollut hitaassa mutta suhteellisen tasaisessa kasvussa. Laajan tuoteryhmän osuus sen sijaan nousi selvästi vuonna 2009, mutta on sen jälkeen hieman alentunut. Kaiken kaikkiaan vihreiden tuotteiden tarkkarajaisen määrittelyn vaikeudenkin huomioiden, voidaan todeta, että niiden osuus viennistä on kasvanut.

Kuvio 3.2.6.2. Osuus Suomen tavaraviennin arvosta, %



Jotta tuloksia olisi helpompi tulkita, taulukossa 3.2.6.1 on esitetty ne tuotteet, joiden osuus laajan tuoteryhmän tuotteiden viennin arvosta Suomesta oli vuonna 2019 vähintään 1,5 prosenttia. Joitakin tuotekuvauksia on hieman lyhennetty, tarkemmat kuvaukset löytyvät liitteestä 1. Tärkeimmät tuotteet ovat suppean tuoteryhmän ulkopuolella laajemmassa ryhmässä. Yksittäisten tuotteiden osuudet ovat pysyneet suhteellisen vakaina, kun ottaa huomioon, että kyseessä on hyvin disagregoitu tuotetason tarkastelu 24 vuoden ajanjaksolla.

Taulukon viimeisessä sarakkeessa on kerrottu, kuinka nopeasti maailmanmarkkinoiden arvo kasvoi näissä tuotteissa keskimäärin vuosittain vuosina 2015–2019. Kaikissa laajan ryhmän vihreissä tuotteissa kasvu oli keskimäärin 4,8 prosenttia vuodessa. Suomen tärkeimmissä vientituotteissa on sekä tuotteita, joissa maailmanmarkkinat kasvoivat keskimääräistä nopeammin, että tuotteita, joissa ne kasvoivat keskimääräistä hitaammin. Vientin tulevan kehityksen kannalta on parempi keskittyä sellaisiin tuotteisiin, joissa maailmanmarkkinat kasvavat nopeammin, ceteris paribus. Aiempi kasvu ei kuitenkaan ole taee tulevasta kasvusta.

Taulukko 3.2.6.1. Suomesta vietyjen tärkeimpien vihreiden tuotteiden osuus koko laajasta tuoteryhmästä Suomen viennissä ja maailmanmarkkinoiden keskimääräinen kasvu vuodessa 2015–2019, %

HS2007	Tuotekuvaus	L/S *	Osuus Suomen viennissä, %				Markkinoiden kasvu, %
			1996–2004	2005–2014	2015–2019	2019	
850440	Staattiset muuttajat	L	18,8	18,7	17,7	17,9	4,4
847989	Muut koneet ja mekaaniset laitteet, joilla on itsenäinen tehtävä	L	8,4	7,1	8,2	6,3	5,8
903180	Muut mittaus- tai tarkkailukojeet, -laitteet ja -koneet, muualle kuulumattomat	S	3,5	2,2	4,0	5,4	4,3
853710	Taulut, paneelit, konsolit, pöydät, kaapit ja muut alustat sähköistä ohjausta tai sähkönjakelua varten sekä numeeriset ohjauslaitteet	L	3,2	4,2	4,4	5,0	7,0
848340	Hammas-, kitkapyörästöt, ketjupyörät, muut voimansiirtoelimet; kuula- tai rullaruuvit; vaihdelaatikot, muut vaihteistot	L	3,9	4,9	5,2	4,9	1,8
730890	Rakenteet ja rakenteiden osat	L	8,0	5,8	4,6	4,4	1,9
842139	Kaasujen suodatus- tai puhdistuskoneet ja -laitteet	S	1,9	1,2	1,8	3,0	6,6
842199	Kaasujen suodatus- tai puhdistuskoneet ja -laitteet, osat	S	1,4	1,7	1,8	2,5	5,0
850490	Sähkömuuntajat, staattiset sähkömuuttajat ja induktorit, osat	L	2,2	2,9	2,6	2,4	1,5
901580	Geodeettiset, hydrografiset yms. kojeet ja laitteet	S	2,5	2,1	2,2	2,4	1,3
850220	Generaattoriyhdistelmät, joissa kipinäsytytteinen mäntämoottori	L	1,5	3,3	3,7	2,2	3,4
902780	Muut kojeet ja laitteet fysikaalista/kemiallista analyysia varten	S	1,3	1,0	1,5	1,9	4,7
841990	Koneet ja laitteet aineiden käsittelyä varten lämpötilan muutoksen käsittävällä menettelyllä	S	0,0	1,0	1,3	1,9	2,3
850300	Osat, jotka soveltuvat käytettäväksi nimikkeissä 8501 tai 8502	L	2,2	3,8	3,2	1,9	4,0
902580	Lämpömittarit ja pyrometrit, muihin kojeisiin yhdistämättömät, muut kojeet	S	1,0	1,0	1,5	1,7	1,9
841950	Lämmönsiirtimet	S	1,3	1,6	1,6	1,7	0,3
320910	Maalit ja lakat, jotka perustuvat vettä sisältävään väliaineeseen dispergoituihin tai liuotettuihin synteettisiin polymeereihin tai kemiallisesti muunnettuihin luonnonpolymeereihin	S	1,0	1,3	1,4	1,6	4,9
903289	Muut automaattiset säätö- tai valvontakojeet ja -laitteet	S	2,7	2,8	1,9	1,6	2,2

Huom. * L/S = laaja tai suppea tuoteryhmä. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Taulukossa 3.2.6.2 on esitetty Suomen markkinaosuuden kehitys niissä tuotteissa, joissa se on suurin (vähintään yksi prosentti vuonna 2019). Taulukossa on käytetty 5–10 vuoden keskiarvoja, koska joidenkin tuotteiden markkinaosuuksissa on huomattavaa vaihtelua. Viimeisessä sarakkeessa on kerrottu, miten maailmanmarkkinat kasvoivat keskimäärin

vuodessa vuosina 2015–2019. Keskimäärin maailmanmarkkinat kasvoivat kaikissa laajan tuoteryhmän tuotteissa 4,8 prosenttia vuodessa 2015–2019.

Taulukosta nähdään, että ne tuotteet, joissa Suomen viennillä on suurin markkinaosuus, ovat sellaisia, joissa maailmanmarkkinoiden kasvu on ollut joko keskimääräistä hitaampaa tai jopa negatiivista vuosina 2015–2019. Koko taulukossa on vain kaksi tuotetta, joissa Suomen viennin kasvu on ollut nopeampaa kuin keskimäärin vihreissä tuotteissa. Suomen erikoistuminen on tästä näkökulmasta kasvun kannalta negatiivista.

Lopuksi on syytä todeta, että analyysimme ei ota kantaa niihin yksittäisiin kotimaisiin vientituotteisiin, jotka voitaisiin katsoa vihreiksi, mutta edustavat laajempia tuoteryhmiä, jotka eivät keskimäärin ole katsottavissa vihreiksi.

3.2.7 Vihreiden tuotteiden vienti Suomesta toimialoittain ja arvio työllisyysvaikutuksesta

Taulukosta 3.2.7.1 nähdään, kuinka tässä tutkimuksessa vihreiksi tuotteiksi määriteltyjen tuotteiden vienti Suomesta jakaantuu eri toimialojen valmistamiksi tuotteiksi. Viennin arvo kullakin toimialalta on esitetty alempana taulukossa 3.7.3. Taulukoissa on vain ne toimialat, jotka valmistavat vihreitä tuotteita. Tässä kuten edellä on tarkasteltu vain tavarakaupan tilastoja. Palvelujen merkitys on kasvanut selvästi niin maailmankaupassa kuin Suomenkin ulkomaankaupassa. Alaluvussa 3.2.8 on tarkasteltu ympäristöliiketoimintaa Suomessa ja laajemmin EU:ssa. Näissä tilastoissa on mukana myös palvelutuotanto ja palvelujen vienti.

Hieman yli puolet suppean tuoteryhmän tuotteista kuuluu tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistukseen ja noin kolmasosa muiden koneiden ja laitteiden valmistukseen. Laajassa tuoteryhmässä on paljon sähkölaitteita, jolloin tämä toimiala nousee tärkeimmäksi. Muiden koneiden ja laitteiden valmistuksen osuus pysyy kuitenkin suunnilleen samana kuin suppeassa tuoteryhmässä, joten se on tärkeä myös niissä tuotteissa, jotka eivät kuulu suppeaan tuoteryhmään.

Taulukko 3.2.6.2. Vihreät tuotteet, joissa Suomen markkinaosuus on suurin, ja maailmanmarkkinoiden keskimääräinen kasvu vuodessa 2015–2019, %

HS 2007	Tuotekuvaus	L/S*	Suomen osuus maailman viennistä, %				Markkinoiden kasvu, %
			1996–2004	2005–2014	2015–2019	2019	
840490	Höyrykehittimien ja kattiloiden apulaitteet; höyrykoneiden lauhduttimet, osat	L	3,6	3,3	4,0	5,9	-12,7
902580	Lämpömittarit ja pyrometrit, muihin kojeisiin yhdistämättömät, muut kojeet	S	5,3	5,4	5,3	5,9	1,9
850220	Generaattoriyhdistelmät, joissa on kipinäsytyttimen mäntämoottori	L	4,2	5,8	5,2	3,3	3,4
840410	Höyrykehittimien ja kattiloiden apulaitteet	L	5,3	2,7	1,7	2,9	-6,6
901580	Geodeettiset, hydrografiset yms. kojeet ja laitteet	S	3,5	2,7	2,6	2,5	1,3
850164	Vaihtovirtageneraattorit, antoteho suurempi kuin 750 kVA	S	2,4	3,4	2,7	2,3	-2,7
320910	Maalit ja lakat, jotka perustuvat vettä sisältävään väliaineeseen dispergoituihin tai liuotettuihin synteettisiin polymeereihin tai kemiallisesti muunnettuihin luonnonpolymeereihin	S	1,7	2,4	2,0	2,1	4,9
841280	Muut voimakoneet ja moottorit, muut	L	1,7	1,7	1,6	1,7	4,1
847439	Koneet ja laitteet maalajien, kiven, malmien tai muun jähmeän kivennäisaineen lajittelua, seuloamista yms. varten, muut	L	1,0	1,9	0,9	1,5	-9,2
903010	Ionisoivan säteilyn mittaus- tai toteamiskojeet ja -laitteet	S	3,6	2,0	1,2	1,4	7,3
850440	Staattiset muuttajat	L	2,1	2,1	1,5	1,4	4,4
841990	Koneet ja laitteet aineiden käsittelyä varten lämpötilan muutoksen käsittävällä menettelyllä; vedenkuumennuslaitteet ja kuumanvedenvaraajat, osat	S	„	„	1,0	1,4	2,3
848340	Hammas-, kitkapyörästöt, ketjupyörät, muut voimansiirtoelimet; kuula- tai rullaruuvit; vaihdelaatikot, muut vaihteistot	L	1,3	1,6	1,4	1,3	1,8
850421	Neste-eristeiset muuntajat, teho enintään 650 kVA	L	0,8	0,5	0,5	1,3	1,7
840682	Höyryturbiinit, teho enintään 40 MW	S	0,4	1,3	0,3	1,3	-10,3
850434	Muut muuntajat, teho suurempi kuin 500 kVA	L	1,3	1,7	1,1	1,2	-3,0
850490	Sähkömuuntajat, staattiset sähkömuuttajat ja induktorit	L	0,9	1,4	1,1	1,1	1,5
903281	Automaattiset säätö- tai valvontakojeet ja -laitteet, muut, hydrauliset tai pneumaattiset	S	1,1	0,7	0,7	1,0	2,7
850423	Neste-eristeiset muuntajat, teho suurempi kuin 10 000 kVA	L	1,0	1,2	1,1	1,0	-1,7
903180	Muut mittaus- tai tarkkailukojeet, -laitteet ja -koneet, muualle kuulumattomat	S	0,8	0,6	0,8	1,0	4,3

Huom. * L/S = laaja tai suppea tuoteryhmä. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Taulukko 3.2.7.1. Vihreiden tuotteiden jakautuminen eri toimialoille Suomen viennissä vuonna 2019, %

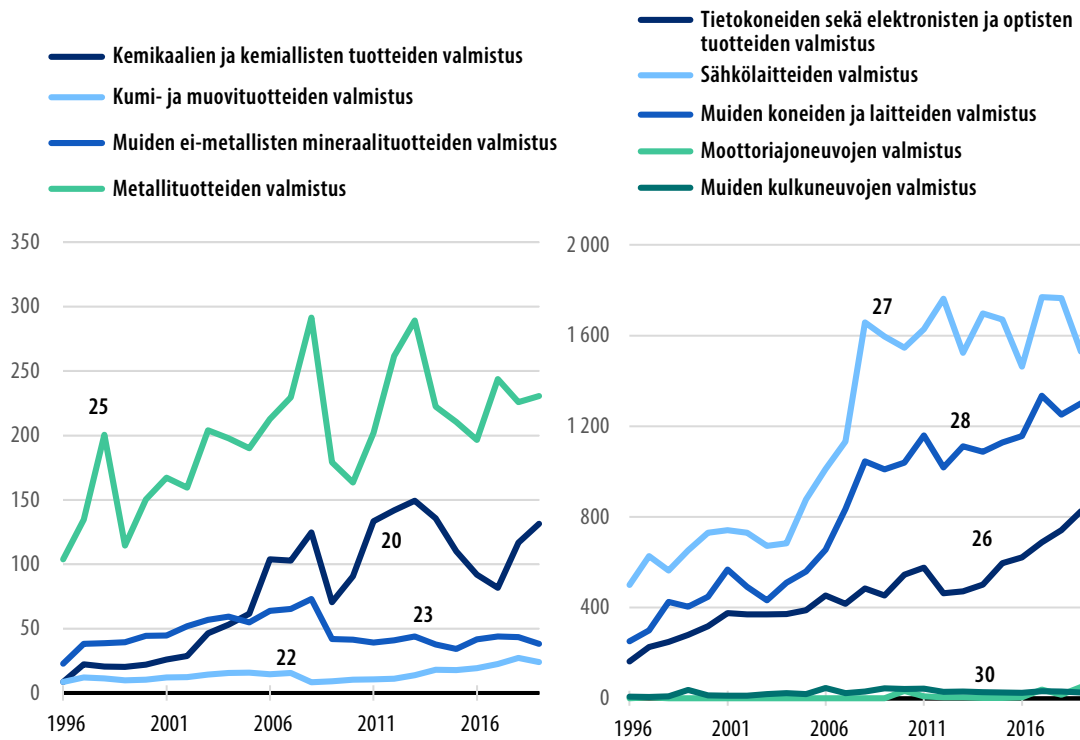
Toimiala	Suppea tuoteryhmä	Laaja tuoteryhmä
B Kaivostoiminta ja louhinta	0,0	0,0
20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	8,5	3,2
22 Kumi- ja muovituotteiden valmistus	0,0	0,6
23 Muiden ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	0,0	0,9
25 Metallituotteiden valmistus	0,0	5,6
26 Tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistus	53,4	19,8
27 Sähkölaitteiden valmistus	4,8	36,8
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	33,2	31,3
29 Moottoriajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistus	0,0	1,2
30 Muiden kulkuneuvojen valmistus	0,0	0,6
31–32 Muu valmistus (ml. huonekalut)	0,0	0,0

Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Kuviossa 3.2.7.1 on esitetty laajan tuoteryhmän vihreiden tuotteiden vienti Suomesta toimialoittain miljoonina euroina vuosina 1996–2019. Kaivostoiminta sekä muu valmistus on jätetty pois, koska niissä vienti on niin marginaalista (ks. yo. taulukko), että se pyöristyy nolloon. Sähkölaitteiden valmistus, joka on suurin yksittäinen toimiala, ei ole kasvattanut vihreiden tuotteiden vientiään finanssikriisin jälkeen. Merkittävä kasvu on syntynyt muiden koneiden ja laitteiden valmistuksessa sekä tietokoneiden, elektronisten ja optisten tuotteiden valmistuksessa.

Suppeassa tuoteryhmässä sähkölaitteiden valmistuksen toimialan viennin arvo on finanssikriisin jälkeen vähentynyt ja muiden koneiden ja laitteiden viennin arvo on kehittynyt vaakaasuoraan, kun taas tietokoneiden, elektronisten ja optisten tuotteiden valmistuksen viennin arvo on kasvanut.

Kuvio 3.2.7.1. Laajan tuoteryhmän vihreiden tuotteiden vienti Suomesta toimialoittain, milj. euroa (huomaa eri skaalaus pystyakseleilla)



Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Taulukosta 3.2.7.2. nähdään, kuinka suuri osuus vihreiden tuotteiden vienti Suomesta oli eri toimialojen koko tavaraviennistä vuonna 2019. Suppeassa tuoteryhmässä vihreiden tuotteiden merkitys oli selvästi suurin, eli noin viidesosa, tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistuksessa. Laajassa tuoteryhmässä vihreiden tuotteiden osuus oli vielä selvästi tätäkin suurempi, eli 43 prosenttia, sähkölaitteiden valmistuksessa. Lisäksi osuus nousi noin 15 prosenttiin sekä metallituotteissa että muissa koneissa ja laitteissa.

Näiden lukujen avulla voidaan laskea vihreiden tuotteiden tuotannon vaatima työpanos Suomessa (ks. taulukko 3.2.7.3). Esimerkiksi laajassa tuoteryhmässä sähkölaitteiden valmistuksen toimialan vihreiden tuotteiden viennin arvo oli vuonna 2019 yli 1,5 miljardia euroa. Toimialan tuotoksen arvo oli noin 5,3 miljardia euroa. Siten vietyjen vihreiden tuotteiden osuus tuotoksesta oli lähes 29 prosenttia. Kun toimialan työllisyys oli 16 500 henkeä, vihreiden vientituotteiden valmistuksessa oli noin 4 700 henkeä. Kun kaikki toimialat laskeetaan tällä tavoin yhteen, saadaan tulokseksi, että vihreiden vientituotteiden valmistaminen työllisti suppeassa tuoteryhmässä 3 300 henkilöä ja laajassa tuoteryhmässä 12 000 henkilöä.

Taulukko 3.2.7.2. Vihreiden tuotteiden osuus eri toimialojen viennistä Suomesta vuonna 2019, %

Toimiala	Suppea tuoteryhmä	Laaja tuoteryhmä
B Kaivostoiminta ja louhinta	0,0	0,0
20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	2,6	2,6
22 Kumi- ja muovituotteiden valmistus	0,0	1,6
23 Muiden ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	0,1	6,4
25 Metallituotteiden valmistus	0,0	15,6
26 Tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistus	20,3	20,3
27 Sähkölaitteiden valmistus	2,1	42,8
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	5,7	14,4
29 Moottoriajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistus	0,0	1,2
30 Muiden kulkuneuvojen valmistus	0,0	1,3
31–32 Muu valmistus (ml. huonekalut)	0,0	0,0

Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähde: YK:n Comtrade-tietokanta ja Etlan laskelmat.

Laskelma on tehty toimialan keskimääräisen tuotos/työllisyys-suhteen perusteella ja on siten vain suuntaa antava, kun tarkastellaan yksittäisiä tuotteita. Lisäksi tarkastelu on staattinen. Ei voida olettaa, että näitä työpaikkoja ei olisi, jos juuri näitä tuotteita valmistettaisiin. Sellaisessa tapauksessa valmistettaisiin todennäköisesti joitain muita tuotteita.

Laskelmassa on esitetty vain kunkin toimialan oma suora työllisyysvaikutus, eli ei vaikutusta muille toimialoille. Staattisella panos-tuotosmallilla tarkasteltuna suppean tuoteryhmän viennin kokonaistyöllisyysmerkitys, eli ml. epäsuorat ja kerrannaisvaikutukset, on kaksinkertainen suoriin vaikutuksiin verrattuna. Laajassa tuoteryhmässä kerroin on vastavasti 1,9.

Henkilömäärinä mitattuna suurin merkitys muilla toimialoilla on hallinto- ja tukipalvelutoiminnassa (laajan tuoteryhmän viennissä noin 1 610 henkeä), ammatillisessa, tieteellisessä ja teknisessä toiminnassa (1 440) sekä kuljetuksessa ja varastoinnissa (1 070).

Toisaalta on mahdollista, että osa näistä vientituotteista on esimerkiksi välitysvientiä, jolloin ne eivät todennäköisesti kuulu yo. toimialojen valmistamaan tuotokseen Suomessa.

Nämä varaukset huomioiden ja tukeutuen aiempaan kehitykseen muun muassa tuottavuuden osalta voidaan lisäksi varovasti arvioida mahdollista tulevaisuuden työllisyystarvetta.

Taulukko 3.2.7.3. Vihreiden tuotteiden viennin arvo, toimialan kokonaistuotos ja -työllisyys sekä keskimääräisellä tuottavuudella laskettu vihreiden tuotteiden valmistuksen vaatima työllisyys vuonna 2019

Toimiala	Vienti, milj. €		Tuotos, milj. €	Vienti, % tuotoksesta		Työllisyys, 1 000 henkeä	Työllisyys, 1 000 henkeä	
	Suppea tuoteryhmä	Laaja tuoteryhmä		Suppea tuoteryhmä	Laaja tuoteryhmä		Suppea tuoteryhmä	Laaja tuoteryhmä
B Kaivostoiminta ja louhinta	0,2	0,2	2 334	0,0	0,0	8,2	0,00	0,00
20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	131,5	131,5	9 160	1,4	1,4	12,9	0,19	0,19
22 Kumi- ja muovituotteiden valmistus	0,0	23,9	3 098	0,0	0,8	13,5	0,00	0,10
23 Muiden ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	0,5	38,0	3 256	0,0	1,2	13,9	0,00	0,16
25 Metallituotteiden valmistus	0,0	230,6	8 052	0,0	2,9	45,0	0,00	1,29
26 Tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistus	823,8	824,2	12 762	6,5	6,5	21,1	1,36	1,36
27 Sähkölaitteiden valmistus	74,3	1 530,2	5 326	1,4	28,7	16,5	0,23	4,74
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	512,7	1 300,6	16 804	3,1	7,7	49,7	1,52	3,85
29 Moottori-ajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistus	0,0	49,7	2 161	0,0	2,3	10,2	0,00	0,23
30 Muiden kulkuneuvojen valmistus	0,0	26,0	2 347	0,0	1,1	7,2	0,00	0,08
31-32 Muu valmistus (ml. huonekalut)	0,2	0,2	1 957	0,0	0,0	13,1	0,00	0,00
Nämä toimialat yhteensä	1 543,0	4 155,0	6 7257	2,3	6,2	211,30	3,30	12,01

Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Lähteet: YK:n Comtrade-tietokanta, Tilastokeskus ja Etlan laskelmat. Toimialojen tuotos ja työllisyys kansantalouden tilinpidosta (Tilastokeskus).

Teemme molemmille tuoteryhmille kaksi skenaariota, jotka perustuvat joko keskimääräiseen kehitykseen vuosina 1996–2019 tai finanssikriisin jälkeisinä vuosina 2009–2019. Sekä

Suomen että koko maailman viennissä on nähtävissä viennin kehityksen hidastuminen finanssikriisin jälkeen. Laskelmassa käytetyt muutosprosentit riippuvat siitä, miltä historialliselta ajanjaksolta ne valitaan.

Taulukossa 3.2.7.4 on esitetty nämä kaksi skenaariota siten, että niissä on ensin laskettu tuoteryhmien viennin arvon keskimääräinen kehitys em. kahtena ajanjaksona. Tuotteet on jaettu niitä valmistaville toimialoille edellisen taulukon mukaisesti ja laskettu niiden vuoden 2019 rakenteesta painot. Sitten on laskettu toimialojen tuottavuuden keskimääräinen kehitys samoilla ajanjaksoilla ja painotettu niitä vuoden 2019 vientirakenteella, jotta saataisiin painotettu tuottavuuskasvu. Tuottavuus on laskettu käypähintaisesta tuotoksesta, koska tämä vastaa käsitteellisesti viennin nimellistä bruttoarvoa. Työllisyyden muutos on yksinkertaisesti viennin muutoksen ja tuottavuuden muutoksen välinen erotus. Näin laskettuna kyseessä on suora työllisyysvaikutus, joka ei ota huomioon vaikutuksia muille toimialoille.

Suppean tuotelistan vihreiden tuotteiden viennin arvo Suomesta on noin 1,5 miljardia euroa. Näitä valmistavien toimialojen kokonaisbruttotuotos oli vuonna 2019 noin 51,6 miljardia euroa. Vihreiden tuotteiden osuus tästä on siis 3,0 prosenttia. Laajan tuoteryhmän vihreiden tuotteiden viennin arvo on vajaat 4,2 miljardia euroa. Näitä valmistavien toimialojen bruttotuotos on 67,3 miljardia euroa, ja em. osuus nyt siten 6,2 prosenttia.

Esimerkiksi jos Suomen viennin kehitys olisi jatkossa suppeassa tuoteryhmässä samanaista kuin se oli vuosina 2009–2019 keskimäärin (taulukon vasen alakulma), eli 5,2 prosenttia vuodessa, työllisyyden lisätarve – ilman muutoksia historiallisessa tuottavuuskehityksessä – olisi 2,9 prosenttia näiden tuotteiden valmistuksessa. Taulukon 3.7.3 työllisyyslaskelman mukaan tämä on noin sata henkilötyövuotta. Epäsuorat ja kerrannaisvaikutukset mukaan lukien kokonaisvaikutus voidaan noin kaksinkertaistaa.

Vastaavasti laajassa tuoteryhmässä viennin kasvu oli vain 2,0 prosenttia vuodessa 2009–2019. Samaan aikaan painotettu tuottavuus kasvoi tätä enemmän, joten työvoiman tarve väheni (ks. taulukko 3.2.7.4). Tulokset riippuvat valitusta tuoteryhmästä ja vertailuajankohdasta. Laskelma on staattinen eikä muun muassa huomioi resurssirajoitteita.

On hyvin mahdollista, että vihreiden tuotteiden kysynnän ja siten maailmankaupan kasvu kiihtyy ilmastotoimien myötä siitä, mitä se oli edellä tarkastellulla historiallisella ajanjaksolla. Samoin Suomen kilpailukyky voi vahvistua näissä tuotteissa. Siten edellä olevat luekemat voivat aliarvioida kehitystä. Jos esimerkiksi laajassa tuoteryhmässä viennin kasvu kaksinkertaistuisi vuosien 2009–2019 kehitykseen verrattuna ilman muutoksia tuottavuuskehityksessä, suora työllisyystarve kääntyisi 1,1 prosentin kasvuksi, mikä olisi noin 130 henkilötyövuotta. Epäsuorien ja kerrannaisvaikutusten kanssa tämä voidaan jälleen kaksinkertaistaa.

On huomattava, että jos myös maailmankaupan kasvu näissä tuotteissa kaksinkertaistuu, Suomen suhteellinen etu ei muutu (ks. kaava edellä). Suhteellisen edun vahvistuminen ei ole edellytys viennin kasvulle kasvavilla maailmanmarkkinoilla.

Taulukko 3.2.7.4. Viennin, tuottavuuden ja työllisyyden arvioitu %-muutos vuodessa vihreiden tuotteiden valmistuksessa perustuen vuosien 1996–2019 ja 2009–2019 kehitykseen

	Suppea tuoteryhmä	Laaja tuoteryhmä	Tehdasteollisuus yhteensä
1996–2019, %			
Viennin muutos	7,2	6,1	4,6
Tuottavuuden muutos	4,1	3,6	3,5
Työllisyyden muutos	3,1	2,5	1,1
2009–2019, %			
Viennin muutos	5,2	2,0	4,2
Tuottavuuden muutos	2,3	2,9	3,3
Työllisyyden muutos	2,9	-0,9	0,9

Huom. Tuoteryhmittely, ks. teksti. Viennin muutos on tässä luvussa tarkasteltujen suppean ja laajan tuoteryhmän tuotteiden viennin arvon muutos Suomesta keskimäärin vuodessa 1996–2019 ja 2009–2019. Tuottavuus on laskettu käypähintaisen tuotoksen ja työllisyyden muutoksista vihreiden tuotteiden toimialoilla vuosina 1996–2019 ja 2009–2019 painotettuna vuoden 2019 vihreiden tuotteiden toimialakohtaisella vientijakautumalla. Työllisyyden muutos on näiden erotuksena saatava vihreiden tuotteiden valmistuksessa tarvittavan suoran työllisyyden muutos, kun tuottavuuskehitys on otettu huomioon. Tehdasteollisuuden luvut ovat koko tehdasteollisuuden yhteenlaskettuja lukuja. Tehdasteollisuudelle laskettu viennin arvon muutos on laskettu koko käytössä olevasta ulkomaankauppätietokannasta, joka sisältää myös muun muassa kaivannaisteollisuuden ja maatalouden tuotteita, ei vain tehdasteollisuuden. Lähteet: YK:n Comtrade-tietokanta, Tilastokeskus ja Etlan laskelmat.

Ympäristöliiketoiminta Suomessa

Tässä alaluvussa tarkastellaan vielä lyhyesti Tilastokeskuksen julkaisemien ympäristöliiketoimintatilastojen avulla tätä toimintaa Suomessa yritysten arvonlisäyksen, viennin ja työllisyyden näkökulmasta. Ympäristöliiketoimintatilasto kuvaa Suomessa harjoitettua liiketoimintaa, joka käyttää tavanomaista vähemmän luonnonvaroja tai kuormittaa vähemmän ympäristöä. Näkökulma on siten erilainen kuin edellä. Lisäksi koska ympäristöliiketoimintatilasto on suhteellinen (eli suhteessa samanlaiseen mutta enemmän kuormittavaan liiketoimintaan), sen tekemisessä käytettyjä kriteerejä pitäisi ajan myötä kiristää. Jokin toiminta, joka on tänään tavanomaista vähemmän kuormittavaa, ei ole sitä enää huomenna, koska vähäpäästöinen teknologia kehittyy ja sen käyttö yleistyy.

Liiketoimintamuodoista on otettu mukaan ulkoilman- ja ilmastonsuojelu, metsävarojen käytön vähentäminen, mineraalivarojen hallinta sekä energiavarojen hallinta, joka jakaantuu kolmeen osaan: energiantuotanto uusiutuvista luonnonvaroista, lämmön- ja energiansäästö ja -hallinta sekä raaka-aineena käytettävän fossiilisen energian käytön minimointi. Toiminnan on tässä ajateltu liittyvät tarkemmin juuri ilmastonmuutoksen vastaisiin toimiin, mutta ne voivat sisältää myös muita ympäristönsuojeluun liittyviä liiketoimia.

Taulukon 3.2.8.1 mukaan näiden ympäristöliiketoimintojen yhteenlaskettu arvonlisäys oli vuonna 2019 noin 8,5 mrd. euroa. Tämä oli 3,5 prosenttia Suomen bruttokansantuotteesta. Osuus on kasvanut vain hieman vuoden 2012 3,3 prosentista. Korkeimmillaan osuus oli vuonna 2017 3,8 prosenttia. Jopa 86 prosenttia tästä ympäristöliiketoiminnasta sijoittui lämmön- ja energiansäästöön ja -hallintaan sekä raaka-aineena käytettävän fossiilisen energian käytön minimointiin. Lisäksi 11 prosenttia liittyy mineraalivarojen hallintaan.

Myös edellä HS-dataan perustuvista tuoteluokitteluista voidaan nähdä, että siellä tarkastellut tuotteet liittyvät pitkälti energiatehokkuuteen ja fossiilisten polttoaineiden käytön vähentämiseen, ks. käytetyt tuotelistat liitteessä 1. Tämä on luonnollista, koska ilmastonmuutoksen pysäyttäminen edellyttää juuri näitä toimenpiteitä. HS-datassa ei kuitenkaan ole palveluja, joita ympäristöliiketoimintatilastoissa on. Lisäksi HS-datassa ei voida erotella kahta samanlaista tuotetta, joiden valmistuksessa on vapautunut eri määrä kasvihuonekaasuja, ja päätellä että toinen on ympäristötuote ja toinen ei.

Tilastokeskuksen tilastojen mukaan ympäristöliiketoiminnan viennin arvo vuonna oli noin 7,9 miljardia euroa. Tämä on 8,2 prosenttia Suomen koko yhteenlasketun tavara- ja palveluviennin arvosta. Osuus on ollut suhteellisen vakaa, sillä vuonna 2012 se oli 7,8 prosenttia. Suurimmillaan se kävi 9,8 prosentissa vuonna 2017. Koska tässä laskelmassa on mukana erilaisia mineraaleja, sitä heiluttavat niiden volatiilit maailmanmarkkinahinnat. Verrattuna aikaisempaan analyysiin, on huomattava, että tässä ympäristöliiketoiminnan tilastossa on mukana palveluja. Lisäksi edellä tarkasteltu toimialajako ja tuotemääritelmä ovat suhteellisen erilaisia kuin tässä.

Ympäristöliiketoiminta työllistää tämän tilaston mukaan noin 74 tuhatta henkilöä, mikä on 2,9 prosenttia koko työllisyydestä. Koska osuus työllisyydestä on hieman pienempi kuin osuus bkt:stä, tuottavuus näillä työpaikoilla on keskimääräistä korkeampi. Toisaalta tässä suhteessa olisi parempi päästä käyttämään tehtyjä työtunteja, mutta niistä ei ole ympäristöliiketoiminnan osalta tilastoja.

HS-luokitteluun edellä perustuneessa tarkastelussa saimme tätä pienempiä tuotanto- ja työllisyyslukuja. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että siellä ei ollut käytettävissä palvelutuotteita, ja toiseksi siitä, että se analyysi keskittyi yksinomaan vientiin eikä kotimarkkinoille tarkoitettua tuotantoa ollut mukana. Kolmas syy mainittiin edellä, eli se että

ympäristöliiketoiminta on tässä määritelty suhteessa ympäristöä rasittavampaan tuotantoon, kun taas maailmankauppa-analyysi perustui tuotteisiin, joita käyttämällä kasvihuonekaasupäästöjen määrä vähenee, esimerkiksi rakennusten eristysaineet (jotka vähentävät lämmitys- ja viilennystarvetta) tai rautatiekalusto (joka voi vähentää yksityisautoilua).

Taulukko 3.2.8.1. Ilmastonsuojeluun liittyvä liiketoiminta Suomessa

	2012	2014	2016	2018	2019
Arvonlisäys, milj. euroa					
1 Ulkoilman- ja ilmastonsuojelu	138	139	156	153	155
11B Metsävarojen käytön vähentäminen	85	103	58	63	68
13A Energiantuotanto uusiutuvista luonnonvaroista	1 971	2 316	2 511	2 614	2 797
13B Lämmön-/energiansäästö ja -hallinta	3 571	3 501	4 300	4 460	4 544
13C Fossiilisen energian käytön minimointi*	22	23	23	21	22
14 Mineraalivarojen hallinta	785	871	926	1 044	944
Yhteensä	6 572	6 953	7 974	8 355	8 530
Viennin arvo, milj. euroa					
1 Ulkoilman- ja ilmastonsuojelu	85	76	130	122	120
11B Metsävarojen käytön vähentäminen	253	309	164	164	171
13A Energiantuotanto uusiutuvista luonnonvaroista	1 033	1 767	1 979	2 388	2 183
13B Lämmön-/energiansäästö ja -hallinta	1 450	1 652	1 981	1 951	2 020
13C Fossiilisen energian käytön minimointi*	36	38	39	34	36
14 Mineraalivarojen hallinta	3 191	3 092	3 056	3 215	3 415
Yhteensä	6 048	6 934	7 349	7 874	7 945
Työllisyys, 1 000 henkeä					
1 Ulkoilman- ja ilmastonsuojelu	2.1	2.0	2.1	2.0	1.9
11B Metsävarojen käytön vähentäminen	0.8	0.9	0.5	0.5	0.5
13A Energiantuotanto uusiutuvista luonnonvaroista	13.2	14.7	15.8	12.1	12.1
13B Lämmön-/energiansäästö ja -hallinta	42.1	41.4	50.0	50.0	50.0
13C Fossiilisen energian käytön minimointi*	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
14 Mineraalivarojen hallinta	10.2	9.6	9.5	9.0	9.5
Yhteensä	68.8	68.9	78.2	73.8	74.4

* Raaka-aineena käytettävän fossiilisen energian käytön minimointi.

Lähde: Tilastokeskus.

Ympäristöliiketoiminnan tuotanto sijoittuu tässä tilastossa toisin kuin edellä HS6-numerotason tuotekodeihin perustuvassa laskelmassa. Vuoden 2019 yhteenlasketusta 8,5 miljardin euron arvonlisäyksestä tuotetaan 3,2 miljardia euroa rakentamisen alalla, 2,2 miljardia euroa sähkö-, kaasu- ja lämpöhuollossa sekä jäähdytysliiketoiminnassa ja 2,7 miljardia euroa tehdasteollisuudessa, missä suurimmat toimialat ovat metallien jalostus (757 milj. euroa), kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus (560 milj. euroa), paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus (553 milj. euroa) sekä sähkölaitteiden valmistus (305 milj. euroa). Koko metalliteollisuuden arvonlisäys on 1,3 miljardia euroa. Palvelujen puolella on kaupanalan lisäksi toimintaa vain arkkitehti- ja insinööripalveluissa sekä teknisessä testauksessa ja analysoinnissa (251 milj. euroa). Suurimmat toimialat, eli rakentaminen ja energiahuolto, ovat kotimarkkina-aloja, jotka eivät voi näkyä edellä tarkastelluissa maailmankaupan tilastoissa.

Yhteensä 7,9 miljardin euron viennissä tärkeimmät toimialat liiketoiminta-aloittain ovat metallien jalostus mineraalivarojen hallinnassa (3,4 mrd. euroa), kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus energiantuotannossa uusiutuvista luonnonvaroista (1,4 mrd. euroa), paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus lämmön- ja/tai energiansäästöissä ja -hallinnassa (1,2 mrd. euroa) sekä sähkölaitteiden valmistus energiantuotannossa uusiutuvista luonnonvaroista ja lämmön- ja/tai energiansäästöissä ja -hallinnassa (0,7 mrd. euroa). Koko metalliteollisuuden osuus on noin 4,4 miljardia euroa. Erona aiempaan tavaratuote-tarkasteluun on muun muassa se, että tässä on mukana myös palvelutuotteita.

Liiketoiminnoittain ja toimialoittain ristiintaulukoiden, tärkeimmät toimijat viennissä ovat metallien jalostus (3,4 mrd. euroa), kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus (1,4 mrd. euroa), paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus (1,4 mrd. euroa) sekä sähkölaitteiden valmistus (0,7 mrd. euroa). Koko metalliteollisuuden osuus on noin 4,4 miljardia euroa.

Vuosina 2012–2019 ympäristöliiketoiminnan käypähintainen arvonlisäys kasvoi taulukon tietojen mukaan keskimäärin 3,8 prosenttia vuodessa, viennin arvo 4,0 prosenttia vuodessa ja työllisyys 1,1 prosenttia vuodessa. Edellä tarkastellun suppean tuoteryhmän tuotteiden viennin arvo kasvoi samana aikana keskimäärin 6,5 prosenttia vuodessa ja laajan tuoteryhmän 1,5 prosenttia vuodessa. Koko Suomessa tuotettu käypähintainen bruttoarvonlisäys kasvoi näinä vuosina keskimäärin 2,6 prosenttia vuodessa, joten ympäristöliiketoiminta kasvoi hieman tätä nopeammin.

Kaiken kaikkiaan ympäristöliiketoiminnan kautta laskettuna näkemys vientimarkkinoista on pääpiirteiltään suhteellisen samankaltainen HS-luokituksiin perustuvien vientilukujen kanssa, joskin paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus korostuu näissä tilastossa enemmän. Yksi ero näissä lähteissä on se, että HS-luokittelussa ei tehdä eroa kierrätys- ja uusiomateriaalien välillä. Toisaalta HS-luokittelulla on voitu tehdä globaaleja tarkasteluja

ja verrata eri maiden kehitystä toisiinsa. Suomen koko viennin arvo kasvoi puolestaan keskimäärin 2,9 prosenttia vuosina 2012–2019, joten ympäristöliiketoiminnan viennin arvo kehittyi hieman tätä paremmin. Sama nähdään kokonaistyöllisyyden osalta, sillä se kasvoi 0,5 prosenttia vuodessa. Siten näin tilastoidun ympäristöliiketoiminnan osuus Suomen kansantaloudesta on kasvanut kaikilla näillä kolmella mittarilla tarkasteltuna.

Ympäristöliiketoimintatilastoja on saatavissa myös Eurostatilta EU-maille. Tilastoissa on joitain puutteita, mutta niitä voidaan kuitenkin käyttää vertailuun eri maiden välillä. Seuraavassa on tarkasteltu viennin arvoa Suomessa ja muissa EU-maissa. Tarkastelussa ovat mukana samat liiketoimintamuodot (1, 11B, 13ABC ja 14) kuin yo. taulukossa Suomelle. Tilastoista puuttuvat Bulgaria, Luxemburg, Unkari ja Slovakia. Tilastoja on vain vuosille 2014–2018. Näinä vuosina Suomen viennin arvo nousi keskimäärin 1,4 prosenttia vuodessa, kun kasvua oli EU:ssa 3,6 prosenttia ja erikseen Ruotsissa 2,9 prosenttia, Saksassa 1,3 prosenttia ja Tanskassa 1,5 prosenttia.

Suomen osuus näiden EU-maiden yhteenlasketusta viennistä oli vuonna 2018 jopa 8,0 prosenttia, minkä edelle ylsivät vain Saksa (28,1 %), Itävalta (10,8 %), Tanska (8,8 %) Ranska (8,5 %) ja Alankomaat (8,2 %). Tämä on selvästi enemmän kuin Suomen osuus EU:n kokonaisviennistä. Tämän perusteella Suomella (ja myös ainakin Itävallalla ja Tanskalla) on suhteellinen etu ympäristöliiketoiminnan tuotteiden viennissä.

Liiketoiminta-aloittain suurin osuus koko EU:n viennistä Suomella oli vuonna 2018 mineraalivarojen hallinnan alalla (21,6 %). Muista liiketoiminnoista Suomen osuus EU:n viennistä oli: metsävarojen käytön vähentäminen (12,6 %), lämmön-/energiansäästö ja hallinta (7,3 %), energiantuotanto uusiutuvista luonnonvaroista (6,2 %), fossiilisen energiankäytön minimointi (1,6 %) sekä ulkoilman ja ilmastonsuojelu (0,6 %).

3.3 Kiristytvä ilmastopolitiikka, kilpailukyky ja innovaatiot

Vihreiden tuotteiden markkinoiden kuvailun ohella tutkimuksessa pyritään selittämään maiden kilpailukykyä erilaisilla innovatiivisuutta ja sääntelyä kuvaavilla muuttujilla. Analyysi toteutetaan selittämällä suhteellisen edun määräytymistä kansainvälisen kaupan gravitaatiomallin avulla. Gravitaatiomalli on kansainvälisen kaupan analysoinnissa yleisesti käytetty menetelmä, jolla on tutkittu erilaisten yhteiskunnallisten tekijöiden vaikutusta maailmankauppaan. Gravitaatiomallista ja kansainvälisen kaupan analyysistä lisää tietoa löytyy esimerkiksi julkaisuista Anderson ja Van Wincoop (2003); Helpman, Melitz ja Rubinstein (2008); Head ja Mayer (2014) ja Yotov, Piermartini, Monteiro ja Larch (2016).

Vastaavilla menetelmillä politiikkatoimien vaikutuksia vihreiden tuotteiden vientimarkkinoiden kilpailukykyyn on tutkinut mm. Kuik ym. (2019) ja päästökauppajärjestelmän

vaikutuksia Aichele ja Felbermayr (2015). Gravitaatiomallinnuksen hyötynä on, että tarkastelu mahdollistaa erilaisten maa- ja kauppavirtakohtaisten vaikutusten pitkälle menevän kontrolloinnin analyyseissä. Tässä analyysissä arvioimme erityisesti kotimaisten vihreiden teknologioiden kilpailukykyä suhteessa maan muiden tuotteiden kilpailukykyyn.

3.3.1 Aineisto

Esittelemme seuraavassa analyysissä käytettyä aineistoa.

Säätelymuuttujat

Teollisuusmaissa on otettu viime vuosikymmeninä käyttöön laajasti erilaisia uusiutuvan energian kehittämistä ja käyttöä edistäviä ohjauskeinoja kuten syöttötariffeja, uusiutuvan energian velvoitteita ja niihin liittyviä vihreiden sertifikaattien markkinoita.

Arvioimme kilpailukykyä selitettävänä muuttujina runsasta määrää erilaisia politiikkamuuttujia. Keinovalikoima perustuu OECD:n kokoaman ilmastopolitiikan kireysindikaattoriin ja sen osiin (Botta ja Kozluk, 2014). Indikaattori jakaa ympäristöpolitiikan toimet markkinaperusteisiin ja ei-markkinaperusteisiin toimiin. Koski ym. (2019) tarkastelee aineiston avulla sääntelyn vaikutuksia patentointiin. Wang ym. (2019) hyödyntää samaa aineistoa OECD-maiden toimialojen tuottavuuden tarkastelussa.

OECD:n indikaattorit kuvaavat yksittäisten maiden politiikkaa eri ulottuvuuksissa seitsemänportaisella asteikolla, 0-6. Indeksi saa arvon 0, jos politiikkainstrumenttia ei käytetä, ja arvon 6, mikäli havaittu politiikka edustaa voimakkainta aineistossa havaittavaa sääntelyä. Lisäksi sääntelymuuttujat on aggregoitu yhteen kokonaisindeksiksi (EPS-indeksi) niin, että ilmastopolitiikan kireydestä saadaan kokonaiskäsitelmä. EPS-indeksin etuna on, että se supistaa monimutkaisen moniulotteisen politiikan vertailukelpoiseksi maakohtaiseksi arvioiksi ja on omiaan herättämään keskustelua ympäristösääntelypolitiikan vaikutuksista OECD-maissa (Albrizio ym., 2017; Wang ym., 2019).

Markkinatoimien osalta tarkastelussa on ensinnäkin ympäristöverotuksen taso. Indikaattori lasketaan hiilidioksidin, typen ja rikin oksidien sekä dieselin energiaverojen (EUR per päästetty tonni) summana suhteessa sähkön hintaan. Muun muassa Pohjoismaissa päästöverot ovat kasvaneet 1990-luvun alusta lähtien ja sääntely onkin synnyttänyt maiden välille eroja tuotanto-olosuhteissa. Suhteuttaminen sähkön hintaan mahdollistaa päästöjen suhteellisen rajakustannuksen tarkastelun.⁸

⁸ Verotasojen vertailu maittain ei ole aivan ongelmaton ja ne voivat osittain heijastella päästöintensitiivisen teollisuuden osuutta kokonaistuotannossa.

Toisaalta tarkastelemme hiilidioksidin päästökauppajärjestelmän hinnan vaikutuksia. Vain pieni osa maailmassa syntyvistä hiilidioksidipäästöistä kuuluvat päästökaupan piiriin ja päästöistä maksettavat maksut eroavat merkittävästi eri maissa ja sektoreilla. Hiilidioksidin päästökauppajärjestelmään kuulumisen onkin myös monia teollisuusmaita erottava ilmastopolitiikan piirre. Euroopassa käyttöönotettu ETS-järjestelmä on yksi keskeisistä päästökaupainstrumenteista.

Aineistossa arvio päästökauppajärjestelmän kireydestä perustuu kunkin maan havaintovuoden keskimääräiseen päästöoikeuden hintaan.

Lisäksi tarkastellaan vihreiden sertifikaattien järjestelmää. Se on uusiutuvien energiamuotojen velvoitejärjestelmä, jossa velvoitteilla on mahdollisuus käydä kauppaa. Velvoite asettaa joko sähkön tuottajalle, jälleenmyyjälle tai kuluttajalle annetaan velvoite tuottaa, välittää tai kuluttaa tietty osa sähköstään uusiutuvilla luonnonvaroilla tuotetulla niin sanotulla vihreällä sähköllä. (Ollikka, 2013) Sertifikaatti toimii todisteena, että tuottaja on tuottanut tämän määrän sähköä uusiutuvilla energialähteillä. Fyysisellä sähköllä ja sertifikaateilla käydään kauppaa erillisillä markkinoilla (Aarnos, 2002).

Valkoisten sertifikaattien järjestelmässä puolestaan markkinatoimijat (yleensä jälleenmyyntienergian tarjoajat tai jakajat) on velvoitettu saavuttamaan tietyn suuruinen energiansäästö. Velvoitteen noudattamiseen vaaditaan hankkimaan energiansäästötavoitetta vastaava määrä sertifikaatteja. Markkinatoimija saa saavutetuista säästöistään sertifikaatteja, joita voidaan käyttää joko oman tavoitteen toteuttamiseen tai ne voidaan myydä jollekin toiselle osapuolelle. Valkoinen sertifikaatti -järjestelmä ei kuitenkaan välttämättä merkitse kaupankäyntimahdollisuuden käyttöönottoa. (EuroWhiteCert, 2006)

Syöttötariffien avulla uusiutuvalla energialla tuotetulle sähkölle maksetaan tuotantotuokea siltä osin, kun tuotetun sähkön tuottajan saama hinta sähköstä alittaa tariffihinnan. Syöttötariffilla on erilaisia toteuttamistapoja: kiinteähintainen tariffi (esim. Saksa, Portugali ja Liettua), aikariippuvainen tariffi (esim. Espanjan vesi- ja biovoima, Unkari), indeksiin sidottu tariffi (esim. Latvia), muuttuva tariffi (esim. Bulgaria ja Tsekki) tai takuuhinta (esim. Suomi ja Tanska). (Kitzing ym. 2012; Ollikka, 2013)

Lisäksi tutkimuksessa hyödynnettävä politiikkatoimenpiteiden aineisto sisältää tietoa erilaisia markkinoiden ulkopuolisista ohjauvälineistä. Tarkastelussa ovat päästöstandardit hiilidioksidin, typen ja rikin oksidien päästöille sekä dieselin rikkipitoisuudelle.

Toisaalta T&K-tuet ovat myös markkinoiden ulkopuolinen ympäristöpoliittinen ohjaukeino, jonka tavoitteena on edistää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävien teknologioiden kehittämistä. OECD:n indikaattorien lisäksi hyödynnämme julkisten vihreiden teknologioiden T&K investointitietoa (Koski ym. 2019).

Taulukossa 3.3.1.1 on kokoavasti tietoa sääntelyindeksien ja niiden osien tasosta eri ajankohtina.

Taulukko 3.3.1.1. Ympäristöpolitiikan kireys eri maissa, asteikko 0-6 (6 = kirein politiikka)

	Kokonaisindeksi			Markkinaperusteiset toimet			Ei-markkinaperusteiset toimet		
	1996	2005	2015	1996	2005	2015	1996	2005	2015
Yhdysvallat	1,13	1,09	2,69	0,50	0,93	1,63	1,75	1,25	3,75
Japani	1,33	1,67	3,17	0,92	0,97	2,33	1,75	2,38	4,00
Etelä-Korea	0,75	2,90	3,07	0,25	2,67	1,77	1,25	3,13	4,38
Kiina	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Saksa	1,85	3,05	3,13	1,58	2,72	1,27	2,13	3,38	5,00
Britannia	0,81	2,23	3,83	0,50	1,83	3,67	1,13	2,63	4,00
Ranska	1,23	2,71	3,58	1,33	2,30	2,67	1,13	3,13	4,50
Italia	1,48	2,22	3,28	1,33	2,45	2,57	1,63	2,00	4,00
Espanja	1,56	2,96	2,22*	1,50	2,80	1,68*	1,63	3,13	2,75*
Alanko- maat	1,23	2,80	3,63*	0,33	2,23	2,25*	2,13	3,38	5,00*
Tanska	1,98	3,13	3,85*	1,33	1,63	2,45*	2,63	4,63	5,25*
Ruotsi	1,04	2,71	3,10*	0,83	2,30	1,95*	1,25	3,13	4,25*
Itävalta	1,94	2,86	2,95*	1,25	2,72	1,77*	2,63	3,00	4,13*
Suomi	1,52	2,44	3,43*	0,42	1,13	1,48*	2,63	3,75	5,38*

* = Tieto vuodelta 2012.

Lähde: OECD, Botta ja Kozluk, 2014

Innovaatio- ja kauppa-aineisto

Hyödynnämme sääntelyaineiston lisäksi Kosken ym. (2019) keräämää aineistoa, joka sisältää Euroopassa ja Yhdysvalloissa patentoituja vihreitä innovaatioita vuosilta 1990–2015.

Vihreitä innovaatioita mitataan patentoiduilla ideoilla seuraavissa teknologia-alueissa:

i) kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen liittyen energian tuotantoon, siirtoon ja jakeluun, ii) ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtäävät rakennuksiin liittyvät teknologiat ja iii) ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtäävät tuotantoon ja tuotteiden jalostukseen liittyvät teknologiat. Teknologia-alueita arvioidaan erillisinä teknologiasektoreina tarkastelussa.

Tutkimuksessa hyödynnetään patentti-intensiteettiä, eli patenttien määrää suhteessa väestön määrään. Patenttihakemusten määrän sijasta mittarina käytetään niihin myöhemmin liitetyiden sitaattien määrää. Tämä muuttuja kertoo paremmin patenttien laadusta (Hall ym., 2005). Koska patenttien laadusta kertovat sitaatit kertyvät hitaasti, aineistoa ei ole tarkoituksenmukaista koota aivan viime vuosilta. Patenttihakemusten ja niiden sitaattien määriä eri maissa on kokoavasti koottu Taulukkoon 3.3.1.2.

Taulukko 3.3.1.2. Patenttihakemusten ja sitaattien määrä per väestö (milj. henkeä)

	Patenttihakemukset			Sitaatit		
	1996	2005	2015	1996	2005	2012
Yhdysvallat	0,4	1,2	1,4	1,1	1,9	0,7
Japani	0,7	2,3	3,1	5,0	7,4	2,9
Etelä-Korea	0,0	1,8	2,6	0,0	3,9	2,6
Kiina	0,0	0,0	0,1	..	..	..
Saksa	1,1	3,1	5,4	2,7	7,6	4,5
Britannia	0,3	0,6	1,5	0,4	0,5	0,5
Ranska	0,6	1,1	3,1	2,0	1,5	1,8
Italia	0,3	0,6	0,9	1,5	2,3	1,3
Espanja	0,0	0,4	0,9	0,1	2,6	0,7
Alankomaat	0,8	2,7	5,9	1,5	4,4	2,2
Tanska	1,4	8,0	17,8	2,6	12,3	9,0
Ruotsi	2,0	1,9	3,2	1,9	3,0	0,4
Itävalta	0,4	1,6	4,5	2,3	5,2	0,9
Suomi	0,8	2,0	4,7	2,7	54,2	2,1

Huom. Sitaateille viimeinen vuosi on 2012. Huomaa, että sitaatteja kertyy ajan myötä. Vuosi 2005 oli täysin poikkeuksellinen Suomen sitaattiaikasarjassa. Vuoden 2005 ympärillä sitaattien määrä suhteessa Suomen väestöön oli muulloin keskimäärin noin neljä.

Lähde: Patentinspirations, Koski ym. (2019)

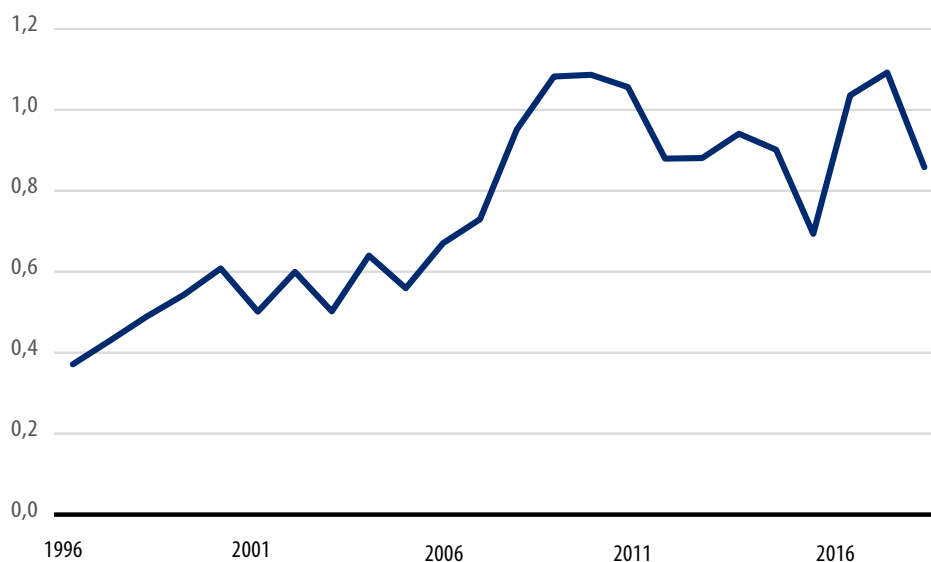
Taulukosta voidaan havaita, että Suomi on ollut ajanjaksolla verrattain aktiivinen patenttihakemusten määrällä mitattuna. Keskeiset verrokki maat, muun muassa Saksa ja Tanska, ovat hieman Suomea aktiivisempia, ja ero korostuu tarkasteltaessa menestystä patenttitaattien lukumäärällä mitattuna. On tosin huomionarvoista, että vuosi 2005 oli yksittäisten patenttien saamien suurien sitaattimäärien takia poikkeuksellinen. Sen sijaan pidemmällä aikavälillä kilpailijamaat ovat pärjänneet paremmin.

Edellisessä alaluvussa esitellyt kansainvälisen kaupan HS-luokitellut aineistot yhdistetään lisäksi patenttitekniologioihin. Hyödynnämme yhdistämisessä patenttien teknologia- luokituksen ja HS tavaraluokitusten välille rakennettuja linkkejä. Lybbert ja Zolas (2014) ja Goldschlag ym. (2019) esittelevät tavan, jolla patenttien tekstikentistä voidaan päätellä patenttien todennäköinen liittyminen tiettyyn tavaraluokkaan.

On huomionarvoista, että patenttiaineiston sisältämä kolmas teknologia- luokka iii) ilmas- tonmuutoksen hillitsemiseen tähtäävät tuotantoon ja tuotteiden jalostukseen liittyvät teknologiat ei yhdisty vihreiden tuotteiden *vientituotteisiin* patenttiaineiston mukaan: Teknologia- luokan innovaatiot liittyvät suoraan tuotantoprosesseihin ja niiden yhteys itse tuotteisiin on epäsuora. Ne jätetään siksi tarkastelun ulkopuolelle.

Kuvio 3.3.1.1. osoittaa, että Suomalaisten tuotteiden kehitys yhdistetyssä aineistossa on noudattanut edellä kootun vihreiden tuotteiden ryhmän kehitystä pääpiirteissään. Pa- tentteihin yhdistettyjen tuotteiden kokonaismäärä on samaa mittaluokkaa kuin edellä kuvatussa suppeassa vihreiden tuotteiden ryhmässä. Teknologiaihin perustuvan yhdiste- lyn vuoksi tuotteet eivät kuitenkaan ole täysin yhteismitallisia. Kaiken kaikkiaan on syytä todeta, että kilpailukyvyyn ja vihreiden innovaatioiden yhdistäminen ei ole yksinkertaista ja analyysissä joudutaan olettamaan, että havainnot hyvin mitatusta osuudesta tuotteita ovat edustavia myös muiden tuotteiden ja teknologioiden joukossa.

Kuvio 3.3.1.1. Patenttiaineistoon yhdistettyjen vihreiden tuotteiden vienti Suomesta, miljardia euroa



Lisäksi tarkasteltavana ovat maan yksityisten ja julkisten T&K-panostuksien koko- naismäärä. Aineisto on peräisin IEA:lta ja T&K:n määrää arvioidaan erikseen energiaa

säästävien teknologioiden, fossiilisten energiamuotojen ja uusiutuvien energiamuotojen luokissa (Koski ym. 2019). Tietoa panostuksista on koottu taulukkoon 3.3.1.3

Taulukko 3.3.1.3. T&k-investoinnit henkeä kohti, € (2017 kiintein hinnoin)

	T&k energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energiamuotoihin			T&k fossiilisiin polttoaineisiin		
	1996	2005	2015	1996	2005	2015
Yhdysvallat	3,0	2,7	6,0	1,7	1,5	1,2
Japani	2,6	4,6	6,1	2,3	2,3	2,6
Etelä-Korea	..	1,8	4,4	..	0,2	1,7
Kiina	..	..	..	..	..	..
Saksa	1,7	1,6	5,8	0,1	0,2	0,4
Britannia	0,2	0,9	2,7	0,2	0,2	0,3
Ranska	0,2	2,0	5,5	0,8	2,7	1,5
Italia	2,1	1,5	0,0	0,0	0,3	0,0
Espanja	0,6	0,7	1,4	0,1	0,1	0,2
Alankomaat	7,1	5,3	9,0	1,0	0,9	1,0
Tanska	4,7	7,7	17,8	0,9	1,9	0,8
Ruotsi	4,3	4,3	8,8	0,0	0,0	0,1
Itävalta	2,6	3,3	9,4	0,3	0,0	0,5
Suomi	7,4	8,7	32,4	0,9	1,7	1,2

Lähde: IEA.

Tarkasteltaessa Suomen T&K panostuksia suhteessa muihin maihin, voidaan huomata, että Suomen investoinnit ovat olleet tarkastelujaksolla maailman kärkitasoa.

Koski ym. (2019) on hyödyntänyt jo aikaisemmin aineistoa innovaatioiden ja sääntelyn yhteyksien tutkimuksessa. Heidän tuloksiansa mukaan mm. fossiilisten polttoaineiden verotuksen tiukkuuden ja vihreiden patentoitujen innovaatioiden määrän välinen riippuvuussuhde on positiivinen. Tämä tulos on samansuuntainen aiempien tutkimusten kanssa, joiden mukaan ympäristöverot suuntaavat teknologista kehitystä kohti puhtaampia innovaatioita. Toisaalta energiatehokkuuteen ja loppukäyttäjien energiasäästöihin tähtäävä valkoisten sertifikaattien järjestelmä on saattanut edistää vihreiden innovaatioiden tuotantoa; kokemukset järjestelmän avulla saavutetuista energiasäästöistä ovat olleet kannustavia.

Kosken ym. (2019) tutkimuslöydösten perusteella vaikuttaa myös uskottavalta, että yritysten tiedossa olevat energiaveronpalautukset saattavat pienentää niiden kannustimia investoida kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävien teknologioiden tutkimukseen ja kehitykseen. Täten energiaveronpalautuksilla voi olla vihreitä innovaatioita vähentävä vaikutus. Koski ym. (2019) osoittaa, että enemmän T&K-investointeja uusiutuviin energialähteisiin ja energiatehokkuuteen tekevissä maissa syntyy enemmän patentoitavia innovaatioita, jotka koskevat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä liittyen energian tuotantoon, siirtoon ja jakeluun.

3.3.2 Metodologia

Tässä alaluvussa tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat yritysten suhteelliseen kilpailukykyyn vihreiden tuotteiden viennissä. Pääasiallisena tarkasteltavana suureena on vihreiden tuotteiden kauppavirta suhteena kaupan kokonaiskehitykseen.⁹ Tutkimuskohteena ovat tuontivirrat, koska ne ovat tyypillisesti vientivirtoja luotettavampia tilastoinniltaan. Vientimenestystä mitataan siis maan kykyä osallistua toisen maan tuontiin.

Formaalisti tuontivirtaa (ilman sisäkauppaa) viejämäasta x tuojamaan m vihreän tuoteryhmän s osalta merkitään

$$\frac{tuonti_{mxt}^s}{tuonti_{mxt}^{kaikki}}$$

Paitsi että vihreän tuontivirran tarkastelu suhteessa tuonnin kokonaisvirtaan mahdollistaa suhteellisen edun tekijöiden arvioinnin, sen avulla voidaan myös puhdistaa aineistosta yleisiä kauppareittiin vaikuttavia tekijöitä, kuten kauppareittien yleisiä trendikehityksiä tai suhdanneluonteisia muutoksia, ja siten päästä paremmin käsiksi erityisesti ympäristöpolitiikan vihreiden tuotteiden kilpailukykyvaikutuksiin.

Muiden mahdollisten selittäjien vuoksi sääntelyn vaikutus menestymiseen kaupassa on vaativa tutkimusaihe. Puhtaasti vaikutuksen arviointitarkoituksessa tehtyjä sääntelymuutoksia on vähän. Sen sijaan sääntelymuutokset ovat usein riippuvaisia talouden tilanteesta. Muutokset sääntelyssä ja viennissä voivat olla seurausta molempiin yhtä aikaa vaikuttavista havaitsemattomista tekijöistä tai sääntely voi reagoida vientimarkkinoiden muutoksiin, jos esimerkiksi kilpailukykyyn menettäminen edesauttaa tuen lisäämistä kotimaiselle

⁹ Mallinnuksessa kilpailukykyeroja (suhteellista etua) maiden välillä mitataan osuuksien eroina maiden välillä ja sitä pyritään selittämään erilaisilla tekijöillä, eli tutkimuskysymyksenä on, miten nämä tekijät muuttavat suhteellista osuutta verrattuna muihin maihin. Lisäksi tarkastelussa ovat myös viennin arvot ilman suhteuttamista herkkystarkasteluna.

tuotannolle. Mikäli näitä tekijöitä ei huomioida tarkasteltaessa sääntelyn vaikutuksia, voi syntyä vääristynyt kuva toimien vaikutuksista.¹⁰

Pääasiallisena mallina käytetään gravitaatiomallinnuksen perustyökälyä, ns. pseudo-Poisson-mallia, joka estimoidaan suurimman uskottavuuden menetelmällä (PPML).¹¹

$$\frac{tuonti_{mxt}^s}{tuonti_{mxt}^{kaikki}} = EXP \left(\frac{INNO_{mxt-1}\beta + POL_{mxt-1}\gamma + K_{mxt}\alpha}{\epsilon_{mx} + \epsilon_{st} + (\epsilon_{mt} + \epsilon_{xt})} \right) * \epsilon_{mxt}$$

Perinteisempi tapa arvioida tuontivirtaa on lineaarinen malli, jossa logaritmisoitua tuonnin suhdetta kaikkeen tuontiin selitetään patenttimäärillä sekä erilaisilla politiikkamuuttujilla pienimmän neliösumman menetelmällä.

$$\ln \left(\frac{tuonti_{mxt}^s}{tuonti_{mxt}^{kaikki}} \right) = INNO_{mxt-1}^{(s)}\beta + POL_{mxt-1}\gamma + K_{mxt}\alpha + \epsilon_{mx} + \epsilon_{st} + (\epsilon_{mt} + \epsilon_{xt}) + \epsilon_{mxt}$$

Myös perinteistä kiinteitä vaikutuksia kontrolloivaa paneeli OLS-menetelmää on hyödynnetty tutkimuksessa vertailun vuoksi.

Patenttimuuttujana käytetään pääsääntöisesti patenttihakemuksiin myöhemmin liitettyjen sitaattien lukumäärää, joka kertoo patenttihakemusten määrää paremmin patenttien todellisesta laadusta. Toisaalta innovaatiomuuttujana ovat myös T&K panostukset eri vihreisiin teknologioihin, myös suhteutettuna väkilukuun. Nämä muuttujat sisältyvät havaintomatriisiin $INNO^s$. Ne ja politiikkamuuttujat, jotka sisältyvät havaintomatriisiin POL , on esitelty tarkemmin edellisessä luvussa. Politiikkamuuttujina tarkastellaan erilaisia markkinaehtoisia sääntelymuuttujia kuten verotusta, päästökauppaa ja tariffeja sekä ei-markkinaehtoisia sääntelymuuttujia, kuten T&K tukia ja standardeja. Arvioitavana ovat sekä viejäettä tuojamaan politiikkamuuttujia, kuitenkin niin, että viejamaan politiikan yksityiskohtiin kiinnitetään erityistä huomiota.

Sekä patenttien että politiikkamuuttujien osalta selittävänä muuttujana ovat edellisen vuoden arvot. Näin määriteltynä malli huomioi politiikkamuutosten hitaan vaikutuksen

10 Suhteuttamisen ohella mallinnuksessa arvioidaan myös laajaa joukkoa muita kontrollimuuttujia sekä tarkastellaan myös pelkästään vihreiden tuotteiden kauppavirtaa ilman suoraa suhteuttamista.

11 Käytössä on Statan Poisson pseudotodennäköisyysmenetelmää hyödyntävä ohjelma ppmlhdfe.

ja toisaalta malli on vähemmän herkkä käänteisen kausaiteettisuhteen mahdollisuudelle (ks. esim. Koski ym. 2019). Käänteinen kausaiteettisuhte voi syntyä esimerkiksi, mikäli politiikkaa muutetaan talouden muutosten seurauksena. Tarkastelujaksoa arvioitiin myös lisäämällä malliin vielä aikaisempia vuosia, mutta niiden huomioiminen ei muuta analyysin keskeisiä tuloksia.

Tuloksien luotettavuutta arvioidaan vielä lisäämällä malliin ylimääräisiä kontrollimuuttujia, K_{mxt} . Erityisesti kiinnostuksen kohteina ovat tuoja- ja viejämaiden kokonaistuotannon arvon kehitykset. Lisäksi tarkastelemme myös kokonaistuontia erillisenä kontrollimuuttujana, jolloin mahdollisten erillisten riippuvuuksien suoraan kokonaisuuden heilailuista seuraava vaikutus voidaan kontrolloida. Gravitaatiomallinnukselle tyypilliseen tapaan puuttuvien selittäjien harhaa kontrolloidaan käyttämällä kauppareittikohtaisia ϵ_{mx} , teknologia-vuosikohtaisia, ϵ_{st} , maa- ja vuositasoisia tuojan ja viejän, ϵ_{mt} , ϵ_{xt} , kiinteitä vaikutuksia.

Keskimääräiset kontrolloitavat muutokset kertovat yleisistä kysyntä- ja tarjontaolosuh-teista kauppakumppanimaissa. Aineistossamme erityisesti maa-vuosikohtaisten kiinteiden vaikutusten käyttö kontrolloi merkittävän määrän variaatiota pois aineistosta. Aineistossa on vain 2 eri teknologiatyyppiä (=i) kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen liittyen energian tuotantoon, siirtoon ja jakeluun, ja ii) ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtää-vät rakennuksiin liittyvät teknologiat), jolloin kontrollien käyttö rajoittaa variaation vain teknologiakohtaisiin poikkeamiin tyyppin keskiarvosta tietynä vuonna.

Kun keskimääräiset vaikutukset poistetaan, mallin tulokset perustuvatkin käytännössä vaihteluun eri teknologioihin erikseen kohdistuvissa ulkomaisissa kysyntäsokeissa (ks. mm. Aichele ja Felbermeyr, 2015). Silloin oletuksena on, että viejamaan kotimainen politiikka ei ole suoraan riippuvaista näistä kysyntäsokeista. Sen sijaan ympäristöpolitiikka mahdollis-taa kotimaisen tuotannon reagoinnin ulkoisiin kysyntäsokkeihin eri tavoin.

Virhetermin voidaan olettaa olevan korreloitunut ainakin ajallisesti saman kauppareitin osalta ja siksi estimoitaessa mallia siihen liittyvän epävarmuuden arviot ottavat huomioon virhetermien ns. klusteroitumisen yksittäisten kauppareittien tasolla yli ajan. Tämä on niin ikään tyypillinen oletus kirjallisuudessa

Keskeinen ero PPML ja perinteisen OLS menetelmien välillä on, että PPML mahdollistaa myös sellaisten kauppareittihavaintojen huomioimisen, joissa vihreiden tuotteiden tuontia ei ole. Log-muunnettuna vastaavat arvot eivät ole määriteltäviä. Lisäksi perinteinen malli on herkempi aineistossa ilmenevälle heteroskedastisuudelle eli virhetermin heilunnan riip-puvuudelle selitettävän muuttujan tasosta. PPML menetelmä onkin muodostunut vallitse-vaksi tavaksi mallintaa gravitaatioyhtälöitä.

Perusmallia voidaan laajentaa edelleen koskemaan eri muuttujien ristivaikutuksia luomalla aineistoon eri muuttujien tulo- ja neliömuuttujia (havaintomatriisien pistetuloina).

$$\begin{aligned} \frac{tuonti_{mxt}^s}{tuonti_{mxt}^{kaikki}} &= EXP(INNO_{mxt-1}\beta + POL_{mxt-1}\gamma \\ &+ INNO_{mxt-1} \times POL_{mxt-1}\gamma^{risti} + \\ &INNO_{mxt-1}^2\beta^{neliö} + POL_{mxt-1}^2\gamma^{neliö} + K_{mxt}\alpha + \epsilon_{mx} \\ &+ \epsilon_{st} + (\epsilon_{mt} + \epsilon_{xt})) * \epsilon_{mxt} \end{aligned}$$

Ristivaikutuksien tulkintaa on hyvä konkretisoida tarkemmin. Yhtenä esimerkkinä kysymyksestä, johon niiden analyysillä voidaan vastata, on: Lisääkö sääntelyn kireys innovoinnin vaikutusta kilpailukykyyn. Näin on mikäli $\gamma^{risti} > 0$. Tulos kertoisi, että sääntely olisi omiaan luomaan lisääntyneitä kannusteita innovoinnille kilpailukykyyn kasvattamisen kautta, sillä lisäännointi olisi kilpailumielessä hyödyllisempää kireän sääntelyn vallitessa. Jos näin olisi, sääntely lisäisi innovointia ja innovointi puolestaan kilpailukykyä, luoden vahvan Porter -hypoteesin mukaisia kilpailukykyyn, innovoinnin ja sääntelyn positiivisia yhteyksiä.

Vastaavasti voidaan tarkastella tuoja- ja viejamaan sääntelyn yhteyksiä. Mikäli yhteinen sääntely on omiaan luomaan yhteisiä markkinoita, tuojamaan kireä sääntely olisi omiaan luomaan lisääntyntä kauppaa niistä viejämaista, joissa sääntely olisi niin ikään kireää.

Formaalisti, otetaan esimerkiksi yksittäisen viejamaan innovaatiomuuttujan ($INNO^{viejä}$) ja viejamaan politiikkamuuttujan ($POL^{viejä}$) suhde. Innovatiivisuuden lisääntyessä määrän ($\Delta INNO^{viejä}$), suhteellinen kilpailukyky ($ln\left(\frac{tuonti^s}{tuonti^{kaikki}}\right)$) muuttuu mallissa määrän

$$\frac{\Delta \ln\left(\frac{tuonti^s}{tuonti^{kaikki}}\right)}{\Delta INNO^{viejä}} = \gamma^{risti} POL^{viejä}$$

Toisin sanoen vihreän tuonnin osuus (suhteellinen kilpailukyky) kasvaa viejamaan innovatiivisuuden muutoksen vaikutuksesta määrän $\gamma^{risti} POL^{viejä}$, joka mallissa riippuu ympäristöpolitiikan kireyden tasosta viejämaassa. Vastaavasti voidaan tarkastella, kuinka sääntelyn muutos yhdessä maassa on riippuvainen toisen maan sääntelystä. Laajentamalla politiikan ristivaikutukset matriisissa POL^2 , voidaan sieltä laskea, missä määrin kilpailukykyyn muutokset ovat riippuvaisia tuojamaan politiikasta:

$$\frac{\Delta \ln \left(\frac{\text{tuonti}^s}{\text{tuonti}^{\text{kaikki}}} \right)}{\Delta \text{POL}^{\text{viejä}}} = \gamma^{\text{neliö}} \text{POL}^{\text{tuoja}}$$

Toisin sanoen vihreän tuonnin osuus (suhteellinen kilpailukyky) kasvaa kotimaisen politiikan kiristyessä lisääntyvästi, mikäli muutoksen vaikutuksesta määrän $\gamma^{\text{risti}} \text{POL}^{\text{viejä}}$, joka mallissa riippuu ympäristöpolitiikan kireyden *tasosta tuojamaassa*. Mikäli $\gamma^{\text{neliö}} > 0$, kiristytävä ilmastopolitiikka viejämässä lisää vientiä erityisesti maihin, joissa myös toteutetaan kireää ilmastopolitiikkaa.

3.3.3 Näyttö eri vaikutusmekanismeista

Tarkastelemme ensin sääntelyn kireysindikaattoria kokonaisuutena ja erotellen tuloksista mahdollisia ristivaikutuksia. Tuloksemme analyysistä on raportoitu Taulukossa 3.3.3.1. Sen jälkeen hajotamme indikaattorin sen osiin ja tarkastelemme niitä erikseen näkökulman syventämiseksi. Tulokset on raportoitu taulukossa 3.3.3.2. Kaikissa tarkasteluissa vaihdellaan käytettyjä kontrollimuuttujia, jotta saadaan hyvä käsitys tulosten herkkyydestä erilaisille mallinnusoletuksille.

Tarkasteluissa keskitytään *Euroopan patenttinviraston patentteihin* ja patenttisitaatit kuvaavat viejämään patenttisitaatteja EPO:n alueella sijaitsevaan tuontimaahan. Siten aineistossa tuontimaat rajoittuvat EPO:n alueella sijaitseviin maihin, kun taas viejämää voi olla mikä tahansa EPO:n alueelta patenttisuojaa hakeva maa. Sääntelyaineiston saatavuus rajoittaa vientimaat kuitenkin OECD:hen ja muutamiin muihin merkittäviin kauppakumppanimaihin. Joissain tapauksessa tarkastellaan myös USA:n ja Japanin patenttialuetta laajenuksena.¹²

Taulukon 3.3.3.1 malleissa 1–3 tarkastellaan kilpailukyvyyn ja ilmastopolitiikan vaikutuksia kilpailukykyyn ilman ristivaikutuksia, joko ilman maakohtaisia kiinteitä vaikutuksia tai niiden kanssa. Malleissa 4 ja 5 mukaan otetaan myös ristivaikutukset eri muuttujien välillä.

Tulosten perusteella patenttisitaattien määrä suhteessa väkilukuun on merkittäväällä tavalla yhteydessä kauppaan vihreissä (ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyvissä) tuotteissa (mallit 1–5) riippumatta huomioidaanko tarkastelussa maakohtaisia kiinteitä vuosivaikutuksia tai ristivaikutuksia. Tulos on luonnollinen, sillä onnistuneet innovaatiot ja niihin

¹² Koottu aineisto USA:n ja EU:n patenteista sisältää aukkoja ja siksi EPO:n patenttiaineisto tarjoaa parhaan mahdollisuuden tarkasteluun.

liittyvä tuoteosaaminen ovat merkittäviä kaupan selittäjiä yleisemminkin kansainvälisessä kaupassa. Samalla on huomionarvoista, etteivät viejämäärä T&K-panostukset uusiutuviin energiamuotoihin ja energiatehokkuuteen suhteutettuna väkilukuun (viejän vihreä T&K) ole merkitsevässä yhteydessä kilpailukykyyn vihreiden tuotteiden viennissä. Lisätarkastelut osoittavat myös, että pelkkä patenttihakemusten lukumäärä ei ole tilastollisesti merkitsevässä yhteydessä kilpailukykyyn¹³.

Tulos kertoo varsin yksiselitteisesti, että innovaatiomuuttujissa erityisesti patentoinnin laadusta kertovat patenttisitaatit ovat tärkeä indikaattori kilpailukykyille. Toisaalta enemmän innovaatiopanostuksista kuin -tuotoksista kertovat T&K ja patenttihakemukset eivät vaikuttaisi olevan selvässä tilastollisessa yhteydessä kilpailukykyyn. Tämä tulos on myös laajemman innovaatiokirjallisuuden kanssa johdonmukainen (ks. Hall ym., 2005).

Ilmastopolitiikan osalta analyysi osoittaa, että ilmastopolitiikan kireysindikaattori on odotetusti monimutkaisella tavalla yhteydessä kilpailukykyyn vihreiden tuotteiden viennissä. Kun tarkastelu toteutetaan ilman laajoja maatasoisia kontrollimuuttujia, kireä sääntely *tuojamaassa* näyttäisi olevan merkittävässä positiivisessa yhteydessä vientikilpailukykyyn kanssa (malli 1). Mallin perusteella ilmastopolitiikan kokonaiskireysindeksin kasvattaminen yhdellä yksiköllä lisää vihreiden tuotteiden vientiosuutta noin neljänneksellä ilmastopolitiikkaa kiristävään maahan keskimäärin. On huomionarvoista, että innovaatiomuuttujien poistaminen mallista nostaa sääntelyvaikutusta noin kuudesosalla, 30 prosenttiin. Siten osa innovaatiovaikutuksesta voi olla peräisin sääntelykannustimesta; innovaatioiden suora kontrollointi mallissa siirtää sääntelyvaikutuksen innovaatioiden vaikutukseksi.

Tuojamaan sääntelyä koskeva tulos on kuitenkin herkkä erilaisten kontrollimuuttujien käytölle. Jos maa-vuosi ja kauppareittikohtaisia kiinteitä vaikutuksia kontrolloidaan, kireämmän ilmastopolitiikan tilastollisesti merkitsevä vaikutus häviää tai kääntyy jopa heikosti negatiiviseksi, mikäli vain kauppareittikohtaiset kiinteät vaikutukset huomioidaan. Gravitaatiomalleissa on tyypillistä, että kyseisiä kiinteitä vaikutuksia käytetään, mikä puoltaa niiden ottamista mukaan malliin. Toisaalta mallissa kauppareittikohtaista viennin kokonaisviennin kautta osittain huomioitua. On jossakin määrin tapauskohtaista, mikä mallinnustapa sopii parhaiten erilaisiin mallinnuksiin. Tuloksissa raportoidut erilaiset informaatiokriteerit (AIC = Akaike information criterion, BIC = Bayesian information criterion) viittaavat siihen, että kiinteiden maakohtaisten vaikutusten lisääminen malliin on sen parhaan toiminnan kannalta perusteltua.

¹³ Tulos pätee maakohtaisia kiinteitä vaikutuksia kontrolloitaessa riippumatta siitä, ovatko mallissa selittävänä muuttujana lisäksi patenttisitaatit.

Joka tapauksessa heikko tulos voi liittyä sääntelyn vaihtelun vaikutukseen. Kun pysyvät maidenväliset tasoerot kontrolloituvat pois kiinteiden vaikutusten lisäämisellä malleihin, vaikutukset määrittyvät maiden sääntelyn vaihtelun perusteella.¹⁴

Viejämaan ilmastopolitiikan vaikutukset ovat vähäisiä ja tilastollisesti ei-merkittäviä. Siten Porterin hypoteesin mukaisia kilpailukykyvaikutuksia kotimaisella sääntelyllä ei vaikuttaisi olevan. *Viejämaan* politiikkaan liittyen tarkastelu mahdollistaa myös vahvalle Porterin hypoteesille ominaisten mekanismien tunnistamisen ja mittaamisen edellä esitetyn ristivaikutusanalyysin perusteella. Sääntelyn ja innovoinnin positiivinen ristivaikutus (ks. metodologialaatiikko) merkitsisi, että *viejämaan* sääntelyn lisääntyminen kiihdyttäisi innovatiivisuuden vaikutuksia kilpailukykyyn: Mitä tiukempaa on sääntely, sitä suurempi on lisääntyneen innovoinnin vaikutus kilpailukykyyn, ja siten sääntely on omiaan lisäämään sekä innovointia että kilpailukykyä. Edellä esitetty suora näyttö sääntelyn ja kilpailukykyyn yhteydestä on ristiriitaista ja siksi näyttö mekanismista voi tarjota lisätukea yhteyden ymmärtämiseen. Samalla on tosin todettava, että kyseinen mekanismi ei määritelmällisesti täysin vastaa vahvaa Porterin hypoteesia. Sen sijaan havainnot siitä voisivat tukea vahvaa Porterin hypoteesia.

Positiivisesta ristivaikutuksesta, joka loisi lisääntyvää innovatiivisuuden kilpailukykyvaikutusta sääntelyn kiristyessä, ei kuitenkaan ole selvää näyttöä aineistossa. Päinvastoin. Ristivaikutus on negatiivinen, mikä tarkoittaa, että kiristynyt ilmastosääntely voi jopa vähentää innovatiivisuuden lisääntymisen vaikutusta vieniin. Kaiken kaikkiaan suoraa sääntelystä innovoinnin kautta kilpailukykyyn ohjautuvaa mekanismia ei tuntuisi löytyvän, mikä tuloksena on edellä esitellyn aikaisemman kirjallisuuden mukainen.¹⁵

Vahvin näyttö aineistossa liittyy ympäristöpolitiikan maidenvälisiin yhteisvaikutuksiin. Havaitaan erityisesti, että kireä ilmastopolitiikka sekä *viejämaassa* että *tuojamaassa* on omiaan lisäämään vihreiden (ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyvien) tuotteiden kauppaa maiden välillä (malli 5). Tulos on intuitiivinen; yhteinen sääntely synnyttää yhteisiä markkinoita. Se on nähtävissä, vaikka kontrollirakenne mallissa ottaa hyvin laajasti huomioon maakohtaisia kiinteitä vaikutuksia.

14 Sama tulos saadaan sääntelymuuttujille riippumatta siitä, ovatko patentti- ja t&k-muuttujat mukana mallissa. Tilastollista merkitsevyyttä ei synny myöskään pidemmällä, 1–3 vuoden viiveellä sääntelyn ja kilpailukykyyn välille.

15 Samalla on todettava, että ristivaikutusanalyysi on vain yksi tapa mitata sääntelyn ja kilpailukykyyn yhteyttä. Edellä todettiin, että innovaatiomuuttujien poistaminen mallista kasvattaa sääntelymuuttujan vaikutusta, mikä toisaalta viittaa siihen, että innovatiivisuuden ja sääntelyn välillä voisi olla positiivinen yhteys. Tämän tulos saatiin kuitenkin vain mallilla, jossa muiden selittävien muuttujien kontrollointia on rajoitettu.

Taulukko 3.3.3.1. Mallinnustuloksia kilpailukyvyyn, ympäristösääntelyn kokonaistason ja innovoinnin yhteyksistä

	Malli 1: Perus- vaikutus, tekno-vuosi kontrollit	Malli 2: Malli 1 + kauppa- parin kiinteä vaikutus	Malli 3: Malli 2 + maakohittaiset vaikutukset	Malli 4: Malli 3 + teknologia x sääntely risti- vaikutukset	Malli 5: Malli 4 + viejä x tuoja ristivaikutukset
Viejän patenttisitaatit	0.0191***	0.0054***	0.0241***	0.0142***	0.0142***
Viejän vihreä T&K	0.0001	0	0.0001	0	0
Viejän ilmastopoliittika (EPS)	-0.0089	-0.0133	0	0	0
Tuojan ilmastopoliittika (EPS)	0.2516***	-0.0817**	0	0	0
Viejän patenttisitaatit X viejän ilmastopoliittika				-0.0038*	-0.0037*
Viejän patenttisitaattien neliö				-0.0001**	-0.0001**
Tuojan ilmastopoliittika x viejän ilmastopoliittika					0.1834**
Tuojan patenttisitaatit x viejän patenttisitaatit					-0.0001
Kiinteät vaikutukset					
Teknologia x vuosi	x	x	x	x	x
Tekno x viejä x tuoja		x	x	x	x
Tuojamaa x vuosi			x	x	x
Viejämaa x vuosi			x	x	x
Havaintomäärä	12 528	12 526	12 528	12 526	11 940
Viejä-tuoja pareja	1 060	1 059	1 060	1 059	1 059
Pseudo R2	0.8539	0.9552	0.9078	0.9684	0.9688
rmse	6.93E-01	3.61E-01	5.38E-01	3.08E-01	3.04E-01
AIC	1.39E+11	4.28E+10	8.79E+10	3.02E+10	2.90E+10
BIC	1.39E+11	4.28E+10	8.79E+10	3.02E+10	2.90E+10

Lisätietoja: Menetelmänä PPML. Kaikissa malleissa muuttujina olivat myös tuojan vihreä T&K. Ristivaikutusmalleissa kontrolloidaan kaikkien ristivaikutusmuuttujien neliöitä. Ristivaikutukset myös vihreän T&K:n ja viejamaan politiikan välillä olivat mukana ristivaikutusmalleissa. Kaikki raportoimattomat muuttujat ovat jokaisessa mallinnuksessa arvioitu kilpailukyvyyn kannalta merkittömmiksi ja niiden kerroin on 0. Kiinteät kontrollimuuttujat: Teknologia x vuosi = kiinteä vaikutus teknologia tietyllä teknologiatyypille tietyssä vuonna. Tekno x viejä x tuoja = yli ajan kiinteä vaikutus tietyllä tuoja ja viejä -parille teknologiakohtaisesti. Tuojamaa x vuosi = kiinteä vaikutus tietyn tuojamaan vaikutukselle tietyssä vuonna. Viejämaa x vuosi = kiinteä vaikutus tietyn viejamaan vaikutukselle tietyssä vuonna.

Kun tarkastellaan edelleen ilmastopolitiikan kireysindikaattorin eri osien yhteyttä kilpailukykyyn Taulukossa 3.3.3.2, havaitaan, että erityisesti maan osallistuminen päästökauppajärjestelmään on lisännyt sen vihreiden tuotteiden vientiä. Tämä tulos on linjassa viejä ja tuojamaiden yhteisen kireän politiikan merkityksen kanssa, onhan hiilidioksidin päästökauppajärjestelmä luonteeltaan monenkeskinen politiikkainstrumentti. Lisäksi päästökauppajärjestelmä kohdistuu merkittäväällä tavalla energiasektorin ulkopuolelle, mikä myös on omiaan lisäämään sen vaikutuksia vientialoilla.

Tosin on todettava, että PPML menetelmällä tuotettu mallinnus, jossa maakohtaiset kiinteät vuosivaikutukset ovat mukana, kontrolloi niin paljon vaihtelua aineistosta, että kireysindikaattorien osien merkitystä ei voida enää arvioida.¹⁶ Siten yksittäisten kireysindikaattorien tarkastelu tuottaa näytöltään heikompia tuloksia kuin aggregaatti-indikaattorin tarkastelu. Vaikkakin kokonaiskauppavirran kontrollointi jossakin määrin toimittaa mallissa puuttuvien kiinteiden vaikutusten ja gravitaatiomuuttujien tehtävää, malleissa, joissa kiinteitä vaikutuksia ei ole, eivätkä ne siten ole teoreettisesti perusteettomia, tulokset ovat joka tapauksessa ovat tässä suhteessa heikkoja.

Muiden politiikkamuuttujien osalta havaitaan, että vihreiden sertifiikaattien ja tuulivoiman syöttötariffien lisääntyneen käyttö on vähentänyt vihreiden tuotteiden vientiä. Myös Kosken ym. (2019) tulokset viittaavat siihen, että näiden järjestelmien käyttö on ollut omiaan vähentämään innovatiivisuutta, mikä lienee luontevin selitys myös yhteydelle kilpailukykyyn.

Tulos voi osaltaan kertoa järjestelmien kalibrointien haasteista. Oikea tariffitaso nostaa yritysten yksityiset tuotto-odotukset ja innovaatiotoiminnan tasolle, joka maksimoi innovoinnin yhteiskunnallisen hyödyn. Oikean tariffin määrittäminen on kuitenkin erittäin vaikea tehtävä. Liian matala tariffitaso ei houkuta yrityksiä kehittämään tai ottamaan uutta teknologiaa käyttöön, mutta toisaalta liian korkea tariffitaso ohjaa yli-investointeihin ja täten nostaa kuluttajien sähköstään maksamaa hintaa tarpeettomasti. (Ollikka, 2013) Tulokset tuovat hyvin esille vientikilpailukykyyn ja ilmastosääntelyn välisen mekanismin ominaispiirteitä. Tariffi voi lisätä kannustimia innovointiin, mutta samalla se luo myös kustannuksia vientiyrityksille. Erityisesti, jos innovaatiokannustimet eivät kohdistu suoraan viennin alaiseen toimintaan, vaan esimerkiksi energiamaarkkinoihin, voi sääntelyn nettovaikutus jäädä pieneksi tai negatiiviseksi kilpailukykyyn kannalta.

Valkoisten sertifiikaattien osalta vaikuttaa siltä, että vaikka ne saattavat lisätä innovatiivisuutta, kuten Koski ym. (2019) havaitsee, vaikutukset kauppaan eivät ole selvästi näkyvistä. Myöskään julkisen T&K:n ei havaita merkittävästi lisäävän kilpailukykyä. Tulokseen voi osaltaan vaikuttaa aineiston laadun heikkous näiden muuttujien osalta.

¹⁶ Mikäli tarkastelussa käytetään OLS-mallinnusta, CO₂ päästökauppa sen sijaan pysyy merkitsevästi muuttujana myös maakohtaisia kiinteitä vuosivaikutuksia käytettäessä.

Taulukko 3.3.3.2. Mallinnustuloksia kilpailukyvyyn, ympäristösääntelyn osatekijöiden ja innovoinnin yhteyksistä

	Malli 1: Perusmalli	Malli 2: Malli 1 + lisäkont rolleja	Malli 3: Malli 2 + US, JAP mukana	Malli 4: Malli 1 + viejä- ja tuoja-vuosi- kontrollit
Patenttisitaatit	0.0039*	0.0040**	-0.0016	0.0031*
T&K energiatehokkuus	0.0026	0.0033	0.0012	0
T&K fossiiliset	-0.0085*	-0.0084*	-0.0051	0
T&K vaihtoehtoiset energiamuodot	0.0057	0.0051	-0.0008	0
Tuojan vihreä R&D	0	0	0	0
Tuojan ilmastopolitiikka	-0.0052	0.0052	0.026	0
Päästöverot	-0.024	-0.0202	0.0177	0
Vihreät sertifikaatit	-0.0478***	-0.0452***	-0.0453***	0
Päästökauppa	0.0387***	0.0345***	0.0240***	0
Valkoiset sertifikaatit	0.0185	0.0186	0.0128	0
Syöttötariffit, tuuli	-0.0230***	-0.0206***	-0.0145***	0
Syöttötariffit, aurinko	-0.0051	-0.0045	-0.0066	0
Päästökatot	-0.0133	-0.0123	0.0048	0
T&K tuet	-0.0143	-0.0093	0.0006	0
Kiinteät vaikutukset				
Teknologia x vuosi	x	x	x	x
Tekno x viejä x tuoja	x	x	x	x
Tuoja ja viejämään log-BKT ja kauppareitin kokonaisvienti		x	x	
Tuojamaa x vuosi				x
Viejämaa x vuosi				x
Havaintomäärä	11966	11900	12878	11966
Viejä-tuoja pareja	1055	1055	1139	1055
Pseudo R2	0.9571	0.9579	0.9615	0.9683
rmse	0.3542	0.349	0.3428	0.3091
AIC	3.99E+10	3.86E+10	4.93E+10	2.95E+10
BIC	3.99E+10	3.86E+10	4.93E+10	2.95E+10

Lisätietoja: Menetelmänä PPML. Kiinteät kontrollimuuttujat: Teknologia x vuosi = kiinteä vaikutus teknologia tietylle teknologiatyypille tietyssä vuonna. Tekno x viejä x tuoja = yli ajan kiinteä vaikutus tietylle tuoja ja viejä -parille teknologiakohtaisesti. Tuojamaa x vuosi = kiinteä vaikutus tietyn tuojamaan vaikutukselle tietyssä vuonna. Viejämaa x vuosi = kiinteä vaikutus tietyn viejämään vaikutukselle tietyssä vuonna.

Tulosten mukaan myöskään fossiilisten polttoaineiden verotuksen tiukentaminen ei kasvata merkittävästi vihreiden tuotteiden kaupan määrää. Verotuksen suhteen kiinnostava yhteys on Kosken ja Ylhäisen (2019) tulokseen koskien patentointiaktiivisuutta. Heidän tutkimuksensa osoittaa, että verotus on positiivisessa yhteydessä innovatiivisuuden kanssa, mutta kiristyminen on lisännyt erityisesti rakennusten ja tuotantoprosessien energiatehokkuuteen liittyviä innovaatioita. Tämä kehitys on voinut vaikuttaa enemmän kotimarkkinoilla kuin viennissä.

Muutamia metodologisia huomioita on syytä lopuksi tehdä. Ensinnäkin mallista tehtävää vihreiden tuotteiden markkinoita koskevaa päättelyä hankaloittaa jossakin määrin se, että tarkasteltavana muuttujana on vihreiden tuotteiden osuus kokonaisviennistä eikä suoraan vihreiden tuotteiden määrä. Tutkimuksessa on tarkasteltu vientiä myös vaihtoehtoisella tavalla, jossa kokonaisvientä on tuotu malliin suoraan kontrollimuuttujaksi ilman, että arvioinnissa rajoitutaan vain suhdeluvun tarkasteluun. Tulokset ovat hyvin samankaltaisia kuin käyttämässämme perusmallissa.

Ensinnäkin mallista tehtävää vihreiden tuotteiden markkinoita koskevaa päättelyä hankaloittaa jossakin määrin se, että tarkasteltavana muuttujana on vihreiden tuotteiden osuus kokonaisviennistä eikä suoraan vihreiden tuotteiden määrä. Tutkimuksessa on tarkasteltu vientiä myös vaihtoehtoisella tavalla, jossa kokonaisvientä on tuotu malliin suoraan kontrollimuuttujaksi ilman, että arvioinnissa rajoitutaan vain suhdeluvun tarkasteluun. Tulokset ovat hyvin samankaltaisia kuin käyttämässämme perusmallissa.

Tarkastelun mielekkyyden kannalta on olennaista lisäksi varmistaa, että selitettävä muuttuja ei kasva jatkuvasti tavalla, joka saattaisi synnyttää vihreiden tuotteiden lisääntymisen ja politiikkamuuttujien välille puhtaasti ajallisia yhteyksiä. Ne voivat osaltaan luoda aineistoon harhaanjohtavia riippuvuusrakenteita. Testattaessa luodun suhdemuuttujan kehittymistä yli ajan, voidaan havaita, että muuttujan kasvua voidaan kontrolloida yksinkertaisilla aikatrendeillä niin, että muuttuja on kontrolloituna stationaarinen, eli aikasarjan keskiarvo tai varianssi ei muutu systemaattisesti ajan kuluessa. Kun myös politiikkamuuttujilla on tämä sama ominaisuus, voidaan arvioida, että ajalliset muutokset aikasarjoissa eivät ainkaan suoraan aja tuloksiamme.

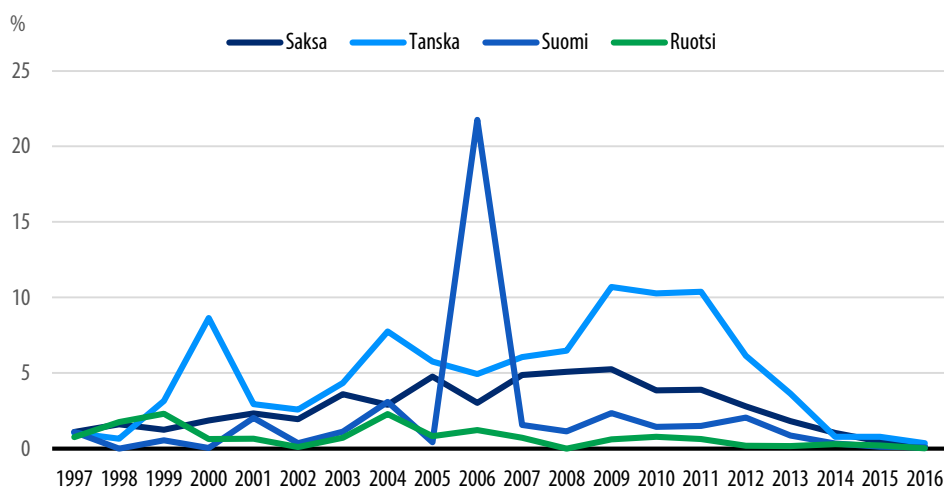
3.3.4 Vihreiden tuotteiden kilpailukykyyn vaikuttavien tekijöiden suuruus

Seuraavassa tarkastelussa arvioidaan eri mekanismien mittaluokkaa Suomen ja keskeisten vertailumaiden vientiin. Keskeisin mielenkiinto kohdistuu patenttisitaattien määrään. Niiden osalta mallit tulevat hyvin yksiselitteisesti siihen tulokseen, että niiden määrän ja vihreiden tuotteiden viennin välillä on vahva ja positiivinen yhteys.

Kuviossa 3.3.4.1 havainnollistamme suomalaisten vihreiden patenttihakemusten myöhempien sitaattimäärien ja vihreän viennin yhteyttä. Kuvaajassa mallin ennustetta patenttisitaattien määrän vaikutuksesta vientiosuuteen (mallin parametrierointa kerrottuna patenttisitaattien määrällä) verrataan eri maissa. Yhden log-pisteen (+0.01) lisäys kasvattaa vihreiden tuotteiden vientiosuutta yhdellä prosentilla. Erityisesti erot eri maiden välillä ovat kiinnostavia.

Tulosten perusteella Suomen sitaattimäärän vaikutus on ollut hieman vähäisempää kuin Saksassa ja Tanskassa erityisesti 2010-luvun alkuvuosilla. Ero esimerkiksi Tanskaan viittaa siihen, että suomalaisiin patenteihin kohdistuneiden sitaattien nousu Tanskan tasolle 2010-luvun alkujaksolla olisi voinut lisätä vihreiden tuotteiden vientiosuutta noin 7.5 %. Käytettyyn malliin liittyvän luottamusvälin huomioiden vaikutus on 95 % todennäköisyydellä 1–15 %. Tosin samalla on todettava, että yksittäisiin patenteihin liittyvät havainnot vuotta 2006 koskien ovat poikkeus tästä pääsäännöstä.

Kuvio 3.3.4.1. Vihreiden patenttien sitaattimäärien vaikutus vihreään vientiin, prosenttivaikutus vihreiden tuotteiden osuuteen



Lähde: Kirjoittajien malliperusteiset laskelmat (sääntelyä erittelevä malli 2). Huomioita: Kuvaajassa mallin ennustetta patenttisitaattien määrän vaikutuksesta vientiosuuteen (mallin parametrierointa kerrottuna patenttisitaattien määrällä) verrataan eri maiden osalta. Kuvaajassa 1 yksikkö merkitsee yhden prosentin lisäystä vientiosuuteen.

Tämä tulos antaa eri kuvan kuin esimerkiksi Suomen vihreillä T&K panostuksilla arvioitu viennin kehitys. Raportin liitteessä olevista kuvaajista voidaan havaita, että suomalaisten väkilukuun suhteutettujen energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energiamuotoihin kohdistuvien T&K panostusten perusteella Suomen vientimenestys olisi korkeammalla tasolla kuin verrokkimaissa. Jälleen kuvaajissa mallin ennustetta muuttujan määrän vaikutuksesta

vientiosuuteen (mallin parametrierointia kerrottuna selittävän muuttujan arvolla) verrataan eri maissa.

Muuttuja ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä selittäjä kilpailukyvyille, mikä merkitsee, että patenttisitaatit ovat luotettavampi indikaattori vientikilpailukyvyille tarjoten systemaattisen yhteyden kilpailukyvyyn ja kyseisen muuttujan välillä. On luonnollinen tulos, että innovoinnin laatukorjattuna tuotosmuuttujana patentointi on voimakkaammin yhteydessä kilpailukykyyn kuin innovaatiopanostuksia kuvaava T&K panostus.

Muutamia teknisiä huomioita on syytä tehdä. Ensinnäkin laskelma ei ota kantaa siihen onko vientiosuuden kasvu seurausta muiden tuotteiden syrjäyttämisestä vientimarkkinoilla. Vaikka innovoinnin kasvu luultavasti johtaa koko viennin volyymin kasvuun, osa vaikutuksesta voisi käytännössä syntyä muun viennin kustannuksella. Joka tapauksessa patentointiaktiivisuuden erot verrokkimaiden välillä voivat mallinnuksen perusteella johtaa myös merkittäviin eroihin vihreiden tuotteiden tuotannossa.¹⁷

Edellisen alaluvun vihreiden tuotteiden työllisyysmäärien perusteella innovatiivisuuden (sitaateilla mitattuna) nostaminen vertailumaiden, Saksan ja Tanskan, tasolle voisi merkitä suoraan joidenkin satojen lisätyöpaikkojen työvoimatarpeen kasvua. Laskelma perustuu oletukseen, että innovaatiovaikutus vientiin olisi sama kaikissa vihreissä tuotteissa, ja riippuu lisäksi siitä, tarkastellaanko laajaa vai suppeaa tuoteryhmää.

Patenttisitaattien lisäksi tutkimuksessa kootaan tietoa myös muista kilpailukykyyn mahdollisesti vaikuttavista muuttujista. Tulosten perusteella Suomen sääntely ei poikkea merkittävällä tavalla muiden maiden sääntelystä syöttötariffien, päästökaupan ja sertifiointien osalta viimeisinä havaintovuosina. T&K panostuksien osalta Suomen panostukset fossiilisiin polttoaineisiin ovat jossakin määrin vaikuttaneet negatiivisesti kilpailukykyyn. Näiden muuttujien vaikutuksen osalta on suhtauduttava tuloksiin joka tapauksessa varauksella, sillä ne eivät ole yhtä vahvasti riippumattomia muista mahdollisista maa- ja vuosikohtaisista selittäjistä.

17 On syytä mainita, että havaintojakson loppupuolella sitaattien määrä laskee mekaanisesti aineistossa, koska uusimpien patenttihakemusten ja niitä seuranneiden patenttien sitaatteja ei ole ehtinyt aineistoon vielä kertymään. Loppuvuosien kehitykseen pitää siksi suhtautua varauksella. Mallinnuksen kannalta tämä ei ole joka tapauksessa merkittävä ongelma, sillä havaintojakso ulottuu pääsääntöisesti vuoteen 2013 sääntelymuuttujien viiveiden takia.

3.4 Ympäristöratkaisujen vientiä harjoittaville yrityksille tehty kysely ja haastattelut

Tutkimuksen tässä osassa tehtiin Webropol-kysely ympäristöratkaisujen vientiä harjoittaville ja siihen tähtääville yrityksille (liite 3). Lisäksi kyselyn tulosten perusteella tehtiin teemaa taustoittavia asiantuntijahaastatteluita ja yritysten edustajille tuloksia tarkentavia haastatteluita. Selvyyden vuoksi mainittakoon, että tämä vientiyrityksille kohdistettu haastattelututkimus poikkeaa sisällöltään ja metodiltaan työmarkkinaosapuolille kohdistetusta haastattelututkimuksesta. Tämän osion tarkoituksena on täydentää aiempien analyysien antamaa kuvaa ympäristöviennistä, mutta toisaalta osio on rakennettu niin, että sen tuloksia voidaan lukea myös itsenäisenä tarkasteluna.

Kyselyssä selvitettiin yritysten innovaatioihin johtaneita tekijöitä ja globaalien markkinamenestyksen koettuja edellytyksiä, erityisesti julkisten kannustimien osuvuutta ja markkinamenestykseen vaikuttaneita esteitä sekä myös yritysten ”kipupisteitä” kriittisten tuotantotekijöiden osalta vientimenestyksen näkökulmasta.

Kyselyssä selvitettiin myös yritysten näkemyksiä kotimaan markkinoiden ja vientimarkkinoiden tilasta ja kehityksestä sekä odotuksista lyhyellä ja hieman pitemmällä tähtäimellä. Aikaperspektiiveissä otettiin huomioon nyt päällä oleva koronaviruspandemiasta johtuva poikkeuksellinen tilanne ja selvittiin yritysten uskomuksia heille tärkeiden markkinoiden elpymisestä ja tarpeista saada apua vientitoimintansa kehittämiseksi nyt tähdäten ja varautuen pandemian jälkeiseen maailmaan.

Kyselylomake lähetettiin yrityksille ensin teollisuusliittojen ja toimialayhdistysten kautta ja niitä täydennettiin ottamalla yhteyttä yksittäisiin yrityksiin, kun vastauksia ei alkanut kertyä. Lopulta vastauksia kertyi 20 kappaletta ja ne kattoivat tärkeimmät vientitoimialat. Vastanneiden yritysten määrä oli pieni, mutta vastaukset edustivat tärkeimpiä teollisuustoimialoilta melko kattavasti: Metsäteollisuus, teknologiateollisuus, kaivosteollisuus, kemianteollisuus, rakentaminen, bioteknologia, elintarviketeollisuus, maatalous, logistiikka sekä tuotekehitys, tutkimus- ja suunnittelupalvelut.

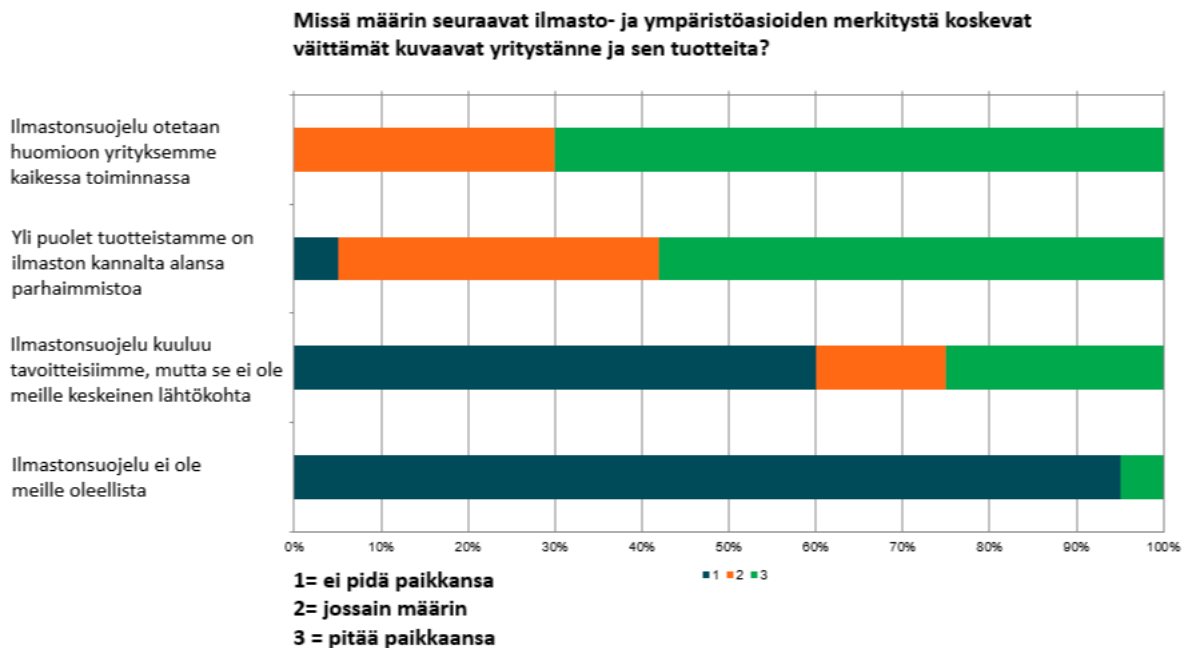
Vastanneet yritykset jakaantuivat myös kokonsa puolesta melko tasaisesti suuriin yrityksiin ja PK-yrityksiin, painottuen hieman kuitenkin suuriin yrityksiin. Vastaajayritysten yhteenlaskettu liikevaihto oli 40,58 miljardia euroa. Ne työllistävät Suomessa yhteensä 23 988 henkeä ja maailmalla 43 952 henkeä.

Lisäksi tehtiin 11 kyselyä syventävää tai taustoittavaa haastattelua. Haastattelut on raportoitu kyselyn vastausten yhteydessä ja johtopäätöksissä.

Vastanneiden yritysten profiili ilmaston- ja ympäristönsuojelun näkökulmasta

Kyselyyn vastanneita yrityksiä voi pitää hyvästä syystä ympäristöratkaisujen viejäryityksinä sekä asenteiden että tuotteiden puolesta. Ilmastonsuojelukin oli vastaajayrityksille heidän oman ilmoituksensa mukaan tärkeä, sillä luonnehdintaan *"Ilmastonsuojelu otetaan huomioon yrityksemme kaikessa toiminnassa"* kaikkien vastaajayritysten mielestä keskimäärin luonnehdinta piti vähintäänkin *"jossakin määrin"* paikkansa ja 70% vastaajista valitsi vastausvaihtoehdon *"pitää paikkansa"*. Tärkeyttä painottivat erityisesti suuryritykset, joista 83% valitsi tämän vastausvaihtoehdon. Ilmastopainotus näkyy myös yritysten tuottamissa tuotteissa, joita koskevassa kysymyksessä väittämään, *"yli puolet tuotteistamme on ilmaston kannalta alansa parhaimmista"*, 58% vastaajista ilmoitti, että väittämä pitää paikkansa ja suuri melkein kaikki muut valitsivat vaihtoehdon *"jossain määrin"*.

Kuvio 3.4.1. Vastaajien ympäristöprofiilien luonnehdintaa



Ilmaston- ja ympäristönsuojelu on suurimmalla osalla vastaajayrityksistä keskeinen osa strategiaa, johtamista ja markkinointia mikä näkyy julkilausutuissa ympäristövisioissa, -strategioissa ja -politikoissa sekä ympäristöjohtamisjärjestelmissä, mutta myös jossakin määrin tuotteille hankituissa ympäristömerkinnöissä:

Kaikista yrityksistä keskimäärin ¾:lla oli ympäristövisio, -strategia- ja/tai politiikka ja 5 %:lla sellainen oli valmisteilla.

Suuryrityksistä jokaisella oli ympäristövisio, -strategia- ja/tai politiikka.

Kaikista yrityksistä keskimäärin 53 %:lla on sertifioitu ympäristöjohtamisjärjestelmä ja 10 %:lla järjestelmä oli valmisteilla.

Suuryrityksillä ympäristöjohtamisjärjestelmä oli jopa 82 %:lla ja 9 %:lla ympäristöjärjestelmä oli valmisteilla.

Kaikkiaan 40 %:lla tämän kyselyn vastaajayrityksillä oli tuotteilleen ympäristömerkintöjä 5 %:lla merkintöjä oltiin hankkimassa.

Ympäristömerkintöjen käytön yleisyydessä suuret ja pienet yritykset eivät paljoakaan eronneet toisistaan.

Ympäristömerkintäjärjestelmät perustuvat vapaaehtoisuuteen. Yritykset hakevat itse ympäristömerkintöjä julkaisevilta merkin käyttöoikeutta tuotteilleen tuotekohtaisesti yhteisöiltä ja maksavat ympäristömerkinnän käytöstä vuosittaista maksua, joka vaihtelee ympäristömerkintäjärjestelmästä toiseen. Osalle näistä vapaaehtoisista järjestelmistä, kuten EU:n ympäristömerkintäjärjestelmä ja EU:n luomumerkintä, on kuitenkin lainsäädännöllinen pohja (Finlex 2014). EU-merkintöjen osalta samat säädökset ovat voimassa kaikissa EU-maissa. Myös EU:n ulkopuolelta tuotavien luomutuotteiden on täytettävä samat vaatimukset. EU:n ympäristömerkkejä on laadittu 24 tuoteryhmälle ja yhteensä yli 75 000 tuotteelle tai palvelulle. Joutsenmerkillä on kriteerit yli 60 tuote- ja palveluryhmälle. Joutsenmerkittyjä tuotteita ja palveluja on Suomessa yli 10 000 (Ks. Kuvio L3.1.3. tekstilaatikossa: Mikä on vihreä tuote ja miten luokitteluja hyödynnetään?).

Ympäristömerkintöjen käyttö oli yleisintä metsäalalla. Ympäristömerkintöjen kirjo on moninaista ja osin toimialakohtaista, kuten esimerkiksi metsäteollisuuden tuotteiden raaka-aineen alkuperää koskevat FSC- ja PEFC-merkinnät, elintarviketeollisuuden käyttämät luomumerkinnät, kemianteollisuuden käyttämä ISCC-sertifikaatti (International Sustainability and Carbon Certification) biomassan ja bioenergian sertifioimiseksi.

Vastaajayrityksillä oli yleisesti käytössä myös tuoteryhmäkohtaisia ympäristömerkintöjä, kuten EU:n ympäristömerkki ja pohjoismainen joutsenmerkki sekä kansallisia ympäristömerkkejä, kuten Saksan sininen enkeli, Kiinan ympäristömerkki ja Itävallan ympäristömerkki.

Kyselyssä yrityksiä pyydettiin nimeämään ympäristöviennin lippulaivat tuotteita: "Mitä ovat yrityksenne parhaat ekologiset "lippulaivat tuotteet" ja ympäristöratkaisut? Mainitse 1–3 tuotetta, tuoteryhmää, ympäristöratkaisua, joihin sisältyy ympäristön kannalta ratkaisevia innovaatioita." Vastauksissa nimetyt lippulaivat tuotteet on listattu liitteessä 3.

Yrityksiä pyydettiin myös valitsemaan tiputusvalikosta kutakin lippulaivatuetta parhaiten kuvaava luonnehdinta. Yleisin lippulaivatuetyyppi edusti jo markkinoilla olevaa tuotetta, mutta erosi niistä aiempia tuotteita paremman ympäristötehokkuutensa vuoksi. Tällaisia tuotteita olivat mm. uusiutuva diesel ja ”ilmastorehu”. Osa tuotteista puolestaan korvasi aiempia teknologioita. Tällaisia olivat mm. uusiutuva lentopolttoaine ja biokomposiitti. Vähiten lippulaivatuetteiden joukosta löytyi dematerialisaation perustuvia ratkaisuja, mutta sellaisiakin oli, kuten ”energiajärjestelmän optimointi” ja lähes neljännessä tuotteista voi luonnehtia kombinaationa, jossa on elementtejä muista luonnehdintatyypeistä.

Taulukko 3.4.2. Yritysten lippulaivatuetteiden luonnehdintaa

Ympäristötehokkuudeltaan aiempaa kehittyneempi jo markkinoilla oleva teknologia	43,6 %
Aiempia teknologioita korvaava uusi fyysinen tuote/tuoteryhmä	25,6
Dematerialisaation (esim. digitalisoinnin kautta) perustuva ratkaisu	7,7%
Kombinaatio edellisistä	23,1

Viennin kohdemaat

Viennin tärkeimpinä kohdemaina mainittiin EU-maat, Yhdysvallat, Kiina, Intia ja Venäjä. Toiseksi ja kolmanneksi tärkeimmiksi vientimaiksi edellä mainittujen maiden lisäksi nousivat UK, Kanada, Thaimaa ja Vietnam. Neljänneksi ja viidenneksi tärkeimpien maiden kohdalla jo lista diversifioitui; mukaan mahtui Etelä-Afrikka, Etelä-Amerikan maat, Yhdistyneet arabimiraatit ja Saudi-Arabia, Etelä-Korea sekä Aasian Tyynenmeren alueen maat. Suurten ja pienten yritysten välillä oli tässä suhteessa vain vähän eroja lukuun ottamatta muutamia kaikkein suurimpia vastaajayrityksiä, joiden markkina-alue on globaali.

Kehittyvät markkinat etenkin Afrikassa ja Aasiassa kasvavat huomattavasti perinteisiä markkinoita nopeammin. Kyselyn vastausten mukaan suomalaisilla ympäristöratkaisujen viejillä on kiinnostusta toimia näillä markkinoilla, eikä ihme sillä maat edustavat 2,7 miljardin ihmisen markkina-aluetta, jonka kaikki maat kärsivät laajamittaisista ympäristöongelmista ja ovat toistaiseksi toteuttamassa kasvuaan paljolti perustuen fossiilisiin polttoaineisiin ja kehittymättömän teknologian ratkaisuihin.

Yrityksiltä kysyttiin myös niiden kiinnostusta toimia kehittyvien maiden markkinoilla. Kysymyksessä selvitettiin yritysten kiinnostusta Business Finlandin kehittyvien markkinoiden alustan (DevPlat) pääkohdemarkkinoita kohtaan ja läsnäoloa markkinoilla.

Developing Markets Platform (DevPlat) on Business Finlandin ja ulkoministeriön yhteinen alusta, joka kokoaa yhteen palvelut kehittyvistä markkinoista kiinnostuneille yrityksille ja

niiden kumppaneille. Sen pääkohdemarkkinat ovat: Saharan eteläpuolinen Afrikka, Intia, Vietnam, Indonesia ja muina kohdemarkkinoina muut kehittyvät markkinat, jotka voivat saada YK:n kehitysavustusta.

Suurin osa vastaajayrityksistä oli joko kiinnostunut viennistä kehittyville markkinoille tai jo toimi siellä. Tässä suhteessa suuret yritykset ja PK- yritykset poikkesivat toisistaan. Noin kolmannes suuryrityksistä ei ollut kiinnostunut kehitysmaaviennistä, kun taas PK- yritysten joukossa kiinnostusta tuntemattomien osuus oli puolet pienempi. Toisaalta suurten yritysten joukossa oli kaksi kertaa enemmän yrityksiä, jotka toimivat kehittyvien maiden markkinoilla ja osa niistä oli hyvin etabloitunut markkinoille, vaikkakin osa koki nämä markkinat haasteellisiksi.

Kuvio 3.4.3. Yritysten kiinnostus vientiin kehittyville markkinoille ja kokemukset haasteellisuudesta. Kuvaajan palkistossa kannatta kiinnittää huomiota värien selityksiin kuvan alla. Selitykset tätä kuvaajaa koskien, sisältävät pelkästään skaalautumiseen liittyvistä määrittelyistä poikkeavia määrittelyjä. (Vastauksissa kohtaan joku muu kiinnostuksen kohteina olivat Kiina ja päiväntasaajan Afrikka)



P&K-yrityksille kehitysmaiden markkinat ovat vaativia, koska niiden resurssit eivät helposti riitä tarpeellisen läsnäolon järjestämiseen kohdemaissa. Kuvassa vihreällä merkityt palkit kuvastavat vaihtoehtoa ”olemme yrittäneet, mutta pettyneet”. Näiden joukossa oli pelkätään PK- yrityksiä. Tiedon puute kohdemaasta; sen lainsäädännöstä, hallinnosta, olosuhteista ylipäätään ja markkinoiden tilanteesta on keskeinen kipupiste markkinamenestykselle, mikä käy ilmi myöhemmistä vastauksista. Myös suuryrityksillä on kokemusta näiden markkinoiden haasteellisuudesta (ruskeat palkit).

Tietolaatikko: Ilmastonsuojelua vai ympäristönsuojelua viennin kohdemaissa?

Ympäristönsuojelu on laaja kattokäsite ympäristöongelmien torjunnalle. Ympäristöongelmien vakavuuksien painotuksia on määritetty erilaisissa tutkimuksissa vuosikymmenien varrella (Wahlstöm, et al. 1992, Reinikainen 1993 ja 1996, Puolamaa 1996, Reinikainen, et al. 2021). Tyypillisesti niissä on ollut kymmenkunta eri ympäristöongelmaa edustettuna, kuten ilmaston lämpeneminen, otsonikato, luontokato, vesien rehevöityminen, ympäristömyrkyt, maaperän saastuminen, jäteongelmat jne. Vaikka vertailu on vaikeata, on se väistämätöntä. Erilaisissa yhteiskunnan toimissa, kuten ympäristölupamenetelyissä, yritysten ympäristönsuojeluinvestoinneissa, valtioiden budjeteissa ja tuotteiden ympäristömyötäisyysvertailuissa painotuksia tehdään joka tapauksessa. Viime kädessä painotukset tehdään yhdistämällä luonnontieteellisiä faktoja arvostuksiin. Joskus painotuksia tehdään tiedostamattomasti tai kulloinkin mediassa keskustellun puheenaiheen perusteella. Olisi kuitenkin tärkeätä, että painotukset tehtäisiin avoimin kortein, läpinäkyvästi.

Ilmastonmuutoksen torjunta on noussut globaalistikin tärkeimmäksi ympäristönsuojelun kohteeksi, jopa siinä määrin, että siitä käytävä keskustelu peittää muut ympäristöongelmat allensa. Esimerkiksi alailmakehän ilmansaasteiden merkityksestä on puhuttu liian vähän, vaikka ilmansaasteet ovat joidenkin viimeaikaisten arvostettujen tutkimusten perusteella maailman suurin tappaja (Lancet Commission 2017, Lancet 2021, Vohra et al 2021). Ilmastopoliitikasta on tullut melkein synonyymi ympäristöpolitiikalle. Vastaava epäsuhta näkyy ympäristönsuojelun rahoituksessa - kun Pariisin sopimuksessa luvataan rahoitusta 100 miljardia Yhdysvaltain dollaria vuodessa kehitysmaiden ilmastotoimien rahoitukseen, on Montrealin pöytäkirjan (yläilmakehän otsonikerroksen suojelusopimus) alla rahoitusta annettu vain hieman yli promille edellä mainitusta (keskimäärin 100 miljoonaa dollaria vuodessa) ja ympäristömyrkyjä koskevassa Tukholman sopimuksessa vain rippeet tästä.

Toisaalta EU:n nk. taksonomia, joka on Green dealin rahoituksen jaon peruste , sisältää ilmastonmuutoksen hillinnän ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohella saastumisen ehkäisyn, terveiden ekosysteemien turvaamisen, vesien ja merien kestävän resurssikäytön ja kiertotalouden edistämisen (EU 2019).

Kehitysmaiden omia ympäristöpainotuksia on tutkittu melko vähän, mutta niissä tehdyissä tutkimuksissa (Molloy & Reinikainen, (Namibia) (2003), Reinikainen et.al 2014 (Nepal) ja Business Finland, (Vietnam) (2020) ilmastonmuutos ei ole ollut tärkeimmäksi koettu ympäristöongelma, mikä ei sinänsä ole ihme, koska esimerkiksi lähes sadan miljoonan asukkaan Vietnamissa ilmastopäästöt (CO2-ekv) ovat kahden tonnin luokkaa henkeä kohden vuodessa. Se on taso mihin Suomessa tähdätään edistyneiden kuntien HINKU-prosessissa (Hiilineutraalit kunnat; SYKE:n koordinoima hanke, jossa HINKUun liittyneet kunnat ovat vapaaehtoisin sitoumuksin luvanneet vähentää hiilidioksidipäästöjään 80% lähtövuoden tasosta vuoteen 2030 mennessä). Ilmastonsuojelu on silti kehittyvien markkinoiden maissa hyvin tärkeitä, sillä nopea talouskasvu perustuu osin kasvavaan fossiilisten polttoaineiden käyttöön ja suuri osa kehitysrahoituksesta sidotaan ilmastonsuojeluun. Sitä paitsi monet näistä maista ovat alttiita ilmastonmuutoksen vaikutuksille, vaikka sään ääri-ilmiöitä ei olekaan niin helppo yhdistää omiin kehitystarpeisiin kuin kaikkialle kertyvien jätteiden, vesien saastumisen ja muoviroskaantumisen tai sakeiden ilmansaastepilvien konkreettisia vaikutuksia arkielämään.

Kehittyvien markkinoiden maiden ympäristöhallinnot ovat usein nuoria, heikkoja ja siiloutuneita. Niillä on kasvava määrä tehtäviä, mutta vähän osaamista ja kapasiteettia edistää ilmaston- ja ympäristönsuojelua käytännössä. Ympäristöongelmien tilannekuva on usein puutteellinen, koska ympäristön seuranta on kehittymätöntä. Ympäristön seurantarjestelmien kehittämällä autamme kehitysmaita muodostamaan realistista ympäristöongelmien tilannekuva.

Haastatteluista käy ilmi, että hallinnoilla ei liioin ole osaamista, menetelmiä eikä koulutettua henkilökuntaa organisoimaan tarjouskilpailuja – niinpä esimerkiksi energialaitosten tai jätteidenkäsittelylaitosten tarjouskilpailuissa päädytään ostamaan halvin vaihtoehto – usein Kiinasta suomalaisen hieman kalliimman, mutta tehokkaamman, ympäristöystävällisemmän ja kestävämmän ratkaisun asemesta.

Parantamalla kehitysmaiden hallintojen kapasiteettia tehdä ilmasto- ja ympäristöystävällisiä valintoja esimerkiksi auttamalla luomaan kestävien hankintojen kriteereitä ja menettelytapoja autetaan samalla suomalaisia yrityksiä

parempaan kilpailuasetelmaan. Samaan suuntaan ajaisivat myös monet muut opit, kuten BAT -kriteerien ja ympäristölupamenettelyjen kehittäminen. Muita vastaavia itseämmekin hyödyttäviä oppeja voivat olla uusiutuvan sähkön merkinnät tukemaan "toimitusketjujen viherryttämistä" ja hiilineutraalisuustiekarttojen laatiminen (ja vastaavat muille tärkeimmille ympäristöongelmille). Tuotantoketjujen viherryttäminen on tulossa yrityksille lakisääteiseksi velvollisuudeksi (EU Parliament 2020). Kehitysmaiden hallinnot tarvitsevat myös apua kansainvälisten ympäristösopimusten tavoitteiden jalkauttamisessa ja toimeenpanon seurannassa. Kaikki nämä esimerkit kohentavat kehitysmaiden kyvykkyyksiä hankkia parempia ratkaisuja.

Monen kehitysmaan näkökulmasta ilmastonsuojelua tehdään mieluiten silloin kun se palvelee heidän omista prioriteeteistaan lähtevää ympäristönsuojelutyötä, mikä onkin ymmärrettävää sillä kehitysmaiden näkökulmasta konkreettisimpia ja ajankohtaisimpia tarpeita ovat ilmanlaadun parantaminen, piinaavan jäteongelman ratkaisu. Vientirahoituksen kriteereitä kehitysmaaviennin osalta ei pitäisi tulkita liian kapeasti keskittymään ainoastaan ilmastonsuojeluun, vaan oheishyödyt muiden ympäristöongelmien ehkäisemisessä pitäisi myös ottaa huomioon. Suojelemalla metsiä, parantamalla jätehuoltoa tai löytämällä ratkaisuja paikallisiin ilmansaasteongelmiin saavutetaan merkittäviä paikallisiin prioriteetteihin soveltuvia oheishyötyjä, kun samalla ehkäistään näiden maiden ilmastopäästöjen kasvua. Edellä kerrotujen seikkojen ja kyselyn vastausten ja haastattelujen perusteella esitetään politiikkasuositus: Kehittyville markkinoille suuntautuvaan ilmasto- ja ympäristövientiin puhtia uusilla sosiaalisilla ympäristöinnovaatioilla ja tukemalla paikallisia prioriteetteja:

Viedään tutkimuslaitosten ilmasto- ja ympäristöosaamista kehitysmaiden hallintojen tueksi auttamaan hiilineutraalisuuteen tähtäävien prosessien perustamisessa ja muiden ympäristöongelmien voittamisessa.

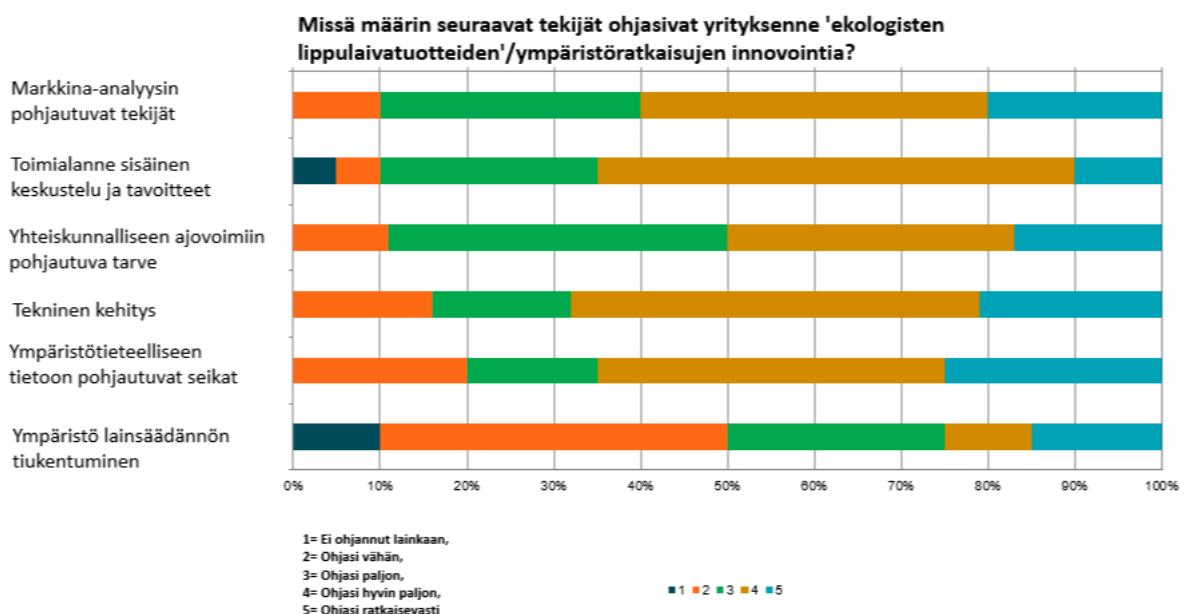
Esimerkkinä tästä voisi olla Hiilineutraalit kunnat (HINKU) -konseptin vienti kehittyville markkinoille. Se palvelisi kumpaakin yllä mainittua tavoitetta ja lisäksi auttaisi kehitysmaiden keskushallintoja ja kaupunkeja etenemään järjestelmällisesti ilmastomuutoksen ehkäisyssä. Tällä edistettäisiin kehitysmaiden hallintojen kykyä tehdä ilmasto- ja ympäristötehokkaita investointeja ja kestäviä hankintoja, jotka osaltaan auttaisivat myös ympäristöratkaisuja vieviä suomalaisyrityksiä.

Innovaatioihin johtaneita tekijöitä ja globaalien markkinamenestyksen koettuja edellytyksiä

Kyselyssä etsittiin innovaatioihin vaikuttaneita tekijöitä. Innovaatioiden syntyyn näyttää liittyvän monia samanaikaisia tekijöitä, kuten markkina-analyysiin pohjautuvia seikkoja, toimialan tavoitteita, yhteiskunnallisiin ajoihin pohjautuvia tarpeita sekä tekniseen kehitykseen ja ympäristötieteelliseen tietoon pohjautuvia seikkoja mikä käy ilmi tasaisesta vastausten jakautumisesta kysymykseen: ”Missä määrin seuraavat tekijät ohjasivat yrityksenne ’ekologisten lippulaivatuotteiden’ innovointia?”

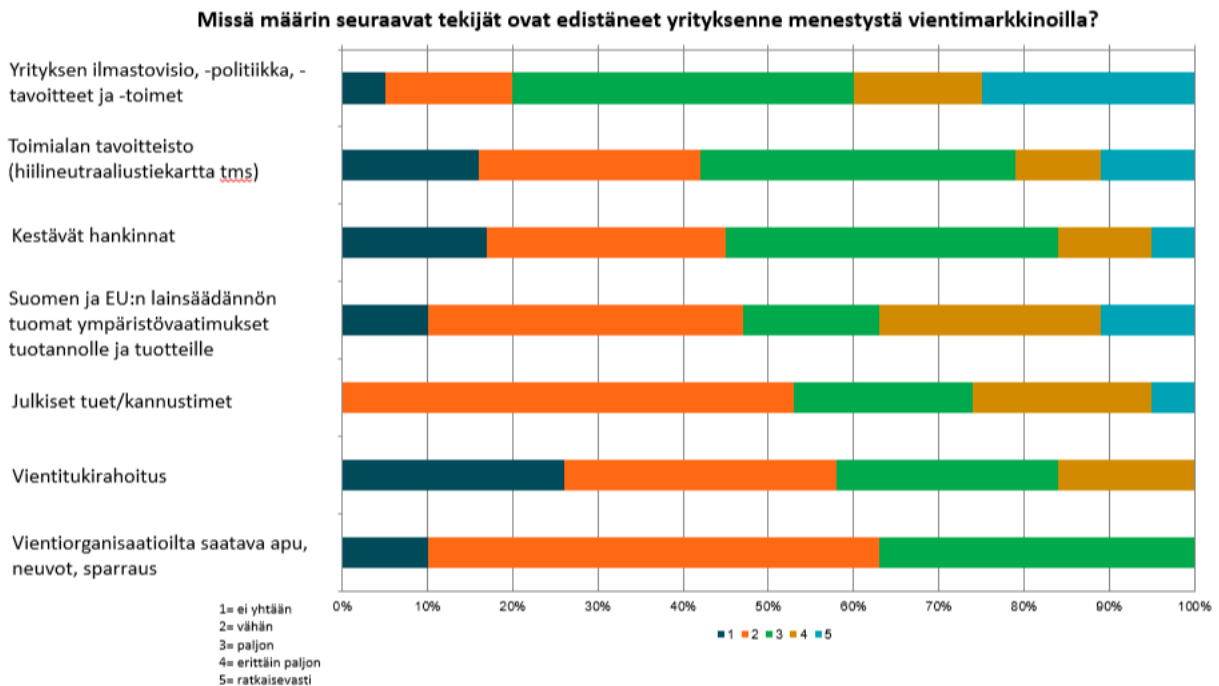
Aiemmin mainitut tekijät ohjasivat vastaajien mukaan vähintäänkin ”paljon” innovaatioita kun taas ympäristölainsäädännön, näytti olevan ”paljon”, ”hyvin paljon” tai ratkaisevasti vain puolessa yrityksistä innovaatioita ohjaava tekijä, mikä sekään ei ole vähäinen osuus. Tulos on hieman yllättävä eikä tue yleisesti laajalti hyväksyttyä käsitystä siitä, että tiukka ympäristölainsäädäntö ohjaa innovaatioita, mistä tämänkin tutkimuksen mallilaskelmista on saatu evidenssiä. Asiaa voi selittää osin vastaajarytysten profiloituminen edelläkävijöinä. Ne ovat lähteneet liikkeelle ilmastonsuojelussa vapaaehtoisesti jo ennen kuin sääntely on pakottanut tekemään niin sisäisiä lähtökohdista käsin ja/tai ovat pystyneet strategisesti ennakoimaan tulevaa sääntelyä. Tämä ilmiö on tuttu esimerkiksi Montrealin pöytäkirjan sääntelyyn liittyen (Ks. Kuvio L3.1.2.).

Kuvio 3.4.4. Yrityksen ja toimialan sisäisten ja eräiden yrityksestä riippumattomien ulkoisten tekijöiden ohjausvaikutus ympäristöratkaisujen innovointiin



Yrityksiltä kysyttiin myös missä määrin erilaiset tekijät ovat edistäneet yrityksen menestystä vientimarkkinoilla.

Kuvio 3.4.5. Yritysten näkemykset tekijöistä, jotka ovat edistäneet niiden menestystä vientimarkkinoilla



Myös tässä arvioissa korostuu yrityksen ja toimialan sisäisen työn, kuten hiilineutraalisuustiekarttojen laatiminen (TEM 2020) merkitys, mikä saattaa johtua samoista syistä kuin edellisessä kysymyksessä eli yritysten profiilista ja/tai kyvystä ennakoita tulevaa muutosta. Jotakuinkin yhtä tärkeiksi muodostuvat kuitenkin kestävien julkisten hankintojen, kuten Kansallinen kestävien julkisten hankintojen strategia (Valtiovarainministeriö 2020) ja EU:n ja Suomen lainsäädännön tuomien ympäristövaatimusten vaikutus tuotannolle ja tuotteille. Tämä arvio EU:n ja Suomen yhteisen ja/tai samansuuntaisen lainsäädännön merkityksestä tukee mallilaskelmien tuloksia, joissa markkinoiden samanaikainen kehittyminen näyttäisi olevan eduksi yritysten vientimenestykselle.

Hieman vähemmän painoa laitetaan julkisille tuille ja vientirahoitukselle ja jo selvästi vähemmän vientiorganisaatioilta saatavalle avulle. Ne koettiin PK- yrityksissä kuitenkin merkittävästi tärkeämmiksi kuin suuryrityksissä. Suhtautuminen vientiä tukeviin organisaatioihin on osittain ristiriitaista ja siinäkin on eroja suurten yritysten ja PK- yritysten välillä. Suuryritykset eivät välttämättä katso saavansa tukea vientiorganisaatioilta. Avoimista kysymyksistä ja haastatteluista tulee toisaalta esiin myös vientiorganisaatioiden toimintaa

kiittäviä kommentteja. Ainakin osa yrityksistä kokeen niin, että Business Finlandin ja lähetystöjen työ on hyvää ja paranemassa entuudestaan, mutta ei välttämättä riittävää yritysten kasvaville tarpeille, mistä antavat viitteitä vastaukset kipupisteitä ja esteitä koskeviin kysymyksiin.

Yrityksiltä kysyttiin myös ”mitkä valtion toimet mielestäsi ovat parhaiten edistäneet yrityksesi ympäristötuotteiden- ja ratkaisujen pääsyä vientimarkkinoille ja menestystä vientimarkkinoilla?”

Vastaukset kysymykseen valtion toimien hyödyllisyydestä vaihtelivat toimialoittain ja yritysten kokoluokan mukaan. Yleisesti ottaen vastaajat olivat tyytyväisiä valtion toimiin viennin edistämisessä. (Suuryrityksillä laajempi valikoima hyödyllisiksi koettuja toimia)

Yleisesti ottaen vastaajat olivat melko tyytyväisiä saamiinsa tukiin, joita olivat mm innovaatiotuet, tuotekehitystuet, investointituet, luomutuotannon tukeminen, elintarviketiennin tukeminen. Tyytyväisyyttä osoitettiin myös instituutioita ja niiden työtä kohtaan: Suomen lähetystöt maailmalla ja Business Finland sekä Food from Finland- hanke saivat kiitosmainintoja. Lisäksi luomusertifiointiyhteistyö eri maiden ja Suomen välillä sekä vienninedistämismatkat koettiin hyödyllisiksi.

Kotimaisista toiminnoista ”julkisen ja yksityisen kysynnän ohjaaminen ympäristön kannalta kestäviin ratkaisuihin”, kestävät hankinnat ja biopolttoaineiden kiintiöt koettiin ympäristötuotteiden- ja ratkaisujen pääsyä vientimarkkinoille ja menestystä vientimarkkinoilla edistäneiksi tekijöiksi.

Yleisellä tasolla panostaminen yliopistojärjestelmään ja maltilliset palkkaratkaisut koettiin myös vientiä edistäviksi tekijöiksi.

Yrityksiltä kysyttiin myös ”minkälaiset uudet toimet voisivat edistää yrityksesi ympäristötuotteiden tai -ratkaisujen pääsyä vientimarkkinoille ja menestystä vientimarkkinoilla?”

Seuraavassa on esitetty kooste kyselyssä esitetystä suosituksista liittyen ”uusiin toimiin” jaoteltuna neljään teema-alueeseen:

Regulaatio:

Yleinen näkemys myös näissä haastatteluissa oli se, että voimakas regulaatio voi olla jopa hyväksi, kunhan se on *ennustettavaa ja selkeätä. Erityisesti uutta selkeää sääntelyä toivottiin kiertotalouden edistämiseen liittyen. Toivottiin numeeristen tavoitteiden asettamista, End-of-waste päätöksiä, kiertotalouden tuottamien raaka-aineiden kilpailukyvyyn edistämistä, koska ne eivät vastaajien mielestä pärjää hinnalla neitseellisille raaka-aineille,*

kiertotaloutta estävän lainsäädännön poistamista EU-tasolla sekä ohjausta kierrätettävien tai biohajoavien tuotteiden käyttöön esimerkiksi verotuksen avulla.

Luomu:

Luomutuotantoa tukevia toimia toivottiin elintarvikealan yritysten taholta. Toivomuksiin liittyi kokonaisvaltaisia näkökulmia, kuten maabrändityöryhmän taannoisessa raportissa. Myös laaja-alaista Luomun Action Planiä, jossa asetettaisiin kunnianhimoiset tavoitteet suomalaisen maatalouden ja elintarviketuotannon siirtämiseksi luomuun, esitettiin. Tärkeinä pidettiin myös luomutuotannon tutkimuksen tukemista ja laajempi ja tehokkaampaa luomusertifiointiyhteistyötä eri maiden kanssa.

Onko luomu ilmastoystävällistä?

Väittäjä luomutuotannon ilmastoystävällisyydestä perustuu useaan eri mekanismiin, joista tärkeimmät ovat:

- vähemmän typpioksiduulipäästöjä
- pienempi energiapanos
- parempi maan hiilensidonta

Näistä tekijöistä vallitsee melko suuri yksimielisyys, tosin tavanomaisessa viljelyssäkin voi merkittävästi parantaa hiilensidontaa oikeilla menetelmillä.

Luomutuotannon eittämätön etu on, että siinä ei käytetä keinolannoitteita, joiden tuotannosta ja käytöstä vapautuu typpioksiduulia, joka on 298 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi ja vastuussa noin 6%:sta ilmaston lämpenemisestä. Sen lisäksi, että typpioksiduuli on voimakkaasti ilmastoa lämmittävä kaasu, se on myös alkaneen vuosisadan merkittävin otsonituholaiskaasu (Ravishankara, et al 2009), mikä johtuu siitä, että perinteiset otsonikerrosta tuhoavat klooratut ja bromatut enimmäkseen kylmä- ja sammutusaineina käytetyt kaasut on ajettu alas kuviossa L3.1.2 kuvaillussa onnistuneeseen globaalisäättelyyn perustuvassa teknologisessä murroksessa. Typpioksiduulin otsonituhopotentiaali (ODP) on melko pieni, mutta kaasujen massamääräiset päästöt ovat suuria, ja ne ovat globaalisti kaksikymmenkertaiset sitten viime vuosisadan alun. Typpioksiduulia vapautuu tosin myös lannan käsittelystä luomuviljelyssä, mutta ei niin paljon kuin

keinolannoitetusta peltomaasta. Lisäksi Suomessa typpihappoteollisuuden (typpilannoitteen raaka-aine) päästöt ovat dramaattisesti laskeneet viime vuosina (Tilastokeskus 2020).

Ravinteiden tuotanto on lähes viisinkertaistunut viimeisen 50 vuoden aikana ja pelkästään typpilannoitteiden tuotantoon liittyvät kasvihuonekaasupäästöt ovat noin prosentin maapallon kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä. Luomutuotannossa lannoituksen ensisijainen lähtökohta on paikallisten ravinteiden hyödyntäminen ja siksi lannoitteen energiapanoskin on pienempi kuin tavanomaisessa viljelyssä käytettyjen mineraaliravinteiden energiapanos. Ilmaston kannalta mineraalilannoitetta parempi vaihtoehto on biokaasulaitoksen mädätysjäännöksestä valmistettu väkevöity, eli pitoisuudeltaan vahvempi lannoite selviää Suomen ympäristökeskus Suomen ympäristökeskuksen ja Luonnonvarakeskuksen (Luke) tutkimuksesta (Horn et al. 2020). Sopivista raaka-aineista voidaan tuottaa biokaasua ja orgaanisia lannoitevalmisteita, jotka soveltuvat osin käytettäväksi myös luomuviljelyn täydennyslannoitteena. Erityisesti erikoiskasvituotannossa on turvauduttava usein tilan ulkopuolelta hankittuihin kierrätysravinteisiin.

Kuva luomun ilmastoystävällisyydestä voi kuitenkin muuttua, mikäli tarkastellaan vain lyhytaikaisia hehtaariuottomuutoksia. Paljon keskustelua herättäneessä tutkimuksessa koskien Walesia (Smith, et al. 2019) oletettiin, että luomuviljelyn alentunut tuotanto pitää korvata raivaamalla lisää peltoa. Tutkimuksessa pidetään kiistattomana luomuviljelyn parempaa kykyä sitoa hiiltä, parempaa vaikutusta luonnon monimuotoisuudelle sekä torjunta-aineiden ja muiden kemikaalien puuttumista mutta lasketaan, että pienemmän hehtaariuoton vuoksi kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olisivat luomussa jopa suuremmat, ainakin mikäli peltoa jouduttaisiin raivaamaan ulkomailla elintarvikkeiden tuontitarpeen lisääntymisen vuoksi. Tätä oletusta on puolestaan kritisoitu arviolla siitä, että ruoasta ja viljelymaasta ei ole puutetta vaan sen oikeudenmukaisesta jalkautumisesta.

Toisaalta useissa tutkimuksissa on referoitu, että luomun tuottavuus paranee siirtymävaiheen jälkeen. Boliviassa, Intiassa ja Keniassa tehdyissä pitkäaikais-tutkimuksissa tuottavuus nousee jopa samalle tasolle kuin tavanomaisessa viljelyssä, viljelylajikkeesta riippuen (Bhullar, et al. 2019). Näiden tietojen valossa ei siis tarvitse olettaa, että hankkimalla luomutuotteita aiheuttaisi tuottavuuseron vuoksi maanraivausta ja siitä johtuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Luomun ilmastoehydyt jäävät jäljelle, mikäli oletama ei ole validi. Luomun hyödyt ympäristömyrkköjen ja biodiversiteetin suojelun osalta lienevät

kiistattomia. Elintarviketuotteiden ilmasto- ja ympäristöystävällisyyttä voi tuki parantaa muullakin keinolla, mutta luomulla on se etu, että luomuviljelyllä on tiukat kriteerit ja niitä valvotaan. Lisäksi kuluttajaa helpottaa EU:n luomumerkki.

Kuvio L3.4. EU:n luomumerkin saadakseen on täytettävä tiukat tuotantoa, jalostusta, kuljetusta ja varastointia koskevat ehdot. Tunnuksen voivat saada ainoastaan tuotteet, joiden ainesosista vähintään 95 prosenttia on luonnonmukaisesti tuotettuja.



Tuet ja vientiponnistukset

Tukia ja vientiponnistuksia toivottiin lisää. Yleisenä analyysinä yksittäisistä toivomuksista voi vetää sen, että yritykset tarvitsevat erilaisia tukia, yhteistyötä ja kanssakulkemista pitkäjänteisesti niiden kasvun eri vaiheissa start-upeista suuryritysten laajenemisen ja maailmanvalloitukseen asti, unohtamatta meillä pientä keskikokoisten yritysten segmenttiä. Kirjallisissa vastauksissa ja haastatteluissa tuli esiin tarve skaalaamisen tukemiseksi eri tavoin. Innovaatioiden kaupallistamiseen ja markkinoille saamiseen liittyvä tuki ja apu koettiin edelleen tarpeelliseksi. Tuki- ja innovaatiojärjestelmän toivotaan lisäävän kyvykkyyksiä rakentaa kokonaistoimituksia ja suurempia ratkaisukokonaisuuksia.

Tukien kohdentamisesta esitettiin ratkaisuksi mm. seuraavia toivomuksia: Erillinen tuki ympäristöystävällisten innovaatioiden kehittämiseen, vihreät- ja edelläkävijäratkaisut ensisijaisesti rahoitettaviksi, kohdennus hiilineutraalisuuteen ja teknologianeutraalisuus ja faktapohjainen päätöksenteko pitäen mielessä erilaiset tavat päästä mahdollisimman tehokkaasti ja nopeasti esimerkiksi Suomen/EU:n ilmastotavoitteisiin. Näitä kaikkia luonnehtii se, että toivotaan tiukkoja kriteereitä ja painotuksia tukien suuntaamiselle mahdollisimman ilmastotehokkaille ratkaisuille.

Toimet kotimaassa:

Kotimarkkinatoimista kestävätkä julkiset hankinnat saivat selkeätä ja väliin voimakastakin kannatusta ja jopa ihmettelyä, että ”miksi tätä instrumenttia ei käytetä”. Toivomuslistalla on nk. biomandaattien laajentaminen esim. lentoliikenteeseen, ulkomaisten valtuuskuntien tutustumiskäynnit sekä viestintä kestävästä suomalaisten yritysten ratkaisuista.

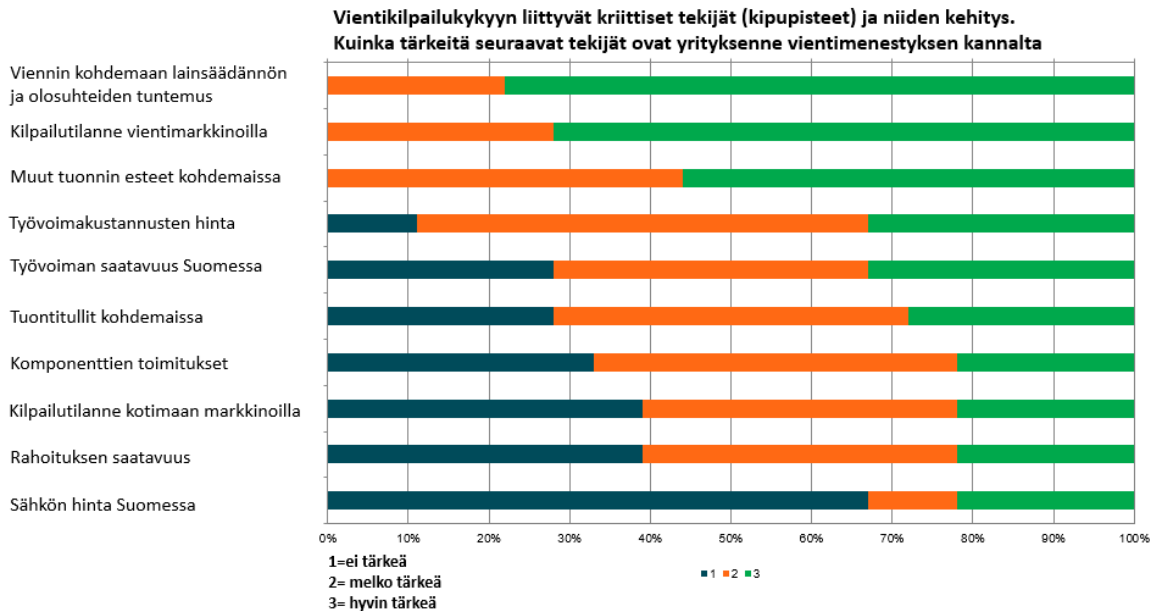
Kipupisteet markkinamenestykselle ja koetut esteet viennille

Kyselyssä yrityksiltä kysyttiin vientikilpailukyvyn kannalta kriittisiä tekijöitä ja kartoitettiin koettujen viennin esteitä. *Asiaa lähestyttiin kipupisteiden kautta: Kuinka tärkeitä seuraavat tekijät ovat yrityksenne vientimenestyksen kannalta?*

Kohdemaan liittyvä tiedon puute ja maatuntemus kaikkienensa koettiin keskeisimmiksi kipupisteiksi vientimenestyksen kannalta. Kohdemaan lainsäädännön ja olosuhteiden tuntemus, kilpailutilanne (ja informaatio siitä) sekä tuonnin esteet viennin kohdemaissa olivat selkeästi tärkein vientikilpailukykyyn liittyvä kriittinen tekijä (kipupiste). Se oli kaikille vastanneille yrityksille vähintään melko tärkeä ja kaikille PK- yrityksille hyvin tärkeä kriittinen tekijä vientikilpailukyvyn kannalta. Seuraavaksi tärkeimmiksi koettiin työvoimaan -sen saatavuuteen ja hintaan liittyvät tekijät.

Sähkön hinta Suomessa taas oli selkeästi vähiten tärkeimmäksi arvioitu tekijä, joskin tämän kysymyksen suhteen hajonta oli suurta – joillekin suurimmista yrityksistä, joskaan ei kaikille, sähkön hinta oli hyvin tärkeä tekijä. Yhteensä vain kolmannes yrityksistä piti sitä ”melko tärkeänä” tai ”hyvin tärkeänä”. Yllättävää oli, että PK- yritysten ja suuryritysten ero tämän tekijän suhteen oli melko pieni. Haastatteluisissa painotettiin myös tarvetta tuotannon sähköistämiseksi hiilivapaasti.

Kuvio 3.4.6. Vientikilpailukykyyn kannalta kriittiset tekijät kyselyn vastausten perusteella



Rahoituksen saatavuudellakin oli merkitystä erityisesti PK- yrityksille. Niistä 86% piti sitä vähintään melko tärkeänä. Sen sijaan suurille yrityksille rahoituksen saatavuus oli muita kipupisteitä vähemmän tärkeä tekijä. Haastatteluista kävi kuitenkin ilmi, että rahoituksella ja erityisesti rahan hinnalle on muodostunut uusi kulma. Suuret institutionaaliset rahoittajat ovat ryhtyneet toimeen rahoituksen ehtojen muuttamiseksi. Jotkut suuret institutionaaliset rahoittajat ovat ottaneet tavoitteekseen rahoittaa vain hiilivapaita kohteita vuonna 2035 ja niillä on jo ollut jonkin aikaa käytössään instrumentteja, jotka estävät kestävydeltään ja/tai eettisyydeltään kyseenalaisimpien yritysten rahoittamisen. Myös tavallisten investointien rahoitukseen on liitetty viime aikoina hiilettömyyskriteerejä, jotka on sidottu vähintäänkin vähähiilisyysuunnitelmaan tai -tiekarttaan. Jo nyt lainaa saa halvemmalla hiilivapaisiin kohteisiin kuin hiilipäästöjä tuottaviin investointeihin.

Politiikkasuositus: Yritysten viennin kohtemaiden tuntemusta tulee kohentaa ja siihen liittyviä palveluita kehittää

Viennin kohtemaan lainsäädännön ja olosuhteiden tuntemus, muut tuonnin esteet kohdemaissa, mukaan lukien byrokratia ja kilpailutilanne vientimarkkinoilla ovat kriittisiä tekijöitä. Tiedon puute erityisesti PK- yrityksillä muodostaa kipupisteen vientimenestykselle. Tätä voitaisiin edistää Business Finlandin ja lähetystöverkoston suunnittelemin järjestelyin. Erityistapauksena tästä suosituksesta on toimitusketjujen viherryttäminen: "Iso osa kulutuksen hiilijalanjäljestä syntyy Suomen rajojen ulkopuolella" (Finnwatch 2019). Tietoja tuotteiden arvoketjun alkupäästä ei riittävästi kerätä, mutta tietoja

kysytään yrityksiltä kasvavassa määrin. Seuranta pitäisi kehittää koko arvoketjun varrella. Tästä on myös valmisteilla EU-lainsäädäntöä (Euroopan Parlamentti, Policy brief on Due diligence 2020). Business Finland voisi tarjota rahoitusta yrityksille toimitusketjujen viherryttämiseen tarvittavaan tietotyöhön ja muihin vastaaviin toimiin. Samaa tukimekanismia voisi hyödyntää myös sertifikaatteihin ja standardein liittyvässä tietotyössä ja kohdemarkkinoiden ympäristölainsäädännön selvittämisessä

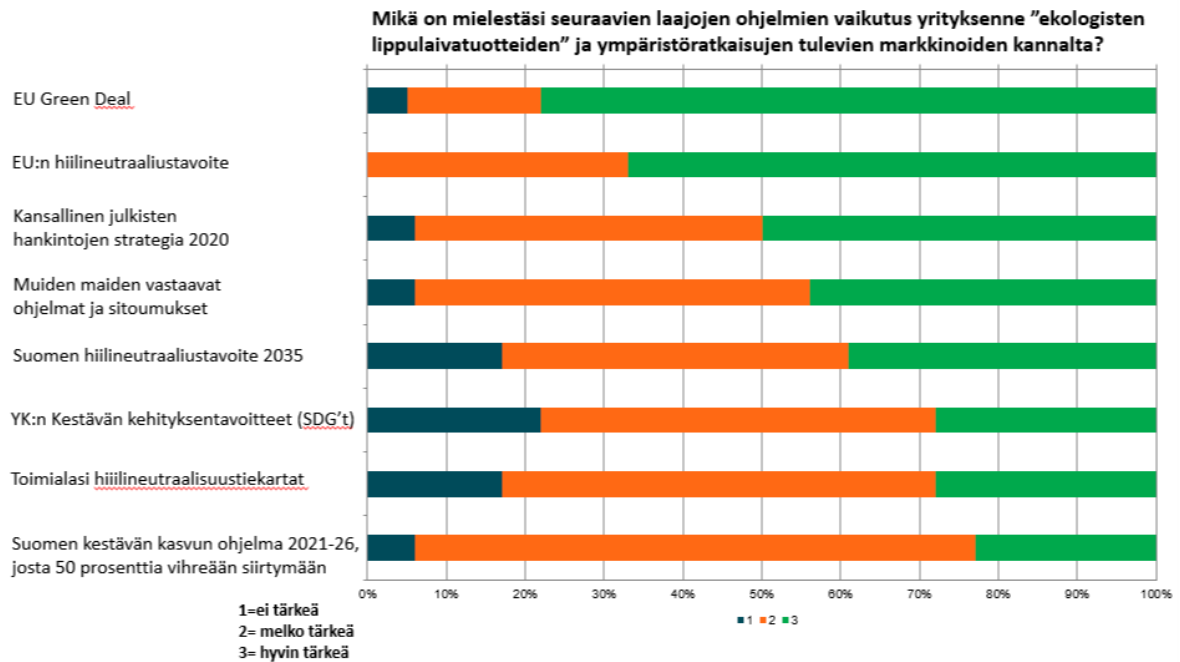
Vientimarkkinoiden tila ja odotukset markkinoiden kehityksestä

Haastatteluista ja kyselyn vastauksista käy ilmi, että yrityksissä uskotaan ilmastonmuutoksen torjunnan lähteneen toden teolla käyntiin niin Suomessa kuin maailmallakin. Ajovoimana muutokselle on tietenkin ilmastonmuutoksen kriittinen ja kiireellinen tilanne. Maapallon keskilämpötila on jo noussut esiteollisista ajoista 1,25 C -astetta ja ilmastonmuutoksen vaikutukset koskettavat kaikkia maanosia, maita, niiden kansalaisia ja myös yrityksiä. Globaaleihin ilmastotoimiin ollaan ryhtymässä miltei kaikkialla, jotta kriittisenä pidetyn 1,5 asteen tai edes 2 asteen lämpenemisraja ei ylittyisi.

Yritykset kautta linjan odottavat kasvun alkavan jo vuonna 2021 ja jatkuvan alkaneella vuosikymmenellä voimakkaana. Näkymät työllistämisen suhteen ovat myös toiveikkaita erityisesti PK- yrityksissä, mutta myös suurissa yrityksissä työvoiman tarve kasvaa uusien tehdaslaitosinvestointien myötä erityisesti rakentamisvaiheessa.

Kyselyllä ja haastatteluilla selvitettiin yritysten odotuksia ja asiantuntijoiden näkemyksiä ilmastoratkaisujen tulevasta vientimarkkinasta ensiksi kysymällä laajojen kansainvälisten ja kansallisten ohjelmien vaikutuksia yritysten ”lippulaivatuotteiden” viennin kannalta.

Kuvio 3.4.7. Yritysten näkemys suurten kansainvälisten, Euroopan unionin ja kansallisten ohjelmien vaikutuksesta yrityksen tuotteiden tuleviin markkinoihin



Vastausten perusteella on selvää, että kaikilla esitetyillä ohjelmilla on melko tärkeä tai erittäin tärkeä merkitys vastanneiden yritysten ylivoimaisen enemmistön mielestä- yrityksissä uskotaan, että laajat ohjelmat suurine rahoituspaketteineen sysäävät liikkeelle jo pitkään varastossa olleen tarpeen eri sektoreilla tapahtuville murroksille.

Vastauksista käy ilmi EU-politiikan tärkeys. Kaikkein tärkeimpinä pidettiin EU:n Green dealia - valtavaa lähes tuhannen miljardin investointiohjelmaa ”vihreän siirtymän” toteuttamiseksi. Yhtä lailla tärkeänä pidettiin EU:n hiilineutraalisuustavoitetta. Tämä tulos on linjassa mallinnuksen kautta saatujen tulosten kanssa. Yhtäaikainen siirtymä antaa mahdollisuudet vientimenestykselle niille yrityksille, joilla on suhteellinen etu markkinoilla. Suomalaiset yritykset suhtautuvat luottavaisesti mahdollisuuksiinsa muutoksen kynnyksellä.

Ehkä hieman yllättävää on se, että kansallista kestävien julkisten hankintojen strategiaa pidettiin seuraavaksi tärkeimpänä. Tämä ei ole sattumaa, koska hankintojen tärkeys keinona ilmastonmuutoksen torjuntaan ja askeleena vientimenestyksen saavuttamisen tiellä nousi esiin myös kyselyn muissa osissa. Hankintaohjelman potentiaalia korostaa se, että vastaajat pitivät sitä jotakuinkin yhtä tärkeänä, kuin hyvin korkealle arvetut muiden maiden, esim USA ja Etelä-Korea (2020) massiiviset ilmasto-rahoitusohjelmat ja niiden takana olevat julkistetut tavoitteet (esim. Kiina) ja Suomen hiilineutraalisuustavoite. Näissä suhteissa

suuryritysten ja PK-yritysten arviot eivät juuri poikennet toisistaan, paitsi Suomen kestävän kasvun ohjelman 2021-2026 osalta, jota suuryritykset pitivät hieman tärkeämpänä kuin PK-yritykset.

Kyselyssä selvitettiin myös yritysten näkemyksiä kotimaan markkinoiden ja vientimarkkinoiden tilasta ja kehityksestä sekä odotuksista lyhyellä ja hieman pitemmällä tähtäimellä. Entuudestaan pieni aineistokoko pieneni lisää, kun pörssiyritykset eivät voineet vastata kyselyn tulevaisuuden odotuksiin liittyviin kysymyksiin pörssilain nojalla. Niinpä vähät arviot näissä asiakohdissa perustuvat muiden kuin pörssiyritysten arvioihin eikä niistä tässä yhteydessä esitetä kvantitatiivisia arvioita.

Koronapandemia näyttää iskeneen ympäristöratkaisujen vientiä harjoittaviin yrityksiin keskimäärin melko vähän, mutta se näyttää olleen haitallisempaa suurille yrityksille kuin PK- yrityksille. Liikevaihto suurimmassa osassa yrityksistä pysyi vuonna 2020 edellisvuoden tasolla.

Näihin ohjelmiin ja niitä tukevien rahoituspakettien suuntaamiseen liittyy kolme politiikkasuositusta: Tiukat kriteerit kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, Yhteistyön kehittäminen ilmasto- ja ympäristöklusterin luomiseksi ja Tehoa ja resursseja kestävien hankintojen toimeenpanoon.

Tietolaatikko: Vedenjakajalla

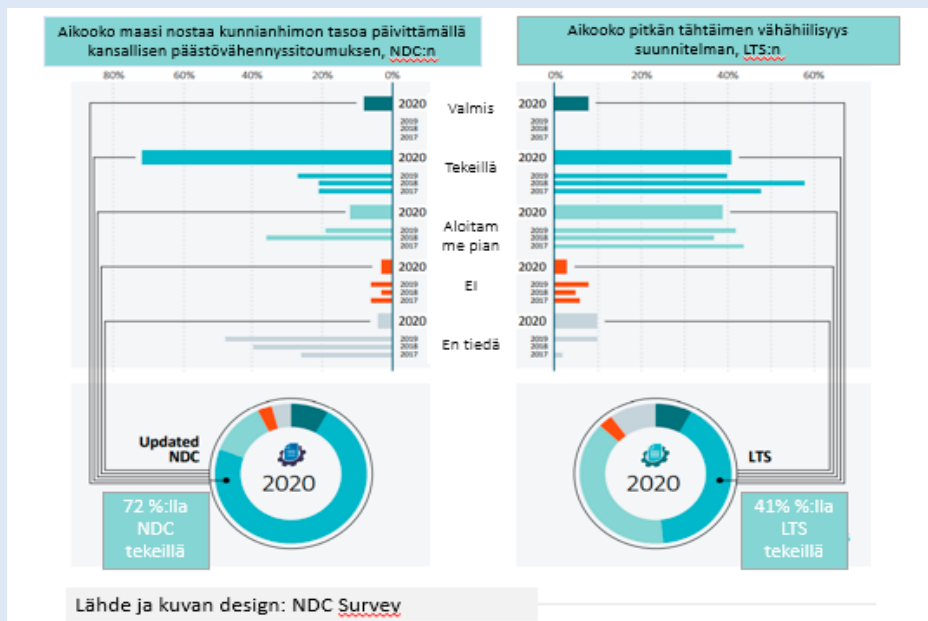
Ilmastotoimia odotetaan erityisesti niiltä mailta, joilla on suurimmat päästöt. Suurista päästäjistä ainakin EU, Yhdysvallat, Kiina, UK, Etelä-Korea ja Japani ovat tehneet hiilineutraalisuuslupauksia. Lisäksi jotkut maat kuten Yhdysvallat, EU ja Etelä-Korea ovat julkaisseet valtavia rahoituspaketteja, joilla ilmastomuutoksen torjuntatavoitteita on aikomus panna toimeen. Toisaalta suurimpien päästäjämaiden päästövähennykset eivät riitä, mikäli väkirikkaiden kehittyvien maiden, kuten Intia, Indonesia ja Vietnam, nopeaa talouskasvua ja niiden kansalaisten oikeutettuja hyvinvointitarpeita, kuten liikkuminen, valaistus, huoneviilennys ja kylmäketju, ei pystytä tyydyttämään saamatta päästöjen kasvua aisoihin.

Tätä kirjoitettaessa eletään vedenjakajalla, mutta selvää on, että ilmastomuutoksen torjunta etenee ja siihen liittyvä innovaatiotoiminta ja päästövähennysratkaisujen markkina on kasvamassa valtasiin mittasuhteisiin. Tilannekuva on tässä suhteessa merkittävästi optimistisempi kuin syksyllä 2020 ja paranee sitä mukaa kuin maat tekevät tiukentavia päivityksiä päästövähennyssitoumuksiinsa.

Maiden tekemät kansalliset Pariisin sopimuksen mukaiset tämänhetkiset päästövähennyssitoumukset (NDC't) riittävät vähentämään globaalipäästöjä vain puolella prosentilla, mikä ei riitä vielä pysäyttämään ilmaston lämpenemistä, koska ilmastokaasut viiptyvät pitkään ilmakehässä ja jatkavat kertymistään vielä päästötason tasaantuessakin. Ennen uusien kontribuutioiden julkaisemista oltiin vielä 2,9 asteen lämpenemisen uralla. Jotta päästäisiin edes 2 C-asteen enimmäislämpenemistavoitetta tarvitaan huomattavan nopeata päästöjen alasajoa. Toisaalta on vielä suuri joukko maita, mukaan lukien USA ja Kiina, jotka eivät ole päivittäneet kansallisia päästövähennyssitoumuksiaan eivätkä luoneet pitkän aikavälin matalahiilisyysstrategioitaan, vaikka ovatkin tehneet poliittisia julistuksia hiilineutraalisuustavoitteistaan (Kiina 2060 mennessä, USA 2050 mennessä).

Oheisesta kuvasta käy ilmi, että monella maalla NDCiden ja strategioiden laatiminen on käynnissä tai alkamassa (tilanne vuoden 2020 loppupuolella, (NDC 2020)). Kuluva vuoden aikana ennen seuraavaa ilmastosopimuksen osapuolten konferenssia tilannekuva selkenee sitä mukaa kun suuret päästäjät julkaisevat kansallisia sitoumuksiaan.

Kuvio L3.4.8. Vedenjakajalla: Pariisin sopimuksen mukaiset päästövähennystavoitteet ja pitkän aikavälin matalahiilisyysstrategiat ovat vielä monissa maissa työn alla. Ilmastonmuutoksen torjunnan markkinat ovat tähän asti olleet ennen kaikkea kehittyneimmissä maissa, mutta painopiste siirtyy vähitellen kohti kehittyvien maiden markkinoita. Kyselystä ja haastatteluista kävi ilmi yritysten kiinnostus näitä markkinoita kohtaan. Niiltä on saatavissa lisätilauksia suomalaisen yritysten ilmasto- ja ympäristöviennille ja sitä kautta myös uusia työpaikkoja.



4 Julkisen talouden rooli

4.1 Ilmastotavoitteisiin liittyvien julkisten investointien rooli työllisyyden näkökulmasta

Päästöjen vähentämiseen tähtäävä ilmastopolitiikka aiheuttaa muutoksia Suomen kansantalouden toimialarakenteessa ja työllisyydessä. Julkiset investoinnit ovat yksi vaikutuskanava, jonka kautta ilmastopolitiikka vaikuttaa työllisyyteen. Investointeja tarvitaan energiamurroksen toteutumisessa, ja ne voivat osaltaan helpottaa työllisyyspaineita siirtymävaiheen aikana.

Ilmasto- ja työllisyystavoitteiden yhteensovittamiseksi on olennaista tarkastella ilmastotavoitteita edistävien julkisten investointien työllisyysvaikutuksia. Julkiseksi investoinneiksi voidaan lukea valtion ja kuntien investoinnit sekä yksityisten yritysten ja kotitalouksien valtion subventoimat investoinnit, jotka kohdistuvat esimerkiksi uusiutuvan energian käyttöönottoon, julkiseen liikenteeseen sekä turpeen ja kivihiilen käytöstä luopumiseen.

Julkiset investoinnit ja niihin liittyvät rahoitusinstrumentit ovat osa valtion ja kuntien päättäjien työkalupakkia. Lisäksi monet energiahuollon laitokset ja verkot ovat julkisomisteisia. Kolmanneksi, yritykset ja kotitaloudet eivät välttämättä vielä pidä vähähiilisyttä edistäviä investointeja omalla kohdallaan kannattavina, koska päästöjen negatiivisia vaikutuksia ei ole täysin sisäistetty hintoihin. Siksi saatetaan tarvita julkista tukea, joka sysää tarvittavia investointeja liikkeelle. Kuitenkaan kaikissa vähähiilisyysinvestoinneissa ei tarvita julkista tukea, vaan uutta infrastruktuuria rakennetaan myös markkinaehtoisesti.

Ilmastonmuutoksen hillinnässä edellytetään nopeasti vaikuttavia investointeja, jotka toteutetaan pääosin nykyisillä tuotantorakenteilla ja osaamisella. Lyhyellä aikavälillä saavutettavien työllisyysvaikutusten edellytyksenä on se, että kotimaista osaavaa työvoimaa on nopeasti tarjolla. Tämän vuoksi on tärkeää tarkastella koko investoinnin toteuttamisessa vaadittujen tuotekohtaisten panosten ja toimialakohtaisen osaavan työvoiman saatavuutta.

4.1.1 Julkisten investointien talousvaikutusten arviointimenetelmä

Investoinneissa tarvitaan erilaisia koneita ja laitteita, niiden osia, raaka-aineita sekä asennus-, rakennus- ja viimeistelytyötä. Ilmastopolitiikkaan liittyvät investoinnit lisäävät tuotteiden kysyntää, jonka tyydyttämiseksi tarvitaan tuotantoa eri toimialoilta. Nämä ovat

investointien suoria vaikutuksia. Jotta toimialat pystyvät tuottamaan investoinnissa tarvittavat tuotteet ja palvelut, ne vastaavasti tarvitsevat tuotantopanoksia muilta toimialoilta. Näin investointikysyntä aiheuttaa taloudessa sykäyksen, joka etenee eri arvoketjuja pitkin läpi tuotantojärjestelmän. Näitä mallinnettuja vaikutuksia kutsutaan panos-tuotosanalyysissä investointien välilliseksi tai kerrannaisvaikutuksiksi.

Esimerkiksi kaukolämpöjärjestelmään kytkettävän syvän maalämpöyksikön rakentamiseksi tarvitaan pumppuja, kompressoreita ja muita laitteita, lämpökaivojen poraamista, lämmönkeruuputkistojen asentamista ja muita rakentamiseen liittyviä palveluita (mm. suunnittelua). Vastaavasti sähköautojen pikalatauspisteen rakentaminen edellyttää selvitys- ja suunnittelutyötä, sähkötöitä tarvikkeineen, maanrakennustöitä ja itse latauslaitteiston. Edellä mainitut tuotteet ja palvelut aikaansaavat niitä tarjoavissa yrityksissä suoria vaikutuksia ja muualla taloudessa välillisiä vaikutuksia.

Investointien vaikutuksia arvioidaan ensin tuotannon avulla. Tuotantoa mitataan euro-määräisenä tuotoksena. Investoinnin edellyttämä tuotantotoiminta muunnetaan arvioksi työvoiman tarpeesta toimialoittaisilla työpanoskertoimilla. Summaamalla toimialojen työvoimatarpeet yhteen saadaan arvio investoinnin työvoimatarpeesta koko kansantalouden tasolla.

Investointien vaatimien työvoimatarpeiden vertailu on mahdollista, kun investoinnit arvioidaan samalla menetelmällä ja yhtä arvokasta (esim. yhden milj. euron) investointia tarkastellen. Tässä raportissa investointien työvoimatarpeiden arvioinnissa hyödynnettiin Suomen ympäristökeskuksen yhteiskehittämää Suomen talouden panos-tuotosmalli ENVIMAT:ia. Mallissa on kuvattu talouden tuotantotoiminta toimialoineen (148) ja tuoteryhmiineen (229) (Savolainen ym. 2019a).

ENVIMAT-malli perustuu kansantalouden tilinpidon käyttö- ja tarjontataulukoihin. Kotimaisen ja ulkomaisen tuotannon käyttötaulukoiden kuvattu toimialojen kotimaisten ja ulkomaisten välituotteiden käyttö tuotantotoiminnassa, kun taas tarjonta kuvaa tuotteiden myyntiä muille toimialoille välituotteiksi. Tuotteiden kysyntä lopputuotteena sisältää yksityiset ja julkiset kulutusmenot, investoinnit sekä viennin ulkomaille. Tarkasteltavia investointeja koskevalla tiedonkeruulla hankitut tiedot investointihyödykkeistä kohdistetaan ENVIMAT-mallin 229 tuoteryhmälle, minkä jälkeen toimialojen välisten kytkennät sisältävän panos-tuotosaineiston avulla lasketaan kansantaloudessa välillisesti kerrannaisvaikutuksina syntyvät toimialoittaiset arviot investointien vaatimista työvoiman tarpeista. Tarkempi laskentakuvauks on nähtävissä Suomen Ilmastopaneelin vihreän elvytyksen raportin liitteessä 1 (Ollikainen ym., 2020).

Laskennassa keskityttiin selvittämään toimialoittaisia työvoiman tarpeita liittyen tarkasteltaviin investointeihin. Siten tuloksien ohella tulee tarkastella riittävän osaamisen omaavan

työvoiman saatavuutta toimialakohtaisesti. Toisin sanoen, panos-tuotosmallin tulokset osoittavat niitä kohtia toimialarakenteesta, joihin työvoiman koulutusta tulee kohdistaa ja tuotantoa kasvattaa, jotta mahdollisimman suuri osa identifioidusta työllisyyspotentiaalista todellisuudessa realisoituisi.

Tarkastelun rajoitteina tulee kuitenkin huomioida muutamia tekijöitä. Mallissa toimialoitaisen tuotantovaikutukset muunnetaan työvoiman tarpeeksi toimialoittaisilla työpanoskertoimilla. Toimialan tuotantorakenteen tai -teknologian muutokset voivat vaikuttaa toimialan tuotannon työvoimaintensiivisyyteen siten, että historiallisiin aineistoihin perustuvat työpanoskerroimet muuttuvat. Tässä raportissa julkiset investoinnit eivät syrjäytä muita mahdollisia investointeja eikä kasvavan kysynnän oleteta vaikuttavan tuotteiden hintoihin. Lopuksi, tuotteiden yhdistäminen tuoteryhmiin sekä kokonaisia tuoteryhmiä koskevat tuontiosuudet vaikuttavat tuloksiin.

4.1.2 Arvioidut julkiset investoinnit

Tässä raportissa julkisten investointien valikoima sisältää erilaisia investointeja liittyen liikenteeseen, rakennusten energiankulutukseen sekä energiahuoltoon. Julkinen sektori on usein kaukolämpöä tuottavien energiayhtiöiden omistaja, minkä vuoksi lämmöntuotantoon liittyvät investoinnit voidaan nähdä julkisina investointeina. Samoin sähköntuotannossa on olennaista luoda edellytykset tuotannoltaan vaihtelevien vähäpäästöisten teknologioiden sähköjärjestelmäintegraatioon. Toisin sanoen, energian varastoinnin ja kantaverkon vahvuuden merkitys on ratkaiseva hiilineutraaliuden tavoittelussa. Julkisen sektorin omistamiin kiinteistöihin voidaan tehdä lämmitystapamuutoksia, ja samoin tukea kotitalouksia energiaremonteissa, mikä osaltaan tukee Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategian toimeenpanoa. Liikenteen sähköistämisen tukeminen toteuttaa puolestaan fossiilittomaan liikenteeseen siirtymistä.

Tieliikenteen osalta tarkasteltiin eri tehoisien (enintään 11 kW, 11–50 kW ja yli 50 kW) sähköautojen latausasemien investointeja. Arviot tehtiin latausasematyyppittäin, koska laitteistojen tuontiosuudet vaihtelevat. Pienemmät latausasemavaihtoehdot koskevat asunto-osakeyhtiöitä, joiden investointeihin voidaan hakea Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen myöntämää (ARA) sähköautojen latausinfra-avustusta. Tuen saannin edellytyksenä on, että hanke sisältää vähintään viiden auton latausvalmiuden rakentamisen. Lähtökohtaisesti avustusta myönnetään enintään 35 % toteutuneista kustannuksista, mutta maksimiavustus nousee 50 %:iin, jos yli puolella latauspaikoista voidaan ladata vähintään 11 kW teholla. Suuritehoisten (vähintään 22 kW) latausjärjestelmien rakentamiseen voi hakea Energiaviraston liikenteen infrastruktuuritukea. Välittömästi tieliikenteeseen liittyvien latausasemainvestointien lisäksi tarkasteltiin myös välillisesti

henkilöautoliikenteeseen vaikuttavia pikaraitiotie-investointeja, joiden referenssitapauksena käytettiin Tampereen pikaraitiotiehankkeen kustannustietoja ilman kalustohankintaa.

Rakennusten energiankulutusinvestoinneissa eroteltiin lämmitystapojen vaihdokset sekä muut energiatehokkuuteen vaikuttavat remontit. Lämmitystapamuutoksissa keskityttiin öljylämmityksen korvaamiseen joko maalämpö- tai ilma-vesilämpöpumpulla. Pientalojen öljylämmityksen korvaamiseen on voinut hakea avustusta 1.9.2020 alkaen. Maalämpöön, ilma-vesilämpöpumpuun tai kaukolämpöön siirryttäessä avustuksen määrä on 4000 euroa, ja 2500 euroa, kun siirrytään muihin ei-fossiilisia polttoaineita käyttäviin lämmitysjärjestelmiin. Vuodelle 2020 myönnetty 28 miljoonan euron määrärahan lisäksi valtion talousarviossa on varattu vuodelle 2021 uusi 9,4 miljoonan euron määräraha. Avustuksen arvioidaan riittävän noin 10 000 kotitaloudelle, minkä jälkeen Suomeen jää edelleen yli 100 000 öljylämmitteistä pientaloa (Suomen virallinen tilasto, 2018). Lisäksi ARA myöntää energia-avustuksia asuinrakennusten energiatehokkuutta parantaviin korjaushankkeisiin vuosina 2020–2022. Energiatehokkuusremontteja arvioitiin esimerkkiomakotitalon kautta. 1950-luvulla rakennetun, noin 110 m²:n talon energiatehokkuusinvestointi sisälsi ikkunoiden vaihtamisen (60 % kustannuksista), ulkoseinien lisälämmöneristyksen (25 %) ja yläpohjan lisälämmöneristyksen (15 %). Kustannukset kerättiin vuoden 2020 Korjausrakentamisen kustannusoppaasta (Rakennustieto, 2020).

Energiahuollon osalta tarkasteltiin lämpölaitoksissa edellytetyjä kattilavaihtoja siirryttäessä turpeen käytöstä muihin kiinteisiin polttoaineisiin (mm. hake), syviä maalämpöratkaisuja kaukolämmön tuotannossa, aurinkosähköjärjestelmiä, sähkön varastointia pumppuvoimalalla sekä sähköjärjestelmän kantaverkon laajentamista ja vahvistamista. Turpeen käytöstä ei voida kaikissa nykyisissä kattilaratkaisuissa luopua kokonaisuudessaan, vaan kattiloihin vaaditaan lisäinvestointeja tai vanhat kattilat tulee korvata täysin uusilla (Soimakallio ym., 2020). Polttoon perustumattomista kaukolämpöratkaisuista geotermisen energian hyödyntäminen nähdään potentiaalisesti vaihtoehdoksi luovuttaessa turpeen ja kivihiilen käytöstä. Aurinkosähköjärjestelmien lukumäärä on kasvanut nopeasti viime vuosina. Järjestelmiä asennetaan myös julkisen sektorin rakennuksiin, mihin tukea myöntää Business Finland energiatuen muodossa. Kattilavaihtoja, syviä maalämpöratkaisuja ja aurinkosähköjärjestelmiä koskevat kustannusarviot on koostettu aiempien selvitysten tietojen pohjalta (Soimakallio ym., 2020; Savolainen ym., 2019b; Karhinen 2020).

Fossiilisten polttoaineiden käytöstä luopuminen edellyttää uusien toimintojen sähköistämistä. Esimerkiksi lämmöntuotannon ja teollisuusprosessien sähköistäminen vaatii suuria määriä uutta päästötöntä sähköntuotantoa, missä tuulivoiman rooli on keskeinen. Sähköverkkoinvestoinnit (Fingrid, 2019) ovat erityisen tärkeitä tuulivoimainvestointien sekä sektorirytkennän mahdollistamiseksi. Samoin tuulivoimatuotannon vaihtelevuuden tasaajana on keskeistä huolehtia säätökykyisen sähköntuotantokapasiteetin riittävyydestä. Energian varastointitekniologioista tarkastelemme pumppuvoimalainvestointia.

Kantaverkkoinvestointien kustannusjakauma perustuu Lappeenrannan teknillisen yliopiston diplomityöhön (Nevalainen, 2014), ja pumppuvoimalaa koskevat kustannustiedot saatiin Pyhäjärven kaupungin kehitysyhtiöltä.

Investointikohteiden tarkemmat kustannusjakaumat, kohdistaminen ENVIMAT-mallin tuoteryhmille ja tuoteryhmien kotimaisuusosuudet on esitetty liitteessä 2.

4.1.3 Julkisten investointien talousvaikutusten vertailu

Taulukossa 4.1.3.1 on esitetty arviot eri investointikohteiden työvoiman tarpeesta, investointien kotimaisuusasteesta sekä arvonlisäyksestä. Työllisyysnäkökulmasta työvoiman tarve kuvaa yhteenlaskettua työvoiman määrää, joka tarvitaan yhden miljoonan euron arvoisen investoinnin toteuttamiseksi. Investoinnin kotimaisuusaste osoittaa investoinnissa tarvittujen tuotteiden kotimaisuuden osuuden kaikista käytetyistä investointituotteista. Arvonlisä työvoiman tarvetta kohden kuvaa investointiin liittyvän työn tuottavuutta. Mitarit tarjoavat eri näkökulmista tietoa investointien yhteiskunnallisesta hyödyllisyydestä ja vaikuttavuudesta. Parasta olisi kohdistaa julkinen investointi yhteiskunnallisesti tuottavimpaan työhön. Investointituottavuus eli työn synnyttämä arvonlisä per työtunti on yksi keskeinen tekijä. Myös työllisyyden kasvattaminen on kansantalouden kannalta merkityksellistä niin kauan, kun työvoimaa on vapaana, ja investoinnit ovat hyödyllisimmillään silloin, kun kilpailua ei synny muiden vaihtoehtoisten työllistämiskohteiden kanssa. Kotimaisuusaste kertoo puolestaan, paitsi työvoiman tarpeesta, myös siitä, kuinka paljon julkisesta rahasta jää Suomeen arvonlisäksi ja palautuu valtiolle mm. verotuloina.

Liikennesektorin investoinneista työvoiman kysynnänluonnin kannalta paras vaihtoehto on pikaraitiotiet, joiden rakentaminen vaatii lähes 11 työllisen työpanoksen investoitua miljoonaa euroa kohden. Pikaraitiotieiden investoinnissa muodostuvat tuoteketjut voidaan tyydyttää lähes täysin kotimaisella tuotannolla. Sähköautojen latausasemien kotimaisuusaste ja siten työvoiman tarve laskee lataustehon kasvaessa. Toisin sanoen, suurteholatureiden komponenteista suurempi osa on tuontituotteita.

Rakennusten energiankulutukseen liittyvien investointien osalta työvoiman tarvetta määrittää pitkälti asennustyön osuus hankinnassa sekä lämpöpumppujen valmistusmaa. Sekä maa- että ilma-vesilämpöpumput valmistetaan valtaosin Suomen ulkopuolella. Maalämpöpumppuinvestointeihin liittyvä työvoiman tarve on kuitenkin suurempi, koska samansuuruisessa investoinnissa asennustyön ja lämpökaivojen (tai maapiirien) poraustyö (kaivuu) hankitaan kotimaasta. Ilma-vesilämpöpumppuinvestoinneissa työvoiman tarve on pienempi, koska käyttöön saattamisessa ei edellytetä lämpökaivojen poraus- tai kaivuu- töitä. Omakotitalon energiatehokkuusremonteissa asennustöiden osuus ja tarvikkeiden

kotimaisuusosuus ovat sen sijaan korkeita, minkä vuoksi niiden työvoiman tarve on suurin rakennusten energiankulutukseen liittyvistä toimenpiteistä.

Taulukko 4.1.3.1. Tarkasteltujen julkisten investointien työllisyys- ja arvonlisävaikutusten sekä investoinnin kotimaisuusasteiden vertailu.

Sektori	Investointikohde	Työllistä / 1 M€ inves- tointi	Investoinnin kotimaisuus- aste	Arvonlisäys (1 000 € / työllinen)
Liikenne	Enintään 11 kW latausasema	9,7	79 %	63,4
	11–50 kW latausasema	7,0	59 %	64,4
	Yli 50 kW latausasema	5,4	46 %	64,0
	Pikaraitiotiet	10,9	98 %	66,8
Rakennukset	Öljystä maalämpöpumppuun	8,9	76 %	62,2
	Öljystä ilmavesilämpöpump- puun	6,8	59 %	63,0
	Omakotitalon laaja energiate- hokkuusremontti	9,0	82 %	67,0
Energia- huolto	Lämpölaitoksen kattilavaihto	8,8	81 %	67,8
	Syvää maalämpöä hyödyntävä kaukolämpöratkaisu	8,4	77 %	65,7
	Aurinkosähköjärjestelmät	5,9	54 %	68,1
	Energian varastointi: pumppu- voimalat	6,0	57 %	66,1
	Sähköjärjestelmän kantaverkon kehittäminen	8,4	79 %	66,5

Aurinkosähköjärjestelmien laitteistoista miltei 100 % valmistetaan Suomen ulkopuolella. Sen sijaan järjestelmien asennus- ja rakennustyöt voidaan hankkia Suomesta, mutta niiden osuuden ollessa investoinnista noin 48 %, myös työllistyvyys on energiahuollon toimenpiteistä heikoin. Toisessa ääripäässä lämpölaitoksien kattilavaihtojen aikaansaama työvoiman tarve on suurin. Lisäksi maalämpöratkaisut ja kantaverkon kehittäminen voidaan nähdä kotimaista työllisyyttä tehokkaasti tukevin toimenpiteinä. Energian varastoinnin esimerkkinä käytetyn pumppuvoimalainvestoinnin kotimaisen työvoiman tarve on matala, sillä investointihyödykkeistä vain vajaat 60 % voidaan hankkia Suomesta.

Taulukko 4.1.3.2. Investointien työvoimatarpeen kohdistuminen eri toimialoille.

Toimialaryhmä / Investointi-kohde	Metsätalous	Puuteollisuus	Rakennusaine-teollisuus	Konepaja- & metallituoteollisuus	Elektronikka- ja sähköteollisuus	Rakentaminen	Kauppa	Kuljetus ja varastointi	Liike-elämän palvelut	Muut toimialat
Enintään 11 kW latausasema	1 %	3 %	2 %	5 %	2 %	49 %	10 %	3 %	18 %	8 %
11–50 kW lataus-asema	1 %	2 %	2 %	4 %	1 %	45 %	16 %	4 %	17 %	8 %
Yli 50 kW lataus-asema	1 %	1 %	2 %	4 %	1 %	39 %	24 %	4 %	16 %	9 %
Pikaraitiotiet	1 %	1 %	3 %	5 %	1 %	63 %	5 %	4 %	11 %	7 %
Maalämpöpumput	1 %	3 %	2 %	6 %	1 %	53 %	13 %	4 %	11 %	7 %
Ilmavesilämpöpumput	1 %	2 %	2 %	8 %	1 %	43 %	20 %	4 %	11 %	8 %
Energiätehokkuusremontit	7 %	30 %	6 %	3 %	0 %	20 %	7 %	6 %	10 %	11 %
Kattilavaihdot	1 %	1 %	2 %	12 %	2 %	40 %	14 %	4 %	15 %	10 %
Syvä maalämpö	1 %	3 %	2 %	22 %	1 %	43 %	7 %	3 %	11 %	7 %
Aurinkovoimalat	1 %	1 %	3 %	5 %	2 %	62 %	4 %	4 %	12 %	8 %
Pumppuvoimala	1 %	2 %	8 %	11 %	5 %	45 %	6 %	5 %	10 %	8 %
Kantaverkon kehittäminen	1 %	1 %	2 %	16 %	5 %	45 %	6 %	4 %	13 %	8 %

Arvonlisäyksen kannalta parhaimpina vaihtoehtoina nähdään aurinkosähköjärjestelmät, lämpölaitoksien kattilavaihdot sekä omakotitalojen laajat energiatehokkuusremontit. Sen sijaan perinteisempää sähköasennustyötä vaativat lämpöpumppujen sekä latausasemien asennustyöt ovat arvonlisäyksen kannalta heikoimpia vaihtoehtoja. Toisaalta arvonlisävaikutuksiltaan kaikki tarkastellut toimenpiteet ovat suhteellisen samankaltaisia, kun taas työvoiman tarpeessa havaitaan merkittävästi suurempia eroja.

Taulukkoon 4.1.3.2 on kerätty investointien työvoiman tarpeen kohdistuminen eri toimialaryhmille. Suurin työvoiman tarve ilmenee toimialoilla, joille kohdistuu investointien suora vaikutus. Nämä toimialat tarjoavat investoinnin toteuttamisessa tarvittavia tavaroita ja palveluita, esimerkiksi rakentaminen, liike-elämän palvelut (esim. suunnittelu) ja konepaja- ja metallituoteteollisuus. Välillistä työvoiman tarvetta ilmenee toimialoilla, jotka ovat voimakkaasti kytkeytyneitä edellä mainittuihin toimialoihin. Näitä ovat kauppa, kuljetus ja varastointi sekä rakennusaineteollisuus.

Työvoiman tarpeen jakautuminen eri toimialoille riippuu investoinnin sisällöstä ja kustannusten jakautumisesta. Esimerkiksi sähköautojen latauspisteiden rakentamisessa konepaja- ja metallituoteteollisuuden rooli on vähäisempi kuin vaikkapa energiahuoltosektorin investoinneissa. Vastaavasti energiatehokkuusremonttien hankintaketjussa puuteollisuuden ja metsätalouden työvoiman tarve on suurempaa kuin missään muussa investointikohteessa ikkunoiden ja puupohjaisten eristeiden kysynnän vuoksi.

4.2 Ilmastopolitiikkaan kytkeytyvien positiivisten työllisyysvaikutusten toteuttaminen politiikkatoimin

Ilmastopolitiikan työllisyysvaikutukset eivät rajoitu sääntelyn kohteena oleviin sektoreihin, vaan vaikutukset muihin sektoreihin ovat vähintään yhtä merkittäviä (Hafstead ym., 2018; Hafstead ja Williams, 2018; Hafstead ja Williams, 2020). Vaikutukset muihin sektoreihin voivat olla positiivisia (esim. kysyntä kohdistuu uudelleen vähemmän ilmastoa kuormittaviin sektoreihin) tai negatiivisia (energian hinnan nousu vähentää työllisyyttä energiaintensiivisessä tuotannossa).

Ilmastopolitiikan työmarkkinavaikutukset näkyvät erityisesti työvoiman uudelleenallokaatiossa eri sektoreiden (tai ammattien) välillä ja vähemmän työvoiman kokonaiskysynnässä, kuten mallinnuksemme osoittaa. Uudelleenallokaatio ei ole kitkaton prosessi, sillä työntekijät ovat osaamiseltaan heterogeenisiä ja uuden työn löytäminen vie aikaa. Työpaikkansa menettävät henkilöt eivät siis heti löydä uutta työpaikkaa ja voivat joutua tyytymään aiempaa alhaisempiin ansioihin, jos heidän osaamiselleen ei ole markkinoilla enää samanlaista kysyntää kuin ennen. Positiivisten työllisyysvaikutusten edistämiseksi tulee siis kiinnittää huomiota työvoiman uudelleenallokaation sujuvoittamiseen. Tähän liittyvät toimenpiteet eivät ole suoraan sidoksissa ilmastopolitiikkaan, mistä johtuen kirjallisuudessa ei ole nimenomaan ilmastopolitiikkaan liittyviä toimenpiteitä, jotka tähtäisivät uudelleenallokaation sujuvoittamiseen (ks esim. Hafstead ja Williams, 2020). Tästä syystä myös tässä tarkastelu on yleisemmällä tasolla. Seuraavaksi tarkastelemme lyhyesti työpaikkojen uudelleenallokaatiota Suomessa. Tämä tarkastelu tarjoaa lähtökohdan politikavaihtoehtojen miettimiseksi.

4.2.1 Työvoiman uudelleenallokaatio on jatkuvaa

Työpaikkavirrat ovat Suomessa voimakkaita. Keskimäärin noin 12 prosenttia työpaikosta tuhoutuu vuosittain ja vastaava määrä työpaikkoja syntyy (Kauhanen ym., 2015; Kauhanen, 2019). Suomen yrityssektorilla on noin 1850 000 työpaikkaa, joten vuodessa syntyy ja tuhoutuu noin 222 000 työpaikkaa. Henkilövirrat ovat vielä tätäkin suurempia. Suomessa noin neljännes työsuhteista päättyy vuosittain ja saman verran syntyy uusia työsuhteita (Kauhanen ym., 2015). Myös työn luonne muuttuu jatkuvasti. Uudet työpaikat ja työsuhteet ovat tyypillisesti ominaisuuksiltaan erilaisia kuin vanhat (esim. Davis ja Haltiwanger, 1990; Davis ym., 1998). Tämä näkyy esimerkiksi ammattirakenteiden muutoksena, mikä on ollut Suomessa sangen kiivasta Suomessa 2000-luvulla.¹⁸ Kasvavia ammattiluokkia ovat olleet johtajat, erityisasiantuntijat, asiantuntijat sekä palvelu- ja myyntityöntekijät. Supistuvia ammattiluokkia ovat puolestaan olleet toimisto- ja asiakaspalvelutyöntekijät, ja erilaiset teollisuuden ja rakentamisen työntekijäammattit. Ammattirakenteiden muutos onkin ollut yksi tutkituimmista aiheista työn taloustieteen piirissä viime vuosina (ks esim. Autor ym., 2003; Acemoglu ja Autor, 2011; Asplund ym., 2012).

Dynaamisilla työmarkkinoilla syntyy ja tuhoutuu yhtä aikaa merkittävä määrä työpaikkoja. Työmarkkinoiden dynamiikka vaikuttaa tuottavuuskehitykseen, sillä se on edellytys tuottavuutta parantavalle rakennemuutokselle. Useat tutkimukset osoittavat, että työvoiman uudelleenkohdentuminen tuottavampiin yrityksiin on merkittävässä roolissa tuottavuuden kasvussa (Bartelsman ym., 2013; Hyytinen ja Maliranta, 2013).

Työmarkkinodynamiikalla on myös merkitystä tuottavuudelle yksilötasolla: dynaamisilla työmarkkinoilla on helpompi edetä uusiin tehtäviin, tehdä uravaihdoksia ja muuttaa työn perässä. Nämä ovat keinoja, joilla yksilöt pystyvät parantamaan omaa työmarkkina-asemaansa ja tuottavuuttaan. Toisaalta yksilötasolla dynaamisilla työmarkkinoilla on myös varjopuolensa: työpaikan menettäminen voi johtaa suuriin ja pitkäaikaisiin tulon menetyksiin, erityisesti jos henkilön osaaminen on ollut kapeaa ja sidoksissa aiempaan työpaikkaan. Kuitenkin jos henkilön osaaminen on helposti siirrettävissä esimerkiksi toisiin ammattiteihin, jäävät työttömyysjaksot dynaamisilla työmarkkinoilla lyhyeksi.

4.2.2 Ilmastopolitiikka ja uudelleenallokaatio

Suomalaisia (ja muiden kehittyneiden maiden) työmarkkinoita luonnehtii siis jatkuva voimakas työvoiman uudelleenallokaatio. Työvoima kohdistuu uudelleen sektoreiden, ammattien ja yritysten välillä. Ilmastopolitiikka saattaa kiihdyttää tätä prosessia. Ilmastopolitiikan aiheuttamaan uudelleenallokaatioon liittyvät kustannukset riippuvat olennaisesti

¹⁸ Esimerkkejä kirjallisuudesta ovat Maliranta (2010); Asplund ym. (2011); Asplund ym. (2012).

siitä pienentykö työvoiman määrä säännellyllä sektorilla rekrytointien vähenemisen vai irtisanomisten kautta. Työpaikkavirrat ovat niin suuria, että merkittävätkin nettotyöllisyysmuutokset ovat saavutettavissa normaalin työmarkkinadynamiikan avulla. Työvoiman määrän vähentäminen tietyllä sektorilla on siis periaatteessa mahdollista toteuttaa pelkätään rekrytointeja vähentämällä.

Työmarkkinoiden näkökulmasta edellä tarkastellut kokonaistasapainomallinnuksella mallinnetut muutokset työvoiman liikkeissä ovat hyvin maltillisia suhteessa työmarkkinoiden kokonaisdynamiikkaan.

Selvästi suurimmaksi huolenaiheeksi ilmastopolitiikan suhteen nousi edellä esitellyissä haastattelututkimuksissa ilmastopolitiikan ennakoimattomuus ja epäjohtonmukaisuus. Periaatteessa siis kunnianhimoisetkaan toimet eivät tuntuneet huolestuttavan, mikäli suunta on selvä ja siirtymäaika riittävän pitkä. Sen sijaan irtisanomisista aiheutuvat yhteiskunnalliset kustannukset olisivat todennäköisesti suurempia.

Toisaalta irtisanomisia ei voida välttää kokonaan, sillä yritysten työllisyyspäätöksiin liittyy tiettyä epäjatkuvuutta: jossain vaiheessa toimipaikan henkilöstömäärää ei voida vähentää, vaan toimipaikka on kannattavampaa sulkea kokonaan.

Sopeutumista voidaan siis edistää sillä, että sääntelytoimenpiteistä tiedotetaan hyvissä ajoin ennen niiden toimeenpanoa, jotta työvoiman määrää voidaan sopeuttaa rekrytointeja vähentämällä eikä sitä tarvitse tehdä irtisanomisia lisäämällä. Myös toimenpiteiden asteittaisella toteuttamisella voidaan pyrkiä tähän samaan tavoitteeseen.

Lyhyellä aikavälillä ilmastopolitiikka vaikuttaa myös työllisyyden tasoon, sillä työvoiman uudelleenallokaatio ei ole kitkaton prosessi (Hafstead ja Williams, 2020). Ilmastopolitiikan vaikutukset työllisyyteen ovat lyhyellä aikavälillä sitä pienempiä mitä pienempiä etsintäkitkat ovat (eli mitä helpompaa on siirtyä uuteen työhön) ja mitä joustavampia palkat ovat (sääntelyn lisääntyminen vähentää työn kysyntää koko talouden tasolla, mutta vaikutus on pienempi jos palkat sopeutuvat alaspäin).

Positiivisten työllisyysvaikutusten edistämiseksi etsintäkitkoja tulisi vähentää, eli uudelleenallokaatiota tulisi helpottaa. Tässä haasteena on se, että olemassa olevat tutkimukset eivät kerro mitään siitä, miten ilmastopolitiikka vaikuttaa eri työntekijäryhmiin (ikä, ammatti, työkokemus, ym.). On kuitenkin olemassa laaja kirjallisuus, joka tutkii työpaikkansa menettäneiden uudelleentyöllistymistä ja tästä kirjallisuudesta saadaan viitteitä ilmastopolitiikan mahdollisista vaikutuksista työvoiman uudelleenallokaatioon.

Työpaikan menettäneitä koskeva kirjallisuus on osoittanut, että massairtisanomisissa työpaikkansa menettäneet ovat vielä yli kymmenen vuoden jälkeen vertailuryhmää

heikommissa työmarkkina-asemassa (tuloilla ja työllisyydellä mitattuna) (esim. Carrington ja Fallick, 2017). Erityisen suuria tulomenetykset ovat henkilöille, jotka ovat olleet pitkään samassa yrityksessä töissä ja heille, joilla on pitkä työura takanaan.

Nykyiset taloustieteelliset mallit eivät pysty selittämään näin merkittäviä työpaikan menettämiseen liittyviä tulo- ja työllisyystappioita (Davis ja von Wachter, 2011). Etsintäkitkat työmarkkinoilla ovat todellisuudessa merkittävämpiä, kuin mitä työmarkkinoita kuvaavat etsintä- ja satunnaiskohtaamismallit pystyvät tuottamaan.

Todennäköisesti selitys löytyy siitä, että työntekijöiden taidot ovat osin sidottuja tiettyyn ammattiin, toimialaan, tai tehtäviin. Tämä tarkoittaa sitä, että on vaikeaa löytää uutta työtä, jossa työntekijä pystyisi hyödyntämään osaamistaan täysimääräisesti.

Tuore suomalainen tutkimus on osoittanut, että työpaikkansa menettäneiden työmarkkinamenestys riippuu olennaisesti heidän työtehtävien sisällöstä: ns. rutiinitehtäviä tehneet työllistyvät huomattavasti nopeammin ja kokevat suurempia tulomenetyksiä kuin sellaiset työntekijät, joiden työtehtävissä on ollut paljon sosiaalisia tehtäviä (Kauhanen ja Riukula, 2019). Todennäköinen selitys tälle on se, että rutiinitehtäville on yhä vähemmän kysyntää työmarkkinoilla, kun taas sosiaalisten tehtävien merkitys kasvaa koko ajan.

Toisaalta sama tutkimus osoittaa, että pääkaupunkiseudulla työpaikan menettämisestä ei juuri aiheudu työllisyys- tai tulotappioita. Tämä johtuu siitä, että pääkaupunkiseudun työmarkkinoilla on helppoa löytää uusi työnantaja, joka arvostaa työntekijän osaamista samalla tavalla kuin aiempi työnantaja.

Työnantajan tarjoaman koulutuksen vaikutuksesta työntekijöiden myöhempään urakehitykseen on vain vähän tutkimusta. Hollantilainen tutkimus osoittaa, että työnantajan tarjoama koulutus parantaa työntekijöiden työllisyyttä esimerkiksi työpaikan menettämisen jälkeen (Picchio ja van Ours, 2013). Toisaalta heidän tuloksensa osoittavat, että koulutuksen vaikutukset heikkenevät muutamassa vuodessa, joten koulutuksen tulisi olla jatkuvaa, jotta se edistäisi työllisyyttä.

Työvoiman uudelleenallokaation tehokkuus riippuu siis merkittäväällä tavalla työmarkkinoiden dynaamisuudesta ja työntekijöiden osaamisesta. Suurimmat haasteet uudelleenlokaatiolle ovat työmarkkina, joilla tietyille osaamiselle on vain vähän kysyntää sekä työntekijöiden heikosti siirrettävissä oleva osaaminen.

4.2.3 Poliittikamahdollisuuksia¹⁹

Ilmastopolitiikan aiheuttama työvoiman uudelleenallokaation lisääntyminen ei ole kovin suurta suhteessa työmarkkinoilla muutenkin esiintyvään uudelleenallokaatioon. Tästä huolimatta poliittikkatoimenpiteille voi olla tarvetta, koska uudelleenallokaatio ei ole kitkaton prosessi. Ilmastopolitiikan positiivisten työllisyysvaikutusten toteutumista voidaan edistää parantamalla työntekijöiden alueellista-, ammatillista- ja toimialoittaista liikkuvuutta. Liikkuvuutta voidaan parantaa kehittämällä jo olemassa olevia poliittikkainstrumentteja ja tukemalla työmarkkinoiden dynaamisuutta.

Alueellista liikkuvuutta voidaan parantaa liikkuvuusavustuksella. Suomessa onkin jo käytössä liikkuvuusavustus, jonka tarkoitus on auttaa työttömiä muuttamaan työn perässä tai helpottaa pitkistä työmatkoista aiheutuvia kustannuksia. Avustusta on kuitenkin vielä käytetty melko vähän, osin sen huonosta tunnettuudesta johtuen. Saksalainen tutkimus on osoittanut tämän kaltaisen avustuksen parantavan työttömien uusien työsuhteiden laatua palkalla tai sen kestolla mitattuna (Caliendo ym., 2017). Liikkuvuusavustuksen kehittämistä Suomessa on syytä harkita.

Ammatillista liikkuvuutta voidaan edistää aktiivisen työvoimapolitiikan keinoin. Tässä keskeisiä instrumentteja ovat työvoimapolitiittinen koulutus ja työnhaun tuki.

Työvoimapolitiittinen koulutus on aktiivisen työvoimapolitiikan työkalu, joka lisää siihen osallistuneiden työllisyyttä pitkällä aikavälillä (Kauhanen, 2020). Lyhyellä aikavälillä sillä on kuitenkin merkittävä lukitusvaikutus, eli siihen osallistuvat työllistyvät vertailuryhmää heikommin koulutuksen aikana (Wunsch, 2016). Työvoimapolitiittinen koulutus tulisi suunnata heikossa työmarkkina-asemassa oleville ja koulutusten keston tulisi olla rajattu, koska tällöin lukitusvaikutus on mahdollisimman pieni (Wunsch, 2016).

Tässä yhteydessä tämä tarkoittaa sitä, että työvoimapolitiittisen koulutuksen resurssit tulisi suunnata heille, joiden uudelleentyöllistymismahdollisuuksien arvioidaan olevan heikoimmat. Tulos heijastelee ilmastopolitiikan vaikutuksia koskevissa haastatteluissa nostettuja huolia koulutustoimenpiteiden kohdistamisesta ainoastaan jo valmiiksi hyvässä asemassa oleville.

Tässä yhteydessä tilastolliset päätössäännöt olisivat hyödyllisiä (näitä käsitellään tarkemmin jäljempänä). Työvoimapolitiittinen koulutus aiheuttaa kuitenkin myös sivuvaikutuksia, sillä tutkimukset ovat osoittaneet muiden työnhakijoiden työllistymisen riippuvan

19 Tämän osion aktiivista työvoimapolitiikkaa koskevat osat pohjautuvat kirjoitukseen Kauhanen (2020).

negatiivisesti samalla työmarkkina-alueella työvoimapolitiittiseen koulutukseen osallistuneiden osuudesta.

Tutkimukset ovat myös osoittaneet, että työnantajan tarjoama koulutus edistää työntekijöiden työllisyyttä myös työpaikan menettämisen jälkeen (Picchio ja van Ours, 2013). Työnantajien tarjoaman koulutuksen lisääminen voisi siis olla yksi keino sopeutua työmarkkinoiden rakennemuutokseen. Tässä yhteiskunnan tuki lienee perusteltua, sillä koulutuksesta hyötyvät myös muut osapuolet kuin sitä tarjoava yritys.

Työnhaun tuki on yksi keskeisistä aktiivisen työvoimapolitiikan toimista, joilla voidaan edistää työvoiman uudelleenallokaatiota. Työnhaun tuki parantaa siihen osallistuneiden työllisyyttä vertailuryhmään nähden lyhyellä aikavälillä (Kauhanen, 2020). On kuitenkin luotettava näyttöä siitä, että työnhaun tuella on merkittäviä substituutiovaikutuksia, eli se vaikuttaa pääosin siihen ketkä työllistyvät, eikä työllisyyden kokonaistasoon (Crépon ym., 2013; Cheung ym., 2019).

Ilmastopolitiikan työmarkkinavaikutusten kannalta mielenkiintoista on se, että työnhaun tukea voidaan kehittää siten, että tukee työvoiman uudelleenallokaatiota. Belot ym. (2019) kehittävät edullisen ja automatisoidun ammatillisen neuvonnan työkalun, joka käyttää Iso-Britannian työ- ja eläke ministeriön virallisen työnhakupalvelun (Universal Jobmatch) avoimia työpaikkoja. Työkalu ehdottaa työnhakijalle ammatteja, joihin vastaavat työnhakijat ovat työllistyneet ja joihin osaaminen on helposti siirrettävissä. Työkalu havainnollistaa myös, missä markkinat ovat työnhakijalle suotuisat pohjautuen olemassa oleviin työmarkkinatilastoihin siitä, missä ammateissa on eniten avoimia työpaikkoja suhteessa työttömien määrään. Työkalun avulla voidaan tarjota työnhakijalle edullisesti yksilöllistä ohjausta hänen osaamisellensa sopivista työpaikoista, joissa on lisäksi suotuisat markkinat.

Tulokset osoittavat, että vaihtoehtoista käyttöliittymää käyttävät työnhakijat hakevat laajempaa kirjoa työpaikkoja ja saavat useammin kutsun työhaastatteluun. Belot ym. (2019) keräävät tietoa myös työkalun ulkopuolisesta työnhausta ja niiden kautta saaduista työhaastattelukutsuista. Tulokset osoittavat, että vaikuttaa positiivisesti myös työkalun ulkopuoliseen työnhakuun. Työkalun vaikutukset ovat erityisen suuria pidempään työttöminä olleille ja heille, jotka muutoin hakisivat työpaikkoja hyvin kapea-alaisesti. Vastaavanlaista järjestelmää ovat ehdottaneet myös Busk ym. (2020).

Ylipäätään aktiivisen työvoimapolitiikan toteuttamista voidaan tehostaa tilastollisia päätössääntöjä hyödyntämällä. Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että työvoimapolitiikan kohdentaminen tilastollisilla päätössäännöillä johtaisi korkeampaan työllisyyteen kuin työvoimatoimistojen virkailijoiden harkintaan perustuva kohdentaminen (Boolens ym., 2020; Knaus ym., 2020). Perinteisesti on ajateltu, että aktiivisen työvoimapolitiikan vaikuttavuus muodostuu osin siitä, että virkailijat valitsevat toimenpiteisiin ne

henkilöt, jolle arvioivat toimenpiteistä olevan enemmän hyötyä (selektiivisyys). Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että virkailijat eivät onnistu tässä kovin hyvin. Käytännössä tilastollisten päätössääntöjen käyttö tarkoittaa sitä, että kullekin työttömälle ennustetaan tilastollisen mallin avulla hänelle parhaiten sopiva toimenpide (tai toimenpidekokonaisuus). Tilastollisten päätössääntöjen käyttö edellyttää kuitenkin viimeaikaisten tilastollisten menetelmien käyttöä sekä rikasta ja tarkkaa tilastoaineistoa. Merkittävä haaste on myös niiden käytön käytännön implementointi työvoimatoimistoissa.

Ilmastopolitiikkaan kytkeytyvien positiivisten työllisyysvaikutusten toteutuminen edellyttää dynaamisia työmarkkinoita, joten politiikan tulisi tukea työmarkkinadynamiikkaa. Davis ja Haltiwanger (2014) argumentoivat, että työmarkkinat, jotka ovat dynaamiset siinä mielessä, että niillä syntyy ja tuhoutuu työpaikkoja ovat edellytys korkealle työllisyysasteelle.

Politiikkatoimista, joilla voidaan vaikuttaa työmarkkinoiden dynaamisuuteen Davis ja Haltiwanger (2014) nostavat esille mm. irtisanomissuojan. Kireämpi irtisanomissuoja vähentää työpaikkojen syntymistä ja tuhoutumista (Haltiwanger ym., 2014), vaikkakaan se ei vaikuta työllisyysasteeseen. Toinen työmarkkinoiden dynaamisuutta vähentävä tekijä on kilpailukieltosopimukset (Fallick ym., 2006; Marx ym., 2009). Kilpailukieltosopimuksilla rajoitetaan työntekijän mahdollisuuksia siirtyä toisen työntekijän palvelukseen tai harjoittaa kilpailevaa toimintaa omaan lukuun. Suomessakin on viime aikoina kiinnitetty huomiota kilpailukieltosopimukseen liittyviin ongelmiin (Ahtela, 2018). Kilpailukieltosopimuksille on oma tarpeensa, mutta niiden käytön tulee olla rajoitettua. Suomessa tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että lainsäädäntö on asianmukainen, mutta käytännössä kilpailukieltoja käytetään lainsäädännön hengen vastaisesti (Ahtela, 2018).

4.2.4 Havainnot työmarkkinatoimista kootusti

Suomalaisia (ja muiden kehittyneiden maiden) työmarkkinoita luonnehtii jatkuva voimakas työvoiman uudelleenallokaatio. Työvoima kohdistuu uudelleen sektoreiden, ammattien ja yritysten välillä. Ilmastopolitiikka saattaa kiihdyttää tätä prosessia.

Ilmastopolitiikan aiheuttamaan uudelleenallokaatioon liittyvät kustannukset riippuvat olennaisesti siitä pienentykö työvoiman määrä säännellyllä sektorilla rekrytointien vähenemisen vai irtisanomisten kautta. Työpaikkavirrat ovat niin suuria, että merkittävätkin nettotyöllisyysmuutokset ovat saavutettavissa normaalin työmarkkinadynamiikan avulla. Työvoiman määrän vähentäminen tietyllä sektorilla on siis periaatteessa mahdollista toteuttaa pelkästään rekrytointeja vähentämällä.

Irtisanomisista aiheutuvat yhteiskunnalliset kustannukset olisivat todennäköisesti suurempia. Toisaalta irtisanomisia ei voida välttää kokonaan, sillä yritysten työllisyyspäätöksiin liittyy tiettyä epäjatkuvuutta: jossain vaiheessa toimipaikan henkilöstömäärää ei voida vähentää, vaan toimipaikka on kannattavampaa sulkea kokonaan.

Ilmastopolitiikkaan liittyvien positiivisten työllisyysvaikutusten edistämiseksi tulee kiinnittää huomiota työvoiman uudelleenallokaation sujuvoittamiseen. Tähän voidaan pyrkiä useilla työmarkkinoiden murroksia koskevan kirjallisuuden jo viitoittamilla tavoilla.

Sääntelytoimenpiteistä tulisi tiedottaa hyvissä ajoin ennen niiden toimeenpanoa, jotta työvoiman määrää voidaan sopeuttaa enemmänkin rekrytointeja vähentämällä eikä irtisanomisia lisäämällä. Myös toimenpiteiden asteittaisella toimeenpanolla voidaan pyrkiä samaan tavoitteeseen. Samalla alueellista liikkuvuutta voidaan edistää kehittämällä liikkuvuusavustusta, jos ja kun ilmastopolitiikka synnyttää paineita työvoiman liikkeelle.

Ilmastopolitiikan synnyttämän osaamistarpeen muutoksen tukemiseksi voidaan tarvita työvoimapolitiittista koulutusta. Vaikuttavuutta koskevan kirjallisuuden valossa koulutus tulisi suunnata heikoimmat työllistymismahdollisuudet omaaville ja koulutusten tulisi olla mahdollisimman lyhyitä. Työnhaun tuessa tulisi hyödyntää automatisoituja ammatillisen neuvonnan työkaluja. Tällaista on kokeiltu Iso-Britanniassa hyvin tuloksin. Aktiivisen työvoimapolitiikan toimenpiteiden kohdentamisessa tulisi hyödyntää tilastollisia päätössääntöjä. Näiden avulla toimenpiteet voidaan kohdistaa parhaiten työllistymistä edistävällä tavalla.

Työmarkkinoiden dynaamisuudesta on huolehdittava. Tähän voidaan vaikuttaa mm. irtisanomissuojaa ja kilpailukieltosopimuksia koskevalla sääntelyllä.

Julkiset, ilmastopolitiikkaa toteuttavat investoinnit voivat ylläpitää työllisyyttä siirtymävaiheessa. Niiden kohdistamisessa tärkeää on keskittyä toimenpiteisiin, jotka voidaan toteuttaa nykyisellä tuotantorakenteella ja työvoiman osaamistasolla.

5 Johtopäätökset ja politiikkasuositukset

5.1 Johtopäätökset kootusti ja keskustelua

VITO Vihreät toimet -hankkeessa muodostunut näkemys ilmasto- ja työllisyyspolitiikan kytköksistä voidaan tiivistää seuraavasti.

Mallinnuksen perusteella ilmastopolitiikalla on pitkällä tähtäimellä vähäisiä vaikutuksia työllisyyteen

Hankkeessa tarkasteltiin ilmastopolitiikan työllisyyteen vaikuttavia mekanismeja ja vaikutuskanavia kansainvälisen kaupan kokonaistasapainomallilaskelmiin (GTAP) ja aikaisempaan kirjallisuuteen perustuen. Mallinnuksessa hyödynnettiin skenaariota, joilla havainnollistettiin erilaisten politiikkatoimien ja rakenteellisten mekanismien vaikutuksia työmarkkinatulemiin. Lähtökohtana oli Suomen hiilineutraalisuuteen siirtymisen havainnollistaminen perusskenaariolla. Kehitystä sen ympärillä tarkasteltiin erilaisten vaihtoehtoskenaarioiden avulla, joka kertovat kuinka erilaiset politiikkamuutokset sekä talouden riskit ja mahdollisuudet voivat toteutuessaan vaikuttaa kehitykseen.

Tulosten mukaan ilmastopolitiikan vaikutus kokonaistyöllisyyteen on pitkällä aikavälillä negatiivinen mutta suhteellisen vähäinen eli noin 0,5 %. Työllisyyden lasku on sitä voimakkaampi, mitä herkemmin työn tarjonta reagoi reaali-palkan muutoksiin. Keskeisenä mekanismina ilmastopolitiikka ohjaa käyttämään alhaisten päästöjen ja siksi korkeamman kustannustason tuotantoteknologioita, mikä heikentää kansainvälistä kilpailukykyä ja siten taloudellista aktiiviteettia. Tämä vähentää työn kysyntää ja alentaa palkkatasoa. Bruttokansantuote alenee selvästi työllisyyttä enemmän työvoiman ja muiden tuotantopanosten uudelleenallokaation aiheuttamien tehokkuustappioiden seurauksena. Talous muuttuukin työvoimavaltaisemmaksi. Mitä enemmän ja mitä edullisempia teknologisia päästövähennyiskeinoja on tarjolla, sitä pienemmäksi sopeutumiskustannukset ja kokonaistyöllisyysvaikutukset jäävät.

Hiilineutraalisuustavoitteen kannalta on tärkeää, että energiantuotannossa siirrytään fossiilisista polttoaineista päästöttömiin tuotantomuotoihin ja että energian käytössä siirrytään fossiilisista polttoaineista sähköön. Mallilaskelmissa tällaisen teknologiamurroksen odotetaan tapahtuvan. Sillä on merkittäviä vaikutuksia energiateollisuuden työpaikoille. Erityisesti uusiutuvan energian tuotannossa ja sähkön siirrossa ja jakelussa työvoiman tarve lisääntyy. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytössä ja tuotannossa työvoiman

tarve puolestaan vähenee. Vaikka alat eivät ole työvoimaintensiivisiä, suhteelliset muutokset ovat niin isoja, että niillä on laskelmissa kansantaloudellisia vaikutuksia.

Energiaintensiivinen teollisuus ei ole kansantalouden kokonaisuuden kannalta kovin suuri työllistäjä, joten vaikutukset työvoiman käytössä näkyvät pääosin muilla, energiantensiivistä teollisuutta työvoimavaltaisemmilla toimialoilla. Keskeiset työllisyysvaikutukset syntyvät välillisten kanavien kautta taloudellisen aktiviteetin laskiessa. Erityisesti teollisuuden palvelut, kaupan ala ja muu teollisuus menettävät työpaikkoja. Tämä osoittaa välillisten ja kerrannaisvaikutusten merkityksen, jotka heijastuvat koko talouteen panosten suhteellisten hintojen, tuotannon ja kotitalouksien tulojen, sekä viennin kilpailukyvyyn reagoidessa päästömaksuun. Välillisiä vaikutuskanavia on vaikea hahmottaa ilman kokonaistaloudellista mallinnusta.

Vaikka ilmastopolitiikan vaikutus kokonaistyöllisyyteen on vähäinen, ilmastopolitiikan vaikutus työvoiman sijoittumiseen toimialojen ja sektorien välillä on selvästi merkittävämpää. Liikkumista tapahtunee myös toimialojen sisällä, mutta sitä ei toimialatason mallilla pystytty tarkastelemaan. Työvoiman on joka tapauksessa kyettävä liikkumaan työtehtävien välillä. Työvoiman siirtymisestä on erityisesti lyhyellä aikavälillä kustannuksia työmarkkinakitkojen vuoksi (Luku 4.2). Toisaalta myös uuden teknologian käyttöönottoon liittyvien investointien työllistävä vaikutus on suurimmillaan siirtymäkauden aikana (Luku 4.1).

GTAP-mallilaskelmien perusteella työvoiman siirtymät ja siten lisäkoulutustarpeet olivat suurimmat matalimman koulutustason työtehtävien luokassa, joka käsittää rakennus-, korjaus- ja valmistustyöntekijät, prosessi- ja kuljetustyöntekijät, maanviljelijät ja metsätyöntekijät. Pienimmät siirtymät havaittiin korkeimman koulutustason työtehtävien luokassa.

Ilmastopolitiikan kokonaistyöllisyysvaikutuksia pystytään lieventämään tai jopa kumoamaan kierrättämällä päästömaksutulot niin, että työmarkkinoita vääristävä verokiila pienenee. Työllisyyden lisäys riippuu siitä, kuinka voimakkaasti työmarkkinat reagoivat työn hinnassa tapahtuviin muutoksiin. Vastaavasti, jos työn tarjonta tai kysyntä eivät ole herkkiä reagoimaan palkan muutoksiin, ilmastopolitiikan kokonaistyöllisyysvaikutukset eivät myöskään ole pitkällä aikavälillä merkityksellisiä. Toimialojen sisäinen ja välinen työvoiman liikkuminen on kuitenkin myös tässä tapauksessa merkittävää.

Jos Suomen EU:n yleistä linjaa tiukempi ilmastoilmastopolitiikka parantaa teknologista kehitystä ja teollisuuden tuottavuutta ns. Porter-hypoteesin hengessä (Porter 1991), ovat ilmastopolitiikan negatiiviset työllisyysvaikutukset vähäisempiä. Työpaikkalisäykset näkyisivät erityisesti kerrannaisvaikutusten kautta palvelusektoreilla. Jotta negatiiviset työllisyysvaikutukset tulisivat kokonaan kumottua, laskelmiemme mukaan tuottavuuden pitäisi kohota merkittävästi. Ilmastopolitiikan näin suuri positiivinen vaikutus ei näyttäisi kuitenkaan tämän tutkimuksen perusteella todennäköiseltä (Luku 3.3).

Mallitarkasteluissa ei pystytty ottamaan huomioon kaikkia uusia vihreitä työpaikkoja. Tällaisia ovat esimerkiksi kiertotalouden työpaikat, joita ei ole toistaiseksi pystytty kuvaamaan kansantaloustason mallinnuksessa. Nämä voisivat tarjota työllistymismahdollisuuden kouluttamattomalle työvoimalle. Rakentamisen energiatehokkuuden parantamisen työpaikat ovat siirtymäkauden työpaikkoja eivätkä siten lisää työvoiman kysyntää pitkällä aikavälillä. Laskelmissa ei oteta huomioon vihreiden teknologioiden lisäkysyntää maailmanmarkkinoilla. Toisaalta tämä kysynnän lisäys saattaa olla pois perinteisten tuotteiden kysynnästä, jolloin nettovaikutus riippuu uusien ja perinteisten tuotteiden valmistuksen työvaltaisuudesta.

Eväitä työllisyyden kannalta mahdollisimman suotuisaan ilmastopolitiikkaan haastatteluista

Haastatteluiden perusteella työllisyyden kannalta mahdollisimman suotuisia ilmastopolitiikan kokonaisuuksia kiteytettiin edelleen vuorovaikutuksessa kokonaistasapainomallinnuksen ja aikaisemman kirjallisuuden kanssa.

Kaikissa haastatteluissa nousi esiin käynnissä olevien muutosilmiöiden monimutkaisuus, mistä seuraa yleisesti vaikeus hahmottaa, mikä muutos kumpuaa esimerkiksi digitalisatiosta tai globaalista taloudesta ja mikä ilmastonmuutoksesta, tai tarkemmin ilmastopolitiikasta. Ilmastonmuutoksen etenemisen ja teknologian ennustamisen suuren epävarmuuden lisäksi perspektiivin puutteeseen vaikuttaa myös se, että ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat usein välillisiä, kuten kokonaistasapainomallinnuksemme edellä osoitti. Myös ilmastonmuutoksen ratkaisijajoukko koettiin hankalasti määritettäväksi. Useilla toimialoilla, kuten energia, metsä ja terästeollisuus, haasteena koettiin, että alat eivät profiloitu ilmastonmuutoksen ratkaisijoina, jolloin niiden on hankalaa saada osajia.

Ylipäätään yksittäisten osaamistarpeiden nimeäminen tuntui monen mielestä haastavalta ja sellaisen lähestymistavan mielekkyyteen, missä pyritään tunnistamaan yhteiskunnan tasolla kapeita ja konkreettisia osaamistarpeita, on hyvä suhtautua kriittisesti. Sen sijaan tärkeämpää on luoda puitteet muutokselle - olivatpa tulevaisuuden osaamistarpeet millaisia hyvänsä. Yleisiä suotuisien ilmastopolitiikan kokonaisuuden piirteitä osattiin silti nostaa esiin. Niitä kuvattiin neljällä adjektiivilla: kunnianhimoinen, strateginen, johdonmukainen ja reilu.

Kunnianhimoisen ilmastopolitiikan tarpeesta välittyi konsensus läpi sidosryhmähaastatteluiden. Se nähtiin pitkällä aikavälillä keskeisenä kasvun ja edelläkävijyyden moottorina sekä uudistuvan teollisuuden lähteenä. Kunnianhimoa toivotaan sekä kansallisella että EU-tasolla.

Strateginen ilmastopolitiikka viittaa Suomen ilmastokärkien tunnistamiseen ja siten johdonmukaisesti näiden kansainvälisten kilpailuedellytysten luomiseen politiikan eri osa-alueilla koulutuksesta, T&K-tukiin ja julkisista hankinnoista verotukseen. Strateginen ilmastopolitiikka edellyttää kuitenkin tasapainottelua niin sanotun ”voittajien valinnan” ja markkinamekanismin toiminnan välillä.

Johdonmukaisuus on parhaimmillaan seurausta strategisten kärkien sanoituksesta ja sitoutumisesta niiden mukaisiin politiikkakokonaisuuksiin. Johdonmukainen ilmastopolitiikka ei ole kokonaan omissa käsissä EU-tason ja kansainvälisen politiikan seurauksena, mutta Suomen kansainvälisesti ajamassa ja tukemassa ilmastopolitiikassa toki on mahdollista olla johdonmukainen. Kansallisella tasolla vaalikaudet ylittävä suunta on kriittistä, jotta yksittäisen vaalin tulos ei tee tyhjäksi yritysten valitsemaa strategista suuntaa.

Oikeudenmukainen ilmastopolitiikka tunnistaa, että talouden suuri rakennemuutos aiheuttaa ainakin välillisesti tietyille toimialoille ja yksilöille suuriakin haasteita. Tämä ei saa olla isossa kuvassa kunnianhimoisen ilmastopolitiikan tiellä, mutta erilaisilla toimenpiteillä voidaan varmistaa, että muutos ei käy yksilöiden näkökulmasta sietämättömäksi. Selvää on, että hyvinvointiyhteiskunnan tukiverkkoja tulee vahvistaa ja luoda edellytyksiä elinikäiselle oppimiselle ja työssäoppimiselle.

Ammattirakenteen ja osaamistarpeiden muutosta käsitelleellä haastattelututkimuksella selvitettiin, miten eri aloilla nähdään mahdolliset muutokset, miten alan edustajat arvioivat osaamistarpeiden muutosta, ja millä politiikkakeinoilla murroksen reiluus voitaisiin varmistaa. Samalla saatiin mallinnusta ja kirjallisuutta täydentävää tietoa eri toimialojen kokemuksellista tietoa osaamistarpeiden muutoksesta ja niihin vastaamisesta käytännön tasolla.

Jotta ilmastopolitiikan vaikutus työllisyyteen on neutraali, tai jopa positiivinen, on keskeistä, että siirtymä katoavista työpaikoista uuden talouden tarjoamiin mahdollisuuksiin on mahdollisimman jouheva. Osaamistarpeiden muutosten ennakointi ja niihin varautuminen on avainkysymys siirryttäessä kohti vähähiilisempää taloutta. Osaamistarpeiden ennakkoinnin tärkeys tunnistettiin hyvin haastatteluissa, mutta aineistoista nousee esiin pikemminkin tarve luoda edellytykset muutokselle sen sijaan että pyrittäisiin arvuuttelemaan yksittäisiä tarvittavia osaamistarpeita.

Toimialarakenteen ja osaamistarpeiden muutosta jäsennettiin myös ILO:n (Strietska-Illina ym. 2012) käyttämän kolmijaottelun mukaan: 1) vihreä uudelleenstrukturointi (green restructuring) eli taloudelliset aktiviteetit siirtyvät pois saastuttavilta aloilta ja yrityksistä, 2) uudet työnkuvat (new occupations), jotka syntyvät vihreään talouteen siirtymisen myötä ja 3) olemassa olevien työnkuvien vihertyminen (greening existing jobs), joka voi koskettaa suuressa tai pienessä mittakaavassa lähes kaikkia ammatteja. Taloudellisen aktiviteetin

siirtyminen pois saastuttavilta aloilta nähtiin ennen kaikkea palveluiden yhä korostuvan merkityksen kautta. Kokonaan uusien työnkuvien syntymistä on haastavampi ennakoida, mutta ainakin digitaalisen yhteistyön perustaitojen, kognitiivisten metataitojen, kuten ison kuvan näkeminen, oppimiskyvyn sekä itsensä johtamisen ja resilienssin nähtiin olevan sellaisia, jotka tukevat muutoksessa - oli uudet ammatit millaisia hyvänsä. Kaikilla toimialoilla tunnistettiin olemassa olevien ammattien vihertyminen, mutta erityisesti rakennusalalla ja maataloudessa tunnistettiin merkittäviä osaamistarpeiden muutoksia olemassa olevien ammattien muuttuessa vihreämmäksi.

Vihreiden tuotteiden markkinoilla menestyminen vaikuttaa kokonaisvientiin

Hanke kuvasi ilmastonmuutoksen hillintään liittyvien tuotteiden kansainvälisiä ja kotimaisia markkinoita. Kutsumme näitä tuotteita lyhyemmin *vihreiksi tuotteiksi*. kansainvälisen kaupan tilastoista tunnistettiin vihreitä tuotteita ja tämän tilastoaineiston pohjalta tarkasteltiin, miten niiden kauppa on kehittynyt tällä vuosisadalla, mitkä ovat tärkeimmät viejamaat ja tuontimarkkinat sekä millä mailla on eri ympäristöteknologiassa suhteellinen etu ja miten se on kehittynyt ajan kuluessa.

Tarkastelun keskeinen pyrkimys oli löytää kansainvälisesti vertailukelpoista tietoa. Vaikka vihreiden tuotteiden markkinoilla tapahtuva rakennemuutos vaatii jatkuvaa tilastojen määrittelyjen muuttamista, eivätkä yksittäiset tuotelistaukset vääjäämättä tavoita kaikkia muutoksen piirteitä, koottu tieto keskeisistä tuoteryhmistä tarjoaa joka tapauksessa tärkeän signaalin maiden kilpailukyvyistä näillä markkinoilla. Mittaamisessa käytettiin erilaisia määritelmiä ja tuotelistoja. Tilastoista erotettiin suppea (suorat päästövähennystoimet) ja laaja (lisäksi tuotteita, jotka liittyvät ilmastotoimiin kytkeytyviin energian ja resursien säästötoimiin) vihreiden tuotteiden ryhmä, ja lisäksi tarkasteltiin Tilastokeskuksen ympäristöliiketoimintatilastoa.

Havaintojemme mukaan ilmastonmuutoksen hillitsemisessä tarvittavien vihreiden tuotteiden maailmanmarkkinat ovat kasvaneet nopeammin kuin maailman koko tavarakauppa, eli niiden osuus maailmankaupasta on noussut. Suoriin päästövähennystoimiin liittyvien tuotteiden osuus maailmankaupasta oli vuonna 2019 1,8 prosenttia, kun taas laajemmin ilmastotoimiin kytkeytyviin energian ja resurssien säästötoimiin liittyvän tuoteryhmän osuus on 4,9 prosenttia.

EU27 on vihreiden tuotteiden selvästi tärkein vientialue (ml. sisämarkkinakauppa) ja sen osuus näiden tuotteiden maailmankaupasta on ollut pitkällä aikavälillä suhteellisen vakaa. EU-maista Saksa on selvästi tärkein vihreiden tuotteiden viennissä. EU:n jälkeen tärkeimmät viejamaat ovat Kiina, Yhdysvallat ja Japani. Kiinan osuus suppean tuoteryhmän tuotteiden maailmankaupasta kasvoi vuoteen 2010 asti. Sen peilikuvana Yhdysvaltojen osuus väheni. Vuoden 2010 jälkeen molempien maiden osuus on ollut vakaa. Laajassa

tuoteryhmässä Kiinan osuus kasvoi vuoteen 2015 asti mutta on sen jälkeen hieman vähentynyt.

Myös Suomen vienti vihreissä tuotteissa on ajan myötä kasvanut. Suomen osuus näiden tuotteiden maailmankaupasta on kuitenkin pieni, vain puoli prosenttia. Lisäksi osuus on vuoden 1996 jälkeen alentunut, joskin suppeassa tuoteryhmässä nähdään pieni elpyminen aivan viime vuosina. Suomella on hento suhteellinen etu vihreissä tuotteissa mitattuna niiden osuutena Suomen viennissä verrattuna vastaavaan osuuteen koko maailman viennissä.

Tärkeimmät kohdemarkkinat vihreille tuotteille löytyvät samoista maista, jotka myös ovat niiden tärkeimpiä viejämaita. Vihreissä tuotteissa käydään siis huomattavaa ristikkäiskauppaa eli samojen tuotteiden yhtäaikaista vientiä ja tuontia. EU27:n jälkeen suurimmat tuojamaat ovat Yhdysvallat, Kiina ja Japani.

Suppean tuoteryhmän vihreiden tuotteiden arvo Suomen viennissä oli vuonna 2019 noin 1,5 miljardia euroa ja laajan tuoteryhmän 4,2 miljardia euroa. Selvästi tärkein yksittäinen tuote on staattiset muuttajat, joiden osuus on 18 prosenttia koko laajan tuoteryhmän tuotteiden viennistä Suomesta.

Valtaosa vihreistä tuotteista liittyy metalliteollisuuden tuotantoon. Suppeassa tuoteryhmässä melkein kaikki on tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistusta tai muiden koneiden ja laitteiden valmistusta. Laajassa tuoteryhmässä toimialojen osuudet ovat tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistus (20 %), sähkölaitteiden valmistus (37 %) ja muiden koneiden ja laitteiden valmistus (31 %). Nämä ovat toimialoja, joilla Suomella on yleisestikin suhteellinen etu. Vastaavia tuloksia saimme myös tarkastellessamme Suomen vientiä vaihtoehtoisen ympäristöliiketoimintaa kuvaavan tilaston avulla.

Käyttämällä toimialojen keskimääräisiä tuotos- ja työllisyyslukuja, arvioimme, että vihreiden vientituotteiden valmistaminen työllistää suppeassa tuoteryhmässä suoraan 3 300 henkilöä ja laajassa tuoteryhmässä 12 000 henkilöä. Epäsuorat ja kerrannaisvaikutukset huomioiden työllistävä vaikutus on yhteensä noin kaksinkertainen. On kuitenkin huomattava, että laskelma on staattinen ja perustuu toimialojen keskimääräisiin lukuihin.

Käyttäen vuoden 2009 jälkeistä kehitystä, Suomen vihreiden tuotteiden viennin tarvitseman tuotannon voidaan odottaa hieman lisäävän työllisyyttä suppeassa tuoteryhmässä, mutta vähentävän sitä laajassa tuoteryhmässä, jossa viennin kehitys 2010-luvulla oli heikompa. Toisaalta vihreiden tuotteiden maailmanmarkkinoiden kasvun pitäisi kiihtyä ilmastotoimien vahvistuessa eri maissa. ja taloudessa tapahtuvan tuotteiden vihertymisen

työllisyysvaikutuksia on hyvin vaikea tavoittaa tilastoilla. Siten arviomme on tässä suhteessa konservatiivinen. Toisaalta myös kilpailu näillä markkinoilla voi kiristyä.

Haastattelutulokset muistuttavat, että suomalaiset yritykset etsivät uusia markkinoita myös kehittyvien maiden nopeasti kasvavilta markkinoilta ja osa yrityksistä on jo etabloitunut niille. Kehittyvät markkinat etenkin Afrikassa ja Aasiassa kasvavat huomattavasti perinteisiä markkinoita nopeammin. Kyselyn vastausten mukaan suomalaisilla ympäristöratkaisujen viejillä on kiinnostusta toimia näillä markkinoilla, eikä ihme sillä maat edustavat ilman Kiinaakin **2,7 miljardin** ihmisen markkina-aluetta, jonka kaikki maat kärsivät laajamittaisista ympäristöongelmista ja ovat toistaiseksi toteuttamassa kasvuaan perustuen suurelta osin fossiilisiin polttoaineisiin ja kehittymättömän teknologian ratkaisuihin.

Vihreän tuotannon kilpailukyky ja ympäristöpolitiikka

Ilmastopolitiikan onnistumisen kannalta on tärkeää ymmärtää niitä politiikkatoimia, jotka tekevät vihreistä tuotteista kilpailukykyisiä ja edesauttavat niiden markkinoiden suotuisaa kehitystä. Kilpailukykyinen vihreiden tuotteiden vienti kasvaville kansainvälisille markkinoille voi tarjota sekä ilmastonmuutoksen torjunnan että Suomen talouden kannalta hyviä mahdollisuuksia. Tutkimuksessa tarkastelimme kilpailukyvyn, innovatiivisuuden ja sääntelyn yhteyksiä vihreiden tuotteiden markkinoilla.

Kaupan gravitaatiomallinnuksen avulla havaitsimme ensinnäkin, että ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyvien laadukkaiden, paljon sitaatteja keräävien patenttien määrä viejimaassa lisää vastaavien vihreiden tuotteiden osuutta maan viennistä eli kasvattaa tuotannon suhteellista kilpailukykyä. On olennaista, että kilpailukykyvaikutus syntyy vasta laadukkaiden innovaatiotuotosten kautta. Sen sijaan pelkät T&K panostukset tai patenttihakemusten määrät eivät tilastollisesti merkitsevällä tavalla lisää kilpailukykyä.

Keskeinen johtopäätös havainnoista on, että suurelta osin tutkimuspanostukset eivät takaa menestymistä vihreiden tuotteiden markkinoilla. Myös julkiset tuet voivat osua väärään kohteeseen tai ne voivat ylläpitää vanhoja tuotantorakenteita. Juuri käytännön toteuttamisen haasteet ovat keskeisimpiä aktiivista vihreää teollisuuspolitiikkaa kohtaan asetettuja huolia (Rodrik, 2014).

Tulosten perusteella Suomen vihreiden teknologioiden patenttisitaattien lukumäärä on ollut hieman vähäisempää kuin keskeisissä verrokkimaissa, Saksassa ja Tanskassa, erityisesti 2010-luvun alkuvuosina, mutta toisaalta hyvää kansainvälistä tasoa. Tarkastelu antaa josakin määrin eri kuvan Suomen kilpailukyvyistä kuin esimerkiksi Suomen vihreiden T&K panostusten vertailu. Suomen vihreät T&K panostukset ovat olleet korkeammalla tasolla kuin verrokkimaissa. Olennaista onkin pyrkiä synnyttämään tehoa innovaatiojärjestelmään.

Havaitsemme myös, että kiristävä ympäristösääntely lisää vihreiden tuotteiden kauppaa niiden maiden välillä, jotka harjoittavat yhdessä kireää ilmastopolitiikkaa. Yhteisten markkinoiden syntyminen on omiaan edesauttamaan tiedon leviämistä ja esimerkiksi vihreiden tuotteiden tehokkaiden arvoketjujen syntyä. Vihreiden innovaatioiden kohdalla on viitteitä siitä, että ne ovat omiaan erityisen voimakkaasti synnyttämään teknologian leviämistä (Barbieri ym. 2020; Tagliapietra ja Veugelers 2020). Tagliapietran ja Veugelersin (2020) kokoamat kokemukset kansainvälisesti viittaavat siihen, että yhteistyö yliopistojen, yritysten ja kuluttajien välillä voi edesauttaa menestyksellistä innovointia ja teollisuuden kilpailukykyä. Laaja yhteiseurooppalainen yhteistyö ja tiedonvaihto voi lisätä vihreiden innovaatioiden tehokkuutta ja luoda edellytyksiä kilpailukykyiselle eurooppalaiselle vihreälle tuotannolle.

Samalla sääntelyn ja julkisen tuen tehokas hallinnointi ovat keskeisiä tuen vaikuttavuuden kannalta. Siihen viittaavat myös monet yleisemmin T&K järjestelmiä arvioineet tutkimukset. Monissa maissa käytössä olevien suorien T&K tukiohjelmien hajanaisuus ja monimutkaisuus on kyseenalaistanut julkisen sektorin kyvyn tehdä ”oikeita” päätöksiä (Tanayama ja Ylä-Anttila, 2009; Hall ja Van Reenen, 2000). Toisaalta esimerkiksi Suomessa suorista T&K-tuista on yleisesti ottaen hyviä kokemuksia.

Haastattelujemme perusteella kehittyvien maiden markkinoilla Suomen menestyksen keinot poikkeavat hieman vertaismaiden markkinoilla tarvittavista keinoista. Haastattelujen ja kyselyn mukaan tärkein kriittinen tekijä (kipupiste) vientimenestykselle on viennin kohdemaan lainsäädännön, hallinnon ja olosuhteiden tuntemus. Tämä koskee kaikkia yrityksiä, mutta erityisesti PK-yrityksiä. Parantamalla kehitysmaiden hallintojen kapasiteettia tehdä ilmasto- ja ympäristöystävällisiä valintoja esimerkiksi auttamalla kehittämään ympäristölainsäädäntöä ja sen toimeenpanoa, luomaan kestävien hankintojen kriteereitä ja menettelytapoja ja kehittämällä ympäristön seuranta autetaan samalla suomalaisia yrityksiä parempaan kilpailuasetelmaan.

Aikaisemman kirjallisuuden perusteella on uskottavaa näyttöä siitä, että kireä sääntely vaikuttaa positiivisesti vihreän teknologian innovatiivisuuden määrään. Sen sijaan tässä tutkimuksessa emme löydä selvää näyttöä siitä, että kireä ympäristösääntely lisäisi maan vihreiden tuotteiden viennin kilpailukykyä, joskin kyselyn perusteella on viitteitä, että Suomen ja EU:n lainsäädäntö yhdessä ja niiden tuomat ympäristövaatimukset tuotannolle ja tuotteille, olisivat edistäneet yritysten menestystä vientimarkkinoilla (vrt. kuvio 3.4.5) Tilastoaineisto ei tue hypoteesia, että innovatiivisuuden vaikutus kilpailukykyyn kasvaisi kireän sääntelyn vaikutuksesta.

Tuloksemme viittaavat ilmastopolitiikan kansainvälisen koordinaation syventämisen tarpeeseen. Koska yksipuolinen ilmastopolitiikan kiristäminen ei ole omiaan luomaan erityistä kilpailuetua, ilmastopolitiikan kilpailuvaikutukset eivät automaattisesti ole

myönteisiä. Vaarana on, että kireän sääntelyn maat ottavat vastuun ilmastotavoitteista ja sen kustannuksista, samalla kun vihreiden tuotteiden markkinoiden kasvusta hyötyvät erityisesti löysemmän ilmastopolitiikan maat. Sekä vihreiden tuotteiden tuotannossa syntyvä arvonnisa että tuotannolliset päästöt voivat valua kunnianhimoisen ilmastopolitiikan toteuttajamaiden ulkopuolelle (Kuusi ym. 2020).

Lisäksi kokoamme näyttöä -- joskin heikkoa ja viitteellistä -- eri sääntelymuotojen vaikutuseroista. Vihreät sertifikaatit ja tuulivoiman syöttötariffit ovat negatiivisessa yhteydessä vihreiden tuotteiden viennin kilpailukykyyn, kun taas esimerkiksi kuulumineen päästökauppajärjestelmään tuntuisi lisäävän vientikilpailukykyä.

Tilastollinen näyttömme ei ole omiaan tukemaan syöttötariffien käyttöä, mikäli tarkoituksena on kasvattaa ilmastopolitiikan toimien kanssa samalla maan kilpailukykyä vihreiden tuotteiden tuotannossa. Havainnot heijastelevat mm. Saksan Energiewende-ohjelman kokemuksia, joiden mukaan syöttötariffit ovat olleet tärkeitä uusiutuvan energian tukemisen kannalta, mutta eivät välttämättä menestyksellisiä teollisuuspolitiikan näkökulmasta. Saksassa tariffit eivät synnyttäneet merkittävästi edellytyksiä innovointiin, työpaikkojen luomiseen ja kilpailukykyyn, erityisesti kehittymättömien uusiutuvan energian aloilla. (Tagliapietra ja Veugelers, 2020)

Toisaalta kokemukset eri maista viittaavat myös siihen, että toteutustavoilla on suuri merkitys tulosten kannalta. Erityisesti sääntelyn ennakoitavuus on ollut keskeistä luotaessa vihreiden teknologioiden investointikannusteita. Esimerkiksi Tanskassa syöttötariffeja on käytetty pitkään ja varsin muuttumattomina, mitä on pidetty tärkeänä osana paikallisen vihreän teollisuuden syntyä (Tagliapietra ja Veugelers, 2020). Myös tilastolliset havaintomme negatiivisista tariffivaikutuksista viittaavat erityisesti vaihteluun tariffien tasoissa. Tanskan kaltaisten pitkään muuttumattomina säilyneiden järjestelmien vaikutuksiin menetelmämme ei sen sijaan ota kantaa.

Haastattelujen perusteella ilmastopolitiikkaan kaivattiin laaja- ja pitkäaikaista ilmasto- ja ympäristöviennin edistämishjelmaa, johon liittyisivät selkeät tavoitteet, laaja seuranta ja yhteistyöhön kannustaminen. Haastatteluissa tunnistettiin myös, että Suomen kunnianhimoisen hiilineutraalisuustavoite herättää maailmalla kiinnostusta. Tämä kiinnostus nähtiin mahdollisuutena luoda Suomelle uskottava brändi ilmasto- ja ympäristöteknologian osajana.

Haastatteluissa nousi esiin usko siihen, että oikein osuvilla ilmastopolitiikan toimilla voidaan parantaa ilmastotehokkaita ratkaisuja tuottavien yritysten vientikilpailukykyä ja sitä kautta kykyä luoda hyvinvointia ja työllisyyttä sekä kotimaassa että viennin kohdemaissa samaan aikaan kun pidetään hiilijalanjälki pienenä kotimaassa ja hiilikädenjälki mahdollisimman suurena viennin kohdemaassa.

Julkiset investoinnit ja kestävät julkiset hankinnat tukevat työllisyyttä

Kaikki tässä raportissa tarkastellut investoinnit liittyvät keskeisesti Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Tulokset osoittavat kuitenkin sen, että toimenpiteiden toteuttamiseksi vaadittu työvoiman tarve vaihtelee. Vaihtelu on seurausta toimenpiteiden työvoimaintensiivisyydestä sekä investointihyödykkeiden kotimaisuusasteesta.

Investoinneissa käytettävien tuotteiden kotimaisuusasteen parantaminen voidaan nähdä keinona edistää työllisyyttä kustannustehokkaasti. Tuotemarkkinat ovat kuitenkin kansainväliset, eikä yksittäisen valtion ole järkevää pyrkiä valmistamaan kaikkia tarvitsemiaan tuotteita ja palveluja itse. Tuotantotoimintaa on kannattavaa harjoittaa aloilla, jotka ovat kansainvälisesti kilpailukykyisiä ja joilla työn tuottavuus on korkea. Esimerkiksi Suomessa ei kannata lähtökohtaisesti valmistaa tuuliturbiineita, jos tuotantotoiminta on Saksassa ja Tanskassa kilpailukykyisempää.

Nykyisin tuotantorakentein työllisyyden kannalta liikennesektorilla kannattaa huomioida pikaraitioteiden kehitysmahdollisuudet sekä sähköautojen latausasemien lisääminen. Ne ovat sekä kotimaisuutensa että työn tuottavuutensa ja työtarpeensa puolesta suhteellisesti houkuttelevia investointikohteita ilmastopolitiikan saralla. Rakennusten lämmitysratkaisuissa lämpöpumppuratkaisut ja laajat energiatehokkuusremontit voidaan havaita työllisyyden kannalta hyvinä toimenpiteinä. Energiahuollossa lyhyellä aikavälillä kaukolämmön tuotantoon sekä sähköjärjestelmän kantaverkon vahvistamiseen keskittyvät toimenpiteet ovat keskeisiä. Pidemmän aikavälin mahdollistavina tekijöinä tulee kuitenkin nähdä myös energian varastointiratkaisut.

Investointien työvoiman tarpeen arvioinnissa on syytä huomata, että toisaalla tehdyt investoinnit voivat poissulkea investointeja muualla kansantaloudessa. Syynä on sekä julkisen sektorin että yksityisen sektorin resurssirajoite. Toisin sanoen, myös muut kuin ilmastoinvestoinnit voivat aikaansaada työllisyyttä. Panos-tuotosmalli soveltuu näiden nk. syrjäytysvaikutusten arviointiin huonosti. Mutta mikäli ilmastoinvestointeihin käytettävissä oleva rahamäärä otetaan annettuna, panos-tuotosmallin kehikossa voidaan vertailla vaihtoehtoisten investointien työllisyysvaikutuksia.

Ilmastopolitiikka tähtää päästövähennysten toteutumiseen. Täten päästövähennykset ovat julkisten investointien ensisijainen tavoite, mutta investoinnit pitäisi pyrkiä tekemään niin, että samalla voitaisiin tukea työllisyyttä kotimaassa. Lisäksi työvoima pitäisi kohdentaa korkeimman tuottavuuden työhön.

Suomen julkisten hankintojen volyyymi on vuositasolla arvioituna noin 35 miljardia euroa. Vientiteollisuusyrityksille suunnatussa kyselyssä ja haastatteluissa yritykset korostivat voimakkaasti kestävien julkisten hankintojen merkitystä. Syyskuussa 2020 julkaistiin "Vaikuttavat julkiset Hankinnat" –toimenpideohjelma (Hankinta-suomi). Ohjelma on merkittävä

edistysaskel kestävien hankintojen edistämiseksi, mutta sen toteuttamiseksi tarvitaan hankintayksiköihin lisää henkilöresursseja, velvoittavuutta, menetelmiä.

5.2 Poliitikasuositukset

Seuraavassa hankkeen tutkimustulokset on tiivistetty keskeisiin politiikkasuosituksiin, joilla voidaan tukea työllisyyskehitystä ja välttää riskejä pyrittäessä kunnianhimoisiin kasvi-huonekaasupäästöjen vähennyksiin.

Ilmastopolitiikan aiheuttaman rakennemuutoksen aikaisia työvoiman siirtymiä on pyrittävä tukemaan työvoimapolitiikalla ja työmarkkinoiden toimintaa ylläpitämällä ja kehittämällä.

Tulostemme perusteella ilmastopolitiikan aiheuttaman rakennemuutoksen aikaisia työvoiman siirtymiä on pyrittävä tukemaan työvoimapolitiikalla ja työmarkkinoiden toimintaa ylläpitämällä ja kehittämällä. Rakennemuutos aiheuttaa työtehtävien muutoksia sekä työvoiman liikkumista toimialojen sisällä ja välillä sekä maantieteellisten alueiden välillä. Mallilaskelmiemme mukaan merkittävimmät työllisyysvaikutukset tulevat tuotannon kerrannaisvaikutusten kautta. Tämän vuoksi työvoiman uudelleen allokaatiota on tuettava muidenkin kuin suoraan ilmastopolitiikan kohteena olevien toimialojen osalta esimerkiksi työvoimapolitiikan avulla.

Keskimääräisen koulutusasteen nosto tukee työllisyyttä, mutta myös ilmastokriisin ratkaisuihin liittyvää osaamista tarvitaan.

Haastatteluiden ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta ilmastonmuutoksen seurauksena tapahtuva osaamistarpeiden muutos ja siihen liittyvät toimenpiteet voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: (i) työttömyyden uhka on suurin alimmilla koulutusasteilla, (ii) Suomeen saattaa syntyä alueellisesti tai tietyillä toimialoilla tilanteita, joissa työttömyyden riski on suuri ja (iii) Ilmastonmuutoksen myötä syntyy osaamistarpeita, joihin nykyinen työvoima ei välttämättä vastaa.

Vaikutuksen luonteen vuoksi yleinen tavoite koulutusasteen nostosta on myös ilmastonmuutoksen näkökulmasta hyödyllinen. Lisäksi peruskoulutuksen ja nuorena tehtyjen opintojen sekä jatkuvan oppimisen avulla voidaan synnyttää nykyistä vahvempia taitoja ilmastonmuutosilmiön tuntemukseen ja kestävien ratkaisujen kehittämiseen koko ikäluokalle. Äkillisen rakennemuutoksen tuen hyödyntäminen niin uudelleenkoulutukseen kuin toimialan vaihtamiseen tulisi valmistella reilun siirtymän turvaamiseksi. Lisäksi tulee luoda edellytykset uudelle osaamiselle jatkokoulutuksella ja myös ulkomaisen työvoiman saataavuutta parantamalla.

Ilmastopolitiikan synnyttämän osaamistarpeen muutoksen tukemiseksi voidaan tarvita työvoimapolitiittista koulutusta. Vaikuttavuutta koskevan kirjallisuuden valossa koulutus tulisi suunnata heikoimmat työllistymismahdollisuudet omaaville ja koulutusten tulisi olla mahdollisimman lyhyitä. Työnhaun tuessa tulisi hyödyntää tehokkaita välineitä, mm. automatisoituja ammatillisen neuvonnan työkaluja. Samalla työmarkkinoiden riittävästä dynamiikasta tulisi huolehtia.

Työllisyyttä voidaan tukea siirtämällä verotuksen painopistettä työn verotuksesta ympäristöhaittoja aiheuttavan tuotannon ja kulutuksen verotukseen.

Ilmastopolitiikka lisää ilmastohyötyjä aiheuttaen samalla tehokkuustappiota taloudellisen aktiviteetin näkökulmasta. Tehokkuustappioita voidaan vähentää käyttämällä ilmastopolitiikan päästömaksutuloja muiden taloutta vääristävien verojen keventämiseen. Aiemman kirjallisuuden ja mallilaskelmiemme mukaan työllisyyttä voidaan tukea kohdistamalla veronkevennykset työn tarjonnan tai kysynnän lisäämiseen. Työn verotuksen alentamisen positiivisten työllisyysvaikutusten suuruus riippuu siitä, kuinka voimakkaasti työmarkkinat reagoivat työn hinnan muutoksiin. Ympäristöverotus syö kuitenkin omaa veropohjaansa, joten työllisyysvaikutuksen ylläpitäminen vaatii pidemmällä aikavälillä ympäristöveropohjan jatkuvaa laajentamista.

Julkiset investoinnit helpottavat työllisyyspainetta energiamurroksen siirtymävaiheessa.

Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan nopeasti vaikuttavia investointeja, jotka toteutetaan pääosin nykyisillä tuotantorakenteilla ja osaamisella. Työvoiman tarve eri toimenpiteiden tai investointikohteiden osalta vaihtelee. Kun investointeja tehdään, kotimaisten työllisyysvaikutusten näkökulmasta tulee keskittyä seuraaviin toimenpiteisiin: Liikennesektorilla pikaraitioteiden kehittäminen sekä sähköautojen latausasemien lisääminen; Rakennusten energiankulutuksessa lämpöpumppujen lisääminen sekä laajat energia-tehokkuusremontit; Energiahuollossa kaukolämmön uudet tuotantotavat, sähköjärjestelmän kantaverkon vahvistaminen ja energian varastointiratkaisut.

Haastatteluissa ja kyselyssä yritykset painottivat kestävien julkisten hankintojen merkitystä. Julkisten hankintojen ilmastotehokkuuden parantamiseksi voidaan tehdä esimerkiksi seuraavia toimia: kartoitetaan ilmastovaikutusten kannalta tärkeimmät tuoteryhmät, luodaan niille ilmasto- ja ympäristökriteerit hankinnoille sekä valmistellaan hankintaohjeet. Varataan ilmastokestävien hankintojen em. tietopohjan ja työkalujen valmistamiseen tarvittavat resurssit sekä hankintayksiköihin riittävät ja koulutetut henkilöresurssit ilmastonsuojeluun liittyvien hankintojen tehokkaan toimeenpanon varmistamiseksi.

Kilpailukykyinen markkinamenestykseen johtava innovaatiotoiminta vihreissä tuotteissa edellyttää tehokkaita T&K-panoksia, yhteistyötä ja kehittyvien markkinoiden tuntemusta.

Tulostemme ja aikaisemman kirjallisuuden perusteella vihreiden tuotteiden markkinoilla menestyminen, ja siitä kumpuavat myönteiset työllisyys ja tuotantovaikutukset vaativat yhteistyötä niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin. Ilmastopolitiikkaa tulee tehdä koordinoidusti kumppanimaiden kanssa, sillä yhteinen sääntely luo yhteisiä markkinoita ja teknologisia ratkaisuja. Lisäksi Suomi osallistuu merkittävällä tavalla vihreiden tuotteiden kansainvälisiin arvoketjuihin ja niissä oikein asemoitumalla Suomi voi hakea sekä markkinamenestystä että tehokkuusetuja vihreiden tuotteiden tuotannossa.

Innovaatiotoiminnan tehostamisen keinona sekä kirjallisuus että haastattelumme osoittavat erityisesti yritysten, tutkimuslaitosten ja yliopistojen yhteistyön merkityksen. Myös vienninedistämisorganisaatioiden rooli on tärkeä. Kyselyn perusteella viennin kohdemaan lainsäädännön ja olosuhteiden tuntemus ovat kriittisiä tekijöitä erityisesti PK- yritysten vientimenestykselle. Siksi yritysten viennin kohdemaiden tuntemusta tulee kohentaa ja siihen liittyviä palveluita kehittää mm. kappaleessa 3.4 esitetyillä tavoilla.

Yhteistyön avulla voidaan pyrkiä tukemaan kansainvälistymiskehitystä, mm. kansainvälisen ja EU:n ilmastorahoituksen saantia ilmasto- ja ympäristöklusteriin synnyttävien ekosysteemien kehittämiseksi. Kasvihuonekaasujen päästövähennystoimiin on saatavissa kansainvälistä rahoitusta, EU:n Green deal -rahoitusta, elvytysrahaa ja siihen käytetään myös kotimaisia budjettivaroja. Jotta päästövähennysinvestoinnit ja -toimet kohdentuisivat tehokkaalla tavalla, pitäisi kehittää ja ottaa käyttöön kvantitatiiviset tiukat kriteerit, joilla varat investoidaan sinne, missä saadaan suurimmat ilmastohyödyt ja tuki uusille innovaatioille. Samalla tulee suosittua ilmastotehokkuuteen painottuvan teknologian kysyntää, mikä auttaa tehokkaita teknologioita kehittäneitä yrityksiä saamaan kotimarkkinareferenssejä tähdätessään vientiin.

Tuloksemme osoittavat, että tutkimuspanostusten täytyy muuntua laadukkaiksi innovaatioiksi, ennen kuin ne vaikuttavat kilpailukykyyn merkittävällä tavalla. Julkinen T&K-tuki on perusteltua erilaisten innovaatiotoiminnan markkinapuutteiden takia, jotka osin korostuvat vihreiden tuotteiden markkinoilla paitsi teknologisen, myös sääntelyepävarmuuden takia.

Vähähiiliteknologiat ovat nykyisin usein järjestelmiä, jotka ovat useiden laitteiden, koneiden ja ICT:n ja ohjelmistojen kokonaisuuksia. Laadukkaiden innovaatioiden ohella on tärkeätä päästä tarjoamaan kokonaisratkaisuja/-toimituksia. On viitteitä siitä, että innovaatio- ja liiketoimintaekosysteemien rakentaminen on hyvä keino saada aikaan kokonaisvaltaisempia, korkeamman lisäarvon ratkaisuja. Suomalaisille pk-yrityksille on oleellista päästä kiinni kansainvälisten toimijoiden arvoketjuihin, ja ekosysteeminen yhteiskehittäminen on keino juuri tähän.

Vihreiden tuotteiden luokittelua on syytä samalla jatkuvasti päivittää vastaamaan teknologian kehitystä ja uusia innovaatioita, jotta alan kehitystä ja sääntelyn vaikutuksia voidaan seurata. Niin ympäristöongelmien muutos kuin tuotteiden ja tuotejärjestelmien kehittyminen eivät tule nykyisissä aineistoissa täysimääräisesti esiin.

Kehittyvien maiden nopeasti kasvavilla markkinoilla ilmastopolitiikan samanaikaisuus ei toteudu samalla tavalla kuin vertaismaiden kanssa. Vähähiilille ratkaisuille on tarvetta, mutta kysymys on siitä, kuinka ympäristötehokasta teknologiaa viennin kohdemaissa pyritään ja kyetään suosimaan. Kehittyvien maiden haasteellisille, mutta nopeasti kasvaville markkinoille suuntautuvaan ilmasto- ja ympäristövientiin voidaan saada puhtia uusilla sosiaalisilla ympäristöinnovaatioilla. Viemällä ilmasto- ja ympäristöosaamista kehitysmaiden hallintojen tueksi voidaan auttaa hiilineutraalisuuteen tähtäävien prosessien perustamisessa ja muiden ympäristöongelmien ratkaisemisessa, mikä parantaisi myös suomalaisten vihreiden tuotteiden kilpailuasemaa kehittyvillä markkinoilla.

Sidosryhmien näkemyksiä

Ilmasto- ja työllisyyspolitiikan sidosryhmiä on ollut laajasti mukana tämän tutkimuksen tekemisessä. Sidosryhmien näkemyksiä toivotuista toimien poluista kartoitettiin skenaariotyöpajassa, jossa hyödynnettiin tulevaisuustutkimukseen pohjautuvaa backcasting metodologiaa. Lähtökohtana skenaariotyöskentelylle toimivat tutkimuksen pohjalta muodostetut normatiiviset skenaarioaihiot hiilineutraalista ja korkean työllisyyden ($\geq 75\%$ työllisyysasteen) Suomesta.

Skenaariotyöpajasta saatuja syötteitä syvennettiin hankkeen tutkijoiden kanssa peilaamalla niitä tutkimustulosten pohjalta perusteltuihin ilmasto- ja työllisyystoimiin. Niitä jalostettiin edelleen konsortion sisäisessä politiikkasuositusten työpajassa. Sidosryhmille järjestettiin pyöreän pöydän keskustelu, jossa he pääsivät kommentoimaan politiikkasuositusten kirjoa.

Dialogiprosessi sidosryhmien kanssa nosti esiin havaintoja, jotka eivät ole suoraan hankkeen tuloksia, mutta jotka kannattaa ottaa huomioon politiikkatoimien kokonaisuutta suunniteltaessa:

Ilmastoinvestointien aiheuttamaan positiiviseen työllisyysvaikutukseen uskotaan

Sidosryhmät näkivät ilmastopolitiikan potentiaaliset myönteiset työllisyysvaikutukset alueena, jota tulisi tarkastella lisää. Erityisesti nostettiin esiin, että suomalaiset menestyvät vähähiiliteknologiat ovat monesti järjestelmiä, jotka ovat useiden laitteiden, koneiden ja ICT:n ja ohjelmistojen kokonaisuuksia. Näiden kokonaisuuksien suunnittelussa ja rakentamisessa suomalaisilla yrityksissä on erityisosaamista, joihin uusi osaaminen ja työllisyys nojaa.

Suomen kunnianhimoinen hiilineutraalisuustavoite on sidosryhmien näkökulmasta hyödyllinen kansainvälisille markkinoille mentäessä

Suomen kunnianhimoinen hiilineutraalisuustavoite herättää maailmalla kiinnostusta. Alan toimijoiden näkökulmasta tämä vahvistaa suomalaisen vihreän tuotannon vientimahdollisuuksia. Toimialoilla pidettiin tärkeänä, että ilmastotavoite on keskeisessä roolissa Suomen positiivisessa maakuvassa.

Kolmikantainen foorumi ilmastopolitiikan ja työllisyyden kytköksistä toisi vaikuttavuutta ilmastopolitiikkaan

Ilmasto- ja työllisyyspolitiikan ennakoitavuus ja strategisuus ovat sidosryhmien näkökulmasta olennaisia. Hallituksen asettama hiilineutraalisuustavoite 2035 luo ennustettavuutta ja antaa aikaikkunan siirtymälle. Ilmastotavoitteiden kiireellisyys ja toimialojen tarvitsema sopeutumisaika muodostavat haasteen työllisyydelle ja osaamiselle kuten tässä raportissa on kuvattu. Tätä teemaa tulisi säännöllisesti käsitellä ja ratkaisuja kehittää yhdessä työmarkkinaosapuolten kanssa joko erillisessä foorumissa tai esimerkiksi talousneuvoston tai ympäristöpolitiikan pyöreän pöydän kautta.

KIRJALLISUUTTA

- Aarnos, K. (2002). Vihreät sertifikaatit, uusi tapa tukea sähköntuotantoa uusiutuviista energialähteistä. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, VATT-Muistioita 56.
- Acemoglu, D. ja Autor, D. H. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. Teoksessa O. Ashenfelter ja D. E. Card (toim.), Handbook of labour economics (4B, s. 1043-1171). Amsterdam: Elsevier.
- Aichele, R., Felbermayr, G. (2015). Kyoto and carbon leakage: An empirical analysis of the carbon content of bilateral trade. Review of Economics and Statistics, 97(1), 104–115.
- Albrizio, S., Kozluk, T., Zipperer, V. (2017). Environmental policies and productivity growth: evidence across industries and firms. J. Environ. Econ. Manag. 81, 209–226. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2016.06.002>.
- Anderson, J. E., van Wincoop, E. (2003). Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. American Economic Review, 9(1), 170–192.
- Asplund, R., Barth, E., Lundborg, P. ja Nilsen, K. M. (2011). Polarization of the nordic labour markets. Finnish Economic Papers, 24(2), 87-110.
- Asplund, R., Kauhanen, A. ja Maliranta, M. (2012). Työtehtävien ja palkkojen dynamiikka. Etlä b 255. Helsinki: Taloustieto.
- Autor, D. H., Levy, F. ja Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. Quarterly Journal of Economics, 118(4), 1279-1333.
- Balassa, B. (1965). "Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage". The Manchester School of Economic and Social Studies, Vol. 33, 99–123.
- Barbieri, N., Marzucchi, A. and Rizzo, U. (2020) 'Knowledge sources and impacts on subsequent inventions: Do green technologies differ from non-green ones?' Research Policy 49(2): 103901
- Belot, M., Kircher, P. ja Muller, P. (2019). Providing advice to jobseekers at low cost: An experimental study on online advice. Review of Economic Studies, 86(4), 1411-1447.
- Bergamini, E., ja G. Zachmann (2020). "Understanding the European Union's regional potential in low-carbon technologies", Working Paper 07/2020, Bruegel.
- Bhullar, G.S, Bautze, D. Adamtey, N., Armengot, L, Cicek, H., Goldmann, E. Riar, A, Rüegg, J. Schneider, M. Huber, B. (2019.)What is the contribution of organic agriculture to sustainable development? A synthesis of twelve years (2007–2019) of the "long-term farming systems comparisons in the tropics (SysCom)"
- Boolens, J., Cockx, B. ja Lechner, M. (2020). Priority to unemployed immigrants? A causal machine learning evaluation of training in Belgium. Centre for Economic Policy Research, (https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=14270). London.
- Botta, E., Kozluk, T. (2014). Measuring Environmental Policy Stringency in OECD Countries: A Composite Index Approach. OECD Economics Department Working Papers, No. 1177, OECD Publishing, Paris. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/5jxrjnc45gvg-en> <http://dx.doi.org/10.1787/5jxrjnc45gvg-en>
- Burniaux, J. M. ja Truong, T. P. (2002). GTAP-E: an energy-environmental version of the GTAP model. GTAP Technical Papers, 18.
- Business Finland (2020). Vietnamin kunnista hiilineutraalimpia suomalaisratkaisujen avulla. Kehittyvät markkinat, Case 15.04. Vietnamin kunnista hiilineutraalimpia suomalaisratkaisujen avulla - Business Finland
- Busk, H., Holappa, V., Hyartt, M., Laamanen, J.-P. ja Vainiomäki, J. (2020). Työvoiman ammatillisen liikkuvuuden osatekijät ja ohjauskeinot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:10, No. 9522878359.
- Calel, R., Dechezlepretre, A. (2016). Environmental policy and directed technological change: evidence from the European carbon market. Rev. Econ. Stat. 98 (1), 173–191. https://doi.org/10.1162/rest_a_00470.

- Caliendo, M., Künn, S. ja Mahlstedt, R. (2017). The return to labour market mobility: An evaluation of relocation assistance for the unemployed. *Journal of Public Economics*, 148, 136-151.
- Carrington, W. J. ja Fallick, B. (2017). Why do earnings fall with job displacement? *Industrial Relations*, 56(4), 688-722.
- Chateau, J., Saint-Martin, A., Manfredi, T. (2011). Employment impacts of climate change mitigation policies in OECD: A general-equilibrium perspective.
- Cheung, M., Egebark, J., Forslund, A., Laun, L., Rödin, M. ja Vikström, J. (2019). Does job search assistance reduce unemployment? Experimental evidence on displacement effects and mechanisms. IFAU Working paper 2019:25. Uppsala.
- Consoli, D., Marin, G., Marzucchi, A., & Vona, F. (2016). Do green jobs differ from non-green jobs in terms of skills and human capital?. *Research Policy*, 45(5), 1046-1060.
- Copeland, B.R., Taylor, M.S. (2004). Trade, growth, and the environment. *Journal of Economic Literature* 42(1), 7-71.
- Corong, E. L., Hertel, T. W., McDougall, R., Tsigas, M. E., van der Mensbrugghe, D. (2017). The standard GTAP model, version 7. *Journal of Global Economic Analysis*, 2(1), 1-119.
- Crépon, B., Duflo, E., Gurgand, M., Rathelot, R. ja Zamora, P. (2013). Do labour market policies have displacement effects? Evidence from a clustered randomized experiment. *The Quarterly Journal of Economics*, 128(2), 531-580.
- Davis, S. J. ja Haltiwanger, J. (1990). Gross job creation and destruction: Microeconomic evidence and macroeconomic implications. Teoksessa O. Blanchard ja S. Fischer (toim.), *Nber macroeconomics annual* (s. 123-168).
- Davis, S. J. ja Haltiwanger, J. (2014). Labour market fluidity and economic performance. NBER Working Paper No. w20479.
- Davis, S. J. ja von Wachter, T. (2011). Recessions and the costs of job loss. *Brookings Papers on Economic Activity*, 43, 1-72.
- Davis, S. J., Haltiwanger, J. C. ja Schuh, S. (1998). Job creation and destruction. MIT Press
- Dechezleprêtre, A., Sato, M. (2017). The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2), 183-206.
- EU (2011). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 691/2011, annettu 6 päivänä heinäkuuta 2011, Euroopan ympäristötilinpidosta
- EU (2015). (EU) Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2015/2174, ympäristöhyödykkeitä ja -palveluja koskevasta ohjeellisesta luettelosta, Euroopan ympäristötilinpitoa koskevien tietojen toimittamisen esitysmuodosta sekä laatua koskevista raporteista sovellettavista menettelyistä, raporttien rakenteesta ja niiden laadinnan jaksollisuudesta Euroopan ympäristötilinpidosta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) N:o 691/2011 nojalla.
- EU (2019). Financing Sustainable Growth. 190618-sustainable-finance-factsheet_en.pdf (europa.eu)
- EU (2020). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus, (EU) 2020/852, kestävä sijoittamista helpottavasta kehiksestä ja asetuksen (EU) 2019/2088 muuttamisesta. European Parliament briefing 2020. Towards a mandatory EU system of due diligence for supply chains (europa.eu).
- Eurostat (2009). The environmental goods and services sector ISBN 978-92-79-13180-6 ISSN 1977-0375 Cat. No. KS-RA-09-012-EN-N. Handbook on Environmental Goods and Services Sector - Products Manuals and Guidelines - Eurostat (europa.eu)
- Eurostat (2009). The environmental goods and services sector Methodology and Working papers, 2009 edition. ISBN 978-92-79-13180-6 ISSN 1977-0375 Cat. No. KS-RA-09-012-EN-N. Classification of. oi 10.2785/31117. Handbook EGSS final2 (europa.eu)
- EuroWhiteCert (2006). Valkoiset sertifikaatit: periaatteet ja markkinakokemukset. UE:n rahoittaman Intelligent Europe hankkeen esitelehti.
- Fallick, B., Fleischman, C. A. ja Rebitzer, J. B. (2006). Job-hopping in silicon valley: Some evidence concerning the microfoundations of a high-technology cluster. *Review of Economics and Statistics*, 88(3), 472-481.
- Finanssiala, Kaupan liitto & Palta (2020). Palvelualojen osaajabarometri.

- Fingrid (2019). Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2019–2030. <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/kantaverkon-kehittamissuunnitelma/>
- Finlex (2014). Laki EU-ympäristömerkistä 832/2014.
- Finnwatch (2019). Hiilenmustia alihankintaketjuja– Miten suomalaiset yritykset hallitsevat riskimaissa sijaitsevien alihankkijoidensa kasviuonekaasupäästöjä? Ilmasto.indd (finnwatch.org). 2019/5.
- Freire-González, J. (2018). Environmental taxation and the double dividend hypothesis in CGE modelling literature: A critical review. *Journal of Policy Modeling* 40.1 (2018): 194-223.
- Galletta, A. (2013). *Mastering the semi-structured interview and beyond: From research design to analysis and publication* (Vol. 18). NYU press.
- Ghisetti, C., Marzucchi, A. ja Montresor, S. (2015) 'The Open Eco-innovation Mode. An Empirical Investigation of Eleven European Countries' *Research Policy* 44(5): 1080-1093
- Goldschlag, N., Lybbert, T.J., Zolas, N.J. (2019). An 'Algorithmic Links with Probabilities' Crosswalk for USPC and CPC Patent Classifications with an Application Towards Industrial Technology Composition. *Economics of Innovation and New Technology*, (2019): 1-21.
- Hafstead, M. A. C. ja Williams, R. C. (2018). Unemployment and environmental regulation in general equilibrium. *Journal of Public Economics*, 160, 50-65.
- Hafstead, M. A. C. ja Williams, R. C. (2020). Jobs and environmental regulation. *Environmental and Energy Policy and the Economy*, 1, 192-240.
- Hafstead, M. A., Williams III, R. C. ja Chen, Y. (2018). Environmental policy, full-employment models, and employment: A critical analysis. NBER Working Paper No. 24505.
- Hall, B., Jaffe, A., Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of Economics*, 36(1), 16–38.
- Hall, B., Van Reenen, J. (2000): How Effective Are Fiscal Incentives for R&D? A Review of the Evidence, *Research Policy*, vol. 29, no. 4-5, s. 449-469.
- Haltiwanger, J., Scarpetta, S. ja Schweiger, H. (2014). Cross country differences in job reallocation: The role of industry, firm size and regulations. *Labour Economics*, 26(0), 11-25.
- Harju, J., Kyyrä, T., Kärkkäinen, O., Matikka, T., Ojala, L. (2018). Työn tarjonnan mallintaminen osana talouspolitiikan vaikutusarviointia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 72/2018.
- Head, K., Mayer, T. (2014). Gravity equations: Workhorse, toolkit, and cookbook. Chapter 3 in *Handbook of International Economics*, Vol. 4, 131–95. Elsevier B.V
- Helpman, E., Melitz, M., Rubinstein, Y. (2008). Estimating trade flows: trading partners and trading volumes. *Quarterly Journal of Economics*, 123(2), 441–487.
- Honkatukia, J., Simola, A., Airaksinen, M., Vainio, T. (2015). Korjausrakentamisen energiatehokkuusmäärysten aluetaloudelliset vaikutukset. VATT Tutkimukset 182/2015.
- Horn, S., Seppänen, A-M., Winqvist, E., Lehtoranta, S. Luostarinen, S. (2020). Biokaasulaitoksen mädätysjäätännöksen hyödyntämismahdollisuudet – vaihtoehtojen ilmastovaikutukset ja taloudellisuus Suomen ympäristökeskuksen raportteja 42 | 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852&from=EN>
- International Trade Centre (2014). Trade in Environmental Goods and Services: Opportunities and Challenges Geneva: ITC, 2014. v, 35p. (Technical Paper) Doc. No. DMD-14-255.E: ISSN electronic version 2081-8319. ISSN paper version 1642-2597.
- Jäntti, M., Pirttilä, J., Selin, H. (2015). Estimating labour supply elasticities based on cross-country micro data: A bridge between micro and macro estimates. *Journal of Public Economics*, 127, 87–99.
- Kapetaniou, C., & McIvor, C. (2020). Going green: preparing the UK workforce for the transition to a net-zero economy.
- Karhinen, S. (2020). Uusiutuvan energian potentiaali maakunnissa. https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ja_indikaattorit/Uusiutuvan_energian_potentiaali
- Kauhanen, A. (2019). Osaavan työvoiman tarjonta ja työmarkkinat. Teoksessa S. Honkapohja ja V. Vihriälä (toim.), Suomen kasvu – mikä määrää tahdin muuttuvassa maailmassa? Helsinki: Taloustieto Oy.

- Kauhanen, A. (2020). Aktiivinen työvoimapolitiikka. Teoksessa J. Alasalmi, H. Busk, A. Kauhanen, T. Leinonen, S. Solovieva, T. Valkonen ja E. Viikari-Juntura (toim.), Työpolitiikka ja työllisyysaste: Tutkimukseen perustuvia johtopäätöksiä. Helsinki: Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:33.
- Kauhanen, A. ja Riukula, K. (2019). The costs of job loss and task usage. Etna Working Papers 73.
- Kauhanen, A., Maliranta, M., Rouvinen, P. ja Vihriälä, V. (2015). Työn murros –riittääkö dynamiikka? Helsinki: Etna B 269. Taloustieto.
- Kitzing, L., Mitchell, C. ja Morthorst, P.E. (2012). Renewable energy policies in Europe: Converging or diverging?. *Energy Policy* 51: 192–201
- Knaus, M. C., Lechner, M. ja Strittmatter, A. (2020). Heterogeneous employment effects of job search programmes: A machine learning approach. *Journal of Human Resources*.
- Koljonen, T., Aakkula, J., Honkatukia, J., Soimakallio, S., Haakana, M., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kärkkäinen, L., Laitila, J., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Maanavilja, L., Ollila, P., Siikavirta, H., Tuomainen, T. (2020). *Hiilineutraali Suomi 2035: Skenaariot ja vaikutusarviot*. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Technology No. 366. <https://doi.org/10.32040/2242-122X.2020.T366>
- Koljonen, T., Soimakallio, S., Lehtilä, A., Similä, L., Honkatukia, J., Hildén, M., Rehunen, A., Saikku, L., Salo, M., Savolahti, M., Tuominen, P., Vainio, T. (2019). *Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys*. Prime Minister's Office Finland. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja No. 24/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-656-0>.
- Kortelainen, M. (2009). Tutkimuksia ympäristötehokkuuden ja-tuottavuuden mittaamisesta ja analysoinnista. Kansantaloudellinen aikakauskirja, 1/2009
- Koski, H., Ollikka, K., Ylhäinen, I. (2019). Environmental policy, green innovation and market developments. Publication series of the Government's analysis, assessment and research activities, 2019:3.
- Kotamäki, M. (2016). Participation tax rates in Finland, Earned-Income Tax Credit Investigated. Aboa centre for economic discussion paper no.107.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage publications.
- Kuik O, Branger F, Quirion P. (2019). Competitive advantage in the renewable energy industry: evidence from a gravity model. *Renew Energy* 2019;131:472e81
- Kuusi, T., Björklund, M., Kaitila, V., Kokko K, Lehmus, M., Mehling M., Oikarinen T., Pohjola J., Soimakallio S., Wang, M. (2020). Carbon Border Adjustment Mechanisms and Their Economic Impact on Finland and the EU. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2020:48.
- Lancet (2021). Health and economic impact of air pollution in the states of India: The Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Planet Health* 2021; 5: e25–38 Published Online December 22, 2020 [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30298-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30298-9)
- Lancet Commission on pollution and health (2017) The Lancet Commission on pollution and health *The Lancet*, Vol. 391, No. 10119. <https://www.thelancet.com/commissions/pollution-and-health>
- Levinson, A. (2010). Offshoring pollution: is the U.S. increasingly importing polluting goods? *Review of Environmental Economics and Policy* 4(1), 63–83.
- Lybbert, T. J., Zolas, N. J. (2014). Getting patents and economic data to speak to each other: An 'algorithmic links with probabilities' approach for joint analyses of patenting and economic activity. *Research Policy*, 43(3), 530-542.
- Maliranta, M. (2010). Tehtävärakenteiden muutos palkkojen ja tuottavuuden kasvun lähteenä. Teoksessa R. Asplund ja M. Kauhanen (toim.), *Suomalainen palkkarakenne: Muutokset - syyt - seuraukset* (s. 63-82). Etna b245. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Maliranta, M. (2014). Kustannuskilpailukyky kasvumenestyksen ehtona: Mittausta, osatekijöitä ja tulkintaa. Helsinki: Taloustieto (ETLA B264)
- Maliranta, M. ja Rouvinen, P. (2013). Huoli kilpailuvyvystä on aiheellinen. Teoksessa ETLA (toim.), *Muistioita hallitukselle. Talouspolitiikan linjaus keväällä 2013* (s. 16–25).

- Marin, G., & Vona, F. (2019). Climate policies and skill-biased employment dynamics: evidence from EU countries. *Journal of Environmental Economics and Management*, 98, 102253.
- Marx, M., Strumsky, D. ja Fleming, L. (2009). Mobility, skills, and the michigan non-compete experiment. *Management Science*, 55(6), 875-889.
- Molloy, F., Reinikainen, T. (2003). Namibia's Marine Environment. Ministry of Environment and Tourism of Namibia 2003. Pages 153-162. ISBN 0-86976-596-5.
- NDC (2020). Come together raising climate ambition in the first NDC update cycle amidst a global health crisis. NDC update report.
- Nevalainen, J. 2014. Sähkösiirtoverkkoprojektien kustannuslaskennan kehittäminen. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- Nilsson Hakkala, K., Kaitila, V., Kuusi, T., Lehmus, M., Wang, M. (2019). The Economic Impact of EU Free Trade Agreements on Finland and the EU. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2019:70, Prime Minister's Office, Helsinki.
- OECD (2005). Trade that Benefits the Environment and Development – Opening Markets for Environmental Goods and Services, OECD Paris, France.
- OECD/Eurostat (1999), The Environmental Goods and Services Industry: Manual for Data Collection and Analysis, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264173651-en>.
- Ollikainen, M., Seppälä, J., Savolainen, H., Lund, P., Weaver, S., Lounasheimo, J., Sironen, S., Honkatukia, J. & Arasto, A. (2020). Koronan jälkeinen aika: Ilmastotoimet ja vihreä elvytys. Suomen ilmastopaneeli, Raportti 3/2020.
- Ollikka, K. (2013). Uusiutuvien energiamuotojen tukeminen. Kansantaloudellinen aikakauskirja – 109. vsk. – 3/2013
- Opetushallitus (2020). ILO – ilmasto-osaaminen. <https://www.oph.fi/fi/palvelut/ilo-ilmasto-osaaminen-0>
- Peters, J. C. (2016). GTAP-E-Power: An Electricity-detailed Extension of the GTAP-E model. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(2): 156–187
- Picchio, M. ja van Ours, J. C. (2013). Retaining through training even for older workers. *Economics of Education Review*, 32, 29-48.
- Porter, M. (1991). America's green strategy. *Sci. Am.* 264 (4), 168. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican.0491-168>.
- Porter, M.E., Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment competitiveness relationship. *J. Econ. Perspect.* 9 (4), 97–118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Puolamaa, M., Kaplas, M., Reinikainen, T. (1996). Index of Environmental Friendliness - A Methodological Study on the Aggregation of Problem Specific Pressure Data of the Production Phase, Valuation of Environmental Concerns and Formation of the Index of Environmental Friendliness - A Case Study on Manufacturing and Related Industries. Statistics Finland, Eurostat: Environment 1996/13.
- Rakennustieto (2020). Korjausrakentamisen kustannuksia 2020. Rakennustieto Oy, Helsinki.
- Ravishankara, A.R., Daniel, J.S., Portmann, R.W. Nitrous Oxide (N₂O) (2009): The Dominant Ozone-Depleting Substance Emitted in the 21st Century. *Science* 326, 123 (2009).
- Reinikainen, T., Merenheimo, T., Tenhunen, J., Savolahti, H., Rauta, O. (2021). Resurssiviisaustoimenpiteiden vaikuttavuuden mittaaminen kestävien kaupunkien johtamisen tukena. Suomen ympäristökeskuksen raportteja (2021), luonnos.
- Reinikainen, T., Thapa, S., Poudel, S. (2014). Environmental Monitoring and Indicators Network. Proceedings of EMIN I workshop. 2014. ISBN:978-9937-2-8450-9.
- Reinikainen, T. (1993). Suomen suurimmat pistekuormittajat 1990-91. Ympäristökatsaus 1993, Vesi- ja ympäristöhallitus, Ympäristötietokeskus.
- Reinikainen, T. (1996). Suomen ympäristön tulevaisuus. Teoksessa Wahlström, E., Hallanaro, E.-L., Manninen, S. Suomen ympäristökeskus (Edita), 272 s. ISBN 951-37-1835-2.
- Rodrik, D. (2014) 'Green industrial policy', *Oxford Review of Economic Policy* 30(3): 469-491
- SAK (2019). Ilmastotoimien vaikutus työhön ja työntekijöiden asemaan. Julkaisusarja 9/2019. <https://www.sak.fi/serve/ilmastotoimien-vaikutus-tyohon-ja-tyontekijoiden-asemaan>

- Sartor, O., Bataille, C. (2019). Decarbonising Basic Materials in Europe: How Carbon Contracts-for-Difference Could Help Bring Breakthrough Technologies to Market. IDDRI Study No. 6, 2019.
- Sauvage, J. (2014). "The Stringency of Environmental Regulations and Trade in Environmental Goods". OECD Trade and Environment Working Papers 2014/03.
- Savolainen, H., Karhinen, S., Ulvi, T. & Kopsakangas-Savolainen, M. (2019b). Hajautetun uusiutuvan energian aluetaloudellisten vaikutusten arviointi ENVIREGIO-mallilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 31/2019.
- Savolainen, H., Mäenpää, I., Nissinen, A. & Salo, M. (2019a). Tutkimuksen aineisto ja menetelmät. Teoksessa Nissinen, A. & Savolainen, H. (toim.) (2019). Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019, Helsinki.
- Seidel, S (2015)., Patents and the Role of the Multilateral Fund Steve Seidel Resumed 36th Meeting of OEWG, Montreal Protocol. Patents and MLF 10-27-15 (unep.org).
- Smith, L.G., Kirk, G.J.D., Jones, P.J. et al. The greenhouse gas impacts of converting food production in England and Wales to organic methods. *Nat Commun* 10, 4641 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12622-7>.
- Soimakallio, S., Sankelo, P., Kopsakangas-Savolainen, M., Sederholm, C., Auvinen, K., Heinonen, T., Johansson, A., Judl, J., Karhinen, S., Lehtoranta, S., Räsänen, S. & Savolainen, H. (2020). Turpeen rooli ja sen käytöstä luopumisen vaikutukset Suomessa. Sitra, tekninen raportti.
- Strietska-Ilina, O., Hofmann, C., Haro, M. D., Jeon, S. (2012). Skills for green jobs: A global view. Geneva: International Labour Organisation.
- SULPU (2020), Lämpöpumpputilastot, SULPU lämpöpumpputilasto 2020, kuvaajat.pdf
- Suomen virallinen tilasto (2018). Asumisen energiankulutus 2018. Asuinrakennusten päälämmönlähteiden kehitys 2010-luvulla. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 25.2.2021]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_kat_001_fi.html
- Tagliapietra, S. ja Veugelers, R., (2020). A green industrial policy for Europe. Bruegel, blueprint series 31
- Tamminen, S., Leinonen, T., Haanperä, O., Honkatukia, J. (2019). How to implement a larger environmental tax reform in Finland. Potential instruments and impacts. SITRA Technical report.
- Tanayama, T., Ylä-Anttila, P. (2009): Verokannustimet innovaatiopolitiikan välineenä. Etlä Keskusteluaiheita, 1189.
- The Government of the Republic of Korea (2020). 2050 Carbon Neutral Strategy of the Republic of Korea Towards a sustainable and green society. 201230_2050 Carbon Neutral Strategy of the Republic of Korea(내지(4차수정).hwp (unfccc.int).
- Tilastokeskus (2020), Ympäristö ja luonnonvarat 2020: Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2019. ISBN 978–952–244–660–2 (pdf).
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2017). Kasvua ja työpaikkoja kestävästä ratkaisusta – Selvitys biotalouden, cleantechin sekä kiertotalouden kasvun ja työpaikkojen dynamiikasta. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 39/2017.
- Työ ja elinkeinoministeriö (2021), Kestävä talouskasvu ja hyvinvointimme tulevaisuus. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja • Yritykset • 2021:12 ISBN pdf: 978-952-327-599-7 ISSN pdf: 1797-3562.
- Wahlström, E., Reinikainen, T. & Hallanaro, E.-L. (1992). Ympäristön Tila Suomessa (365 p.). Vesi- ja ympäristöhallitus, Ympäristötietokeskus. Gaudeamus, Helsinki 1992. ISBN 951-662-523-1.
- Valtiovarainministeriö (2020). VM (2020). Kansallinen julkisten hankintojen strategia 2020. Valtiovarainministeriö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020090768680>.
- van der Mensbrugge, D. (2018). The Standard GTAP Model in GAMS, Version 7. *Journal of Global Economic Analysis*, 3(1), 1–83.
- van Leeuwen, G. & Mohnen, P. (2017) Revisiting the Porter hypothesis: an empirical analysis of Green innovation for the Netherlands, *Economics of Innovation and New Technology*, 26:1-2, 63-77, DOI: 10.1080/10438599.2016.1202521 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1202521> do not affect TFP directly.

- Wang, Y., Sun, X., Guo, X. (2019). Environmental regulation and green productivity growth: Empirical evidence on the Porter Hypothesis from OECD industrial sectors, *Energy Policy*, Volume 132, 2019, pp. 611-619.
- Vohra K, Vodonos A, Schwartz J, et al (2021). Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel combustion: Results from GEOS-Chem. *Environ Res* 2021; doi: 10.1016/j.envres.2021.110754.
- WTO (2005), Synthesis of submissions on environmental goods, informal note by the Secretariat, TN/TE/W/63, 17.
- WTO (2009). Communication under paragraph 31 (III) of the Doha Ministerial Declaration, JOB(09)/132, Committee on Trade and Environment Special Session, World Trade Organization, 9 October 2009, Geneva.
- Wunsch, C. (2016). How to minimize lock-in effects of programs for unemployed workers. *IZA World of Labour*, 2016: 288.
- Yotov, Y. V., Piermartini R., Monteiro, J.-A. & Larch, M. (2016). *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. WTO Publications.

Liite 1 Vihreät tuotteet ulkomaankauppa-analyysi

Tässä liitteessä on lueteltu luvussa 4.1 tarkasteltujen vihreiden tuotteiden suppean ja laajan tuoteryhmän sisältö.

Suppea tuotelista

- 220710 Denaturoimaton etyylialkoholi
- 252100 Sulatuskalkkikivi
- 252220 Sammutettu kalkki
- 280110 Kloori
- 281610 Magnesiumhydroksidi ja –peroksidi
- 290511 Metanoli (metyylialkoholi)
- 320910 Maalit ja lakat, jotka perustuvat vettä sisältävään väliaineeseen dispergoituihin tai liuotettuihin synteettisiin polymeereihin tai kemiallisesti muunnettuihin luonnonpolymeereihin, akryyli- tai vinyylipolymeereihin perustuvat
- 320990 Maalit ja lakat, jotka perustuvat vettä sisältävään väliaineeseen dispergoituihin tai liuotettuihin synteettisiin polymeereihin tai kemiallisesti muunnettuihin luonnonpolymeereihin, muut
- 840681 Höyryturbiinit, teho suurempi kuin 40 MW
- 840682 Höyryturbiinit, teho enintään 40 MW
- 840690 Höyryturbiinit, osat
- 841011 Hydrauliset turbiinit ja vesipyörät, teho enintään 1 000 kW
- 841012 Hydrauliset turbiinit ja vesipyörät, teho suurempi kuin 1 000, mutta enintään 10 000 kW
- 841013 Hydrauliset turbiinit ja vesipyörät, teho suurempi kuin 10 000 kW
- 841090 Hydrauliset turbiinit ja vesipyörät, osat, myös säätimet
- 841581 Ilmastointilaitteet
- 841861 Muut jäähdytys- tai jäädytyslaitteet ja –laitteistot; lämpöpumput
- 841869 Muut jäähdytys- tai jäädytyslaitteet ja –laitteistot; muut
- 841911 Vedenkuumennuslaitteet ja kuumanvedenvaraajat, kaasulla toimivat
- 841919 Vedenkuumennuslaitteet ja kuumanvedenvaraajat, muut kuin sähköllä tai kaasulla toimivat
- 841950 Lämmönsiirtimet
- 841960 Ilman tai muun kaasun nesteytyslaitteet
- 841989 Jäähdytystornit ja vastaavat laitokset vesikierron avulla tapahtuvaa suoraa jäähdytystä varten; tyhjiöhöyrystyslaitokset metallilla pinnoittamista varten
- 841990 Koneet ja laitteet aineiden käsittelyä varten lämpötilan muutoksen käsittävällä menettelyllä; vedenkuumennuslaitteet ja kuumanvedenvaraajat, osat
- 842139 Kaasujen suodatus- tai puhdistuskoneet ja –laitteet
- 842199 Kaasujen suodatus- tai puhdistuskoneet ja –laitteet, osat
- 850161 Vaihtovirtageneraattorit, antoteho enintään 75 kVA
- 850162 Vaihtovirtageneraattorit, antoteho suurempi kuin 75 kVA, mutta enintään 375 kVA
- 850163 Vaihtovirtageneraattorit, antoteho suurempi kuin 375 kVA, mutta enintään 750 kVA
- 850164 Vaihtovirtageneraattorit, antoteho suurempi kuin 750 kVA
- 850231 Sähkögeneraattoriyhdistelmät ja pyörivät sähkömuuttajat, tuulivoimalla toimivat

- 850680 Muut galvaaniset parit ja paristot
- 850720 Muut lyijyakut
- 850730 Nikkeli–kadmiumakut
- 850740 Nikkeli–rauta–akut
- 850790 Sähköakut sekä niihin kuuluvat erottimet, osat
- 854140 Valolle herkät puolijohdekomponentit, mukaan lukien fotojännitekennot, myös jos ne on koottu moduuleiksi tai paneeleiksi; valodiodit
- 901580 Geodeettiset, hydrografiset, oseanografiset, hydrologiset, meteorologiset tai geofysikaaliset kojeet ja laitteet, muut kojeet ja laitteet
- 902511 Lämpömittarit ja pyrometrit, muihin kojeisiin yhdistämättömät, nestetäyttöiset, suoranäyttöiset
- 902519 Lämpömittarit ja pyrometrit, muihin kojeisiin yhdistämättömät, muut
- 902580 Lämpömittarit ja pyrometrit, muihin kojeisiin yhdistämättömät, muut kojeet
- 902590 Densimetrit, areometrit ja niiden kaltaiset uppomittarit, lämpömittarit, pyrometrit, ilmapuntarit, hygrometrit ja psykrometrit, osat ja tarvikkeet
- 902680 Kojeeet ja laitteet nesteiden tai kaasujen virtauksen, pinnan korkeuden, paineen tai muiden vaihtelevien ominaisuuksien mittaamista tai tarkkailua varten, muut kojeet ja laitteet
- 902690 Kojeeet ja laitteet nesteiden tai kaasujen virtauksen, pinnan korkeuden, paineen tai muiden vaihtelevien ominaisuuksien mittaamista tai tarkkailua varten, osat ja tarvikkeet
- 902710 Kaasu– tai savuanalysilaitteet
- 902720 Kromatografitt ja elektroforeesilaitteet
- 902730 Spektrometrit, spektrofotometrit ja optista säteilyä käyttävät spektrografitt
- 902750 Muut optista säteilyä käyttävät kojeet ja laitteet
- 902780 Muut kojeet ja laitteet fysikaalista tai kemiallista analyysiä varten
- 902790 Mikrotomit; osat ja tarvikkeet
- 902830 Sähkömittarit
- 902890 Kaasun, nesteen tai sähkön kulutus– tai tuotantomittarit, osat ja tarvikkeet
- 903010 Ionisoivan säteilyn mittaus– tai toteamiskojeet ja –laitteet
- 903149 Muut mittaus– tai tarkkailukojeet, –laitteet ja –koneet, mm. profiiliprojektoritt
- 903180 Muut mittaus– tai tarkkailukojeet, –laitteet ja –koneet, muualle kuulumattomat
- 903210 Automaattiset säätö– tai valvontakojeet ja –laitteet, termostaatitt
- 903220 Automaattiset säätö– tai valvontakojeet ja –laitteet, paineensäätimet
- 903281 Automaattiset säätö– tai valvontakojeet ja –laitteet, muut, hydrauliset tai pneumaattiset
- 903289 Automaattiset säätö– tai valvontakojeet ja –laitteet, muut, muut

Laaja tuotelista

Edellä olevat suppean listan tuotteet sekä lisäksi seuraavat tuotteet:

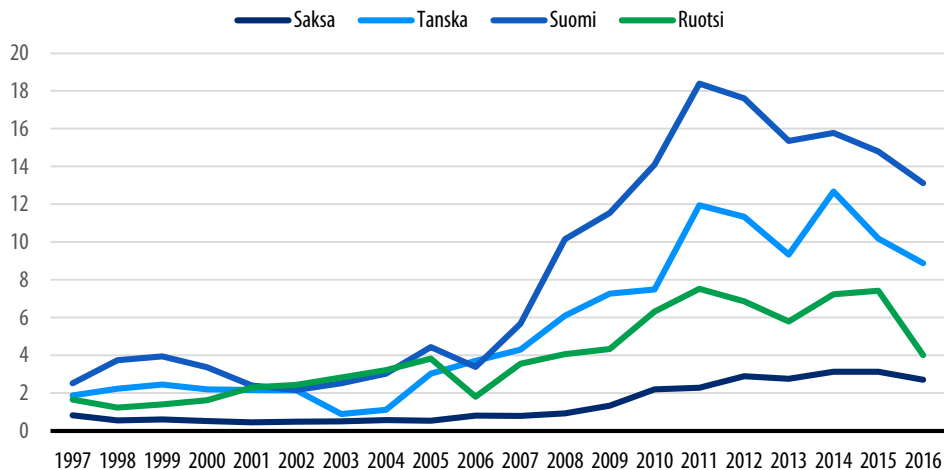
- 381500 Reaktion käynnistäjät, reaktion kiihdyttimet ja katalyyttiset valmisteet, muualle kuulumattomat
- 392030 Muut laatat, levyt, kalvot, kaistaleet ja nauhat, styreenipolymeereista valmistetut
- 392111 Muut huokoiset laatat, levyt, kalvot ja kaistaleet, styreenipolymeereista valmistetut
- 392113 Muut huokoiset laatat, levyt, kalvot ja kaistaleet, polyuretaaneista valmistetut
- 680610 Kuonavilla, kivivilla ja niiden kaltainen kivennäisvilla

- 680690 Kuonavilla, kivivilla ja niiden kaltainen kivennäisvilla
- 700800 Monikerroksiset eristyslaselementit
- 701990 Lasikuidut (myös lasivilla) ja niistä valmistetut tavarat, muut
- 730820 Tornit ja ristikkomastot
- 730890 Rakenteet ja rakenteiden osat, muut
- 840410 Höyrykehittimien ja kattiloiden apulaitteet
- 840420 Höyrykoneiden lauhduttimet
- 840490 Höyrykehittimien ja kattiloiden apulaitteet; höyrykoneiden lauhduttimet, osat
- 840510 Generaattorikaasu- tai vesikaasugeneraattorit, myös puhdistimineen; aseptyleenikaasugeneraattorit ja niiden kaltaiset vesimenetelmällä toimivat kaasugeneraattorit
- 841181 Muut kaasuturbiinit, teho enintään 5 000 kW
- 841182 Muut kaasuturbiinit, teho suurempi kuin 5 000 kW
- 841199 Suihkuturbiinimoottorit, potkuriturbiinimoottorit ja muut kaasuturbiinit, osat
- 841280 Muut voimakoneet ja moottorit, muut
- 841290 Muut voimakoneet ja moottorit, osat
- 841410 Tyhjiöpumput
- 841430 Kompressorit, jollaisia käytetään jäähdytyslaitteissa
- 841440 Pyöräalustalle asennetut vedettävät ilmakompressorit
- 841459 Aksiaali-, keskipako- ym. tuulettimet
- 841480 Ilma- tai tyhjiöpumput, ilma- ja muut kaasukompressorit sekä tuulettimet, muut
- 841490 Ilma- tai tyhjiöpumput, ilma- ja muut kaasukompressorit sekä tuulettimet, osat
- 841780 Teollisuus- tai laboratoriuunit, muut
- 841790 Teollisuus- tai laboratoriuunit, osat
- 842220 Koneet ja laitteet pullojen tai muiden astioiden puhdistamista tai kuivaamista varten
- 842490 Mekaaniset nesteen tai jauheen ruiskutus-, hajotus- tai sumutuslaitteet, osat
- 847439 Koneet ja laitteet maalajien, kiven, malmien tai muun jähmeän kivennäisaineen lajittelua, seulomista yms. varten, muut
- 847982 Koneet sekoittamista, vaivaamista, murskaamista, jauhamista, seulomista, homogenoimista, emulgoimista tai hämmmentämistä varten
- 847989 Muut koneet ja mekaaniset laitteet, joilla on itsenäinen tehtävä
- 848340 Hammas- tai kitkapyörästöt, ketjupyörät ja muut voimansiirtoelimet; kuula- tai rullaruuvit; vaihdelaatikot ja muut vaihteistot, myös momentinmuuntimet
- 848360 Akselikytkimet
- 850220 Generaattoriyhdistelmät, joissa on kipinäsytytteinen mäntämoottori
- 850239 Sähkögeneraattoriyhdistelmät ja pyörivät sähkömuuttajat, muut
- 850300 Osat, jotka soveltuvat käytettäväksi yksinomaan tai pääasiallisesti nimikkeen 8501 tai 8502 koneissa
- 850421 Neste-eristeiset muuntajat, teho enintään 650 kVA
- 850422 Neste-eristeiset muuntajat, teho suurempi kuin 650 kVA, mutta enintään 10 000 kVA
- 850423 Neste-eristeiset muuntajat, teho suurempi kuin 10 000 kVA
- 850431 Muut muuntajat, teho enintään 1 kVA
- 850432 Muut muuntajat, teho suurempi kuin 1 kVA, mutta enintään 16 kVA
- 850433 Muut muuntajat, teho suurempi kuin 16 kVA, mutta enintään 500 kVA
- 850434 Muut muuntajat, teho suurempi kuin 500 kVA

- 850440 Staattiset muuttajat
- 850490 Sähkömuuttajat, staattiset sähkömuuttajat ja induktorit, osat
- 851410 Teollisuudessa tai laboratorioissa käytettävät sähköuunit, vastuslämpöuunit
- 851420 Teollisuudessa tai laboratorioissa käytettävät sähköuunit, induktion tai dielektrisen häviön avulla toimivat uunit
- 851430 Teollisuudessa tai laboratorioissa käytettävät sähköuunit, muut uunit
- 851490 Teollisuudessa tai laboratorioissa käytettävät sähköuunit, osat
- 853710 Taulut, paneelit, konsolit, pöydät, kaapit ja muut alustat sähköistä ohjausta tai sähkönjakelua varten sekä numeeriset ohjauslaitteet, enintään 1 000 V:n jännitettä varten
- 853720 Taulut, paneelit, konsolit, pöydät, kaapit ja muut alustat sähköistä ohjausta tai sähkönjakelua varten sekä numeeriset ohjauslaitteet, suurempaa kuin 1 000 V:n nimellisjännitettä varten
- 853921 Volframihalogeenilamput
- 853931 Loistelamput ja -putket
- 853932 Elohopea- tai natriumhöyrylamput; metallihalidilamput
- 860110 Ulkoisella virtalähteellä toimivat veturit
- 860120 Sähköakuilla toimivat veturit
- 860210 Dieselsähköveturit
- 860290 Muut veturit
- 860310 Ulkoisella virtalähteellä toimivat itseliikkuvat rautatie- tai raitiotievaunut
- 860390 Muut itseliikkuvat rautatie- tai raitiotievaunut
- 860400 Rautatien tai raitiotien kunnossapito- tai huoltovaunut, myös itseliikkuvat
- 860711 Moottoriteltit ja bissel-moottoriteltit
- 860712 Muut telit ja bissel-telit
- 860719 Muut telit, bissel-telit, akselit ja pyörät sekä niiden osat
- 860721 Ilmajarrut ja niiden osat
- 860729 Muut jarrut ja niiden osat
- 860730 Koukut ja muut kytkinlaitteet, puskurit sekä niiden osat
- 860791 Veturien laakeripesät ja niiden osat, muut
- 860799 Rautatien tai raitiotien veturien tai muun liikkuvan kaluston osat, muut
- 860800 Rautatie- tai raitiotieradan varusteet ja kiinteät laitteet; niiden osat
- 870290 Moottoriajoneuvot vähintään 10 henkilön kuljettamiseen, muut kuin puristussytytteinen mäntämoottori
- 870390 Autot ja muut moottoriajoneuvot, pääasiallisesti henkilökuljetukseen suunnitellut, muut kuin mäntämoottorilla varustetut
- 871200 Polkupyörät
- 902810 Kaasumittarit
- 902820 Nestemittarit
- 940510 Kattokruunut ja muut katto- tai seinävalaisimet, sähköllä toimivat
- 940520 Pöytä-, kirjoituspöytä-, vuode- tai jalkalamput, sähköllä toimivat
- 940540 Muut sähkövalaisimet ja -valaistusvarusteet

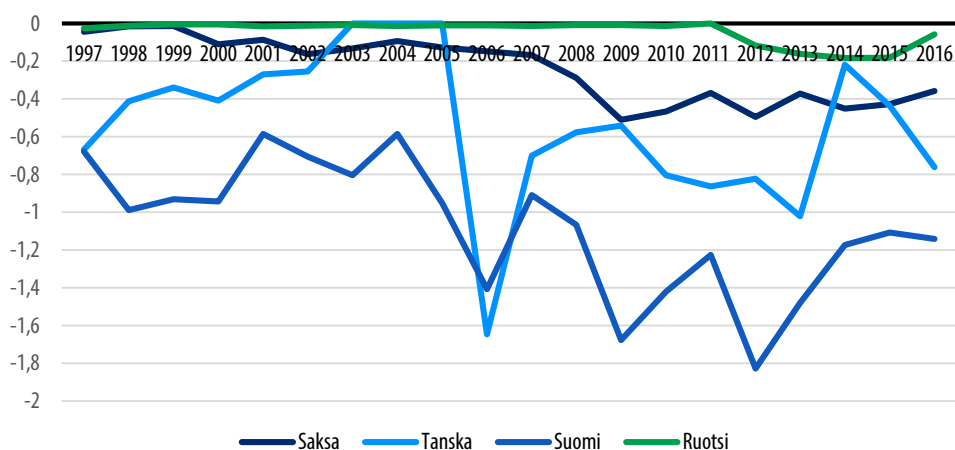
Kilpailukykyä selittävien muuttujien vertailua maiden välillä

Kuvio L1.1. Vihreiden teknologioiden T&K:n vaikutus vihreään vientiin, prosenttivaikutus vihreiden tuotteiden vientiosuuteen



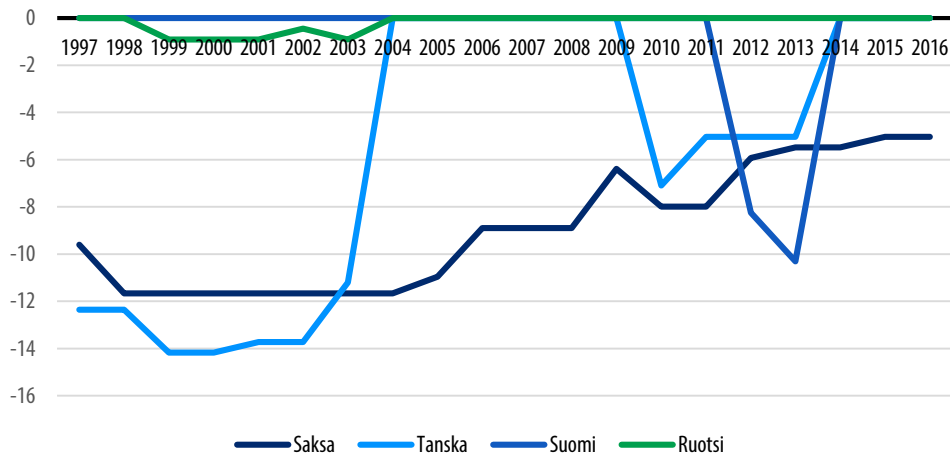
Lähde: Kirjoittajien malliperusteiset laskelmat (sääntelyä erittelevä malli 2). Huomioita: Kuvaajassa mallin ennustetta patenttisitaattien määrän vaikutuksesta vientiosuuteen (mallin parametrierrointa kerrottuna patenttisitaattien määrällä) verrataan eri maiden osalta. Kuvaajassa 1 yksikkö merkitsee yhden prosentin lisäystä vientiosuuteen.

Kuvio L1.2. Fossiilisten teknologioiden T&K:n vaikutus vihreään vientiin, prosenttivaikutus vihreiden tuotteiden vientiosuuteen



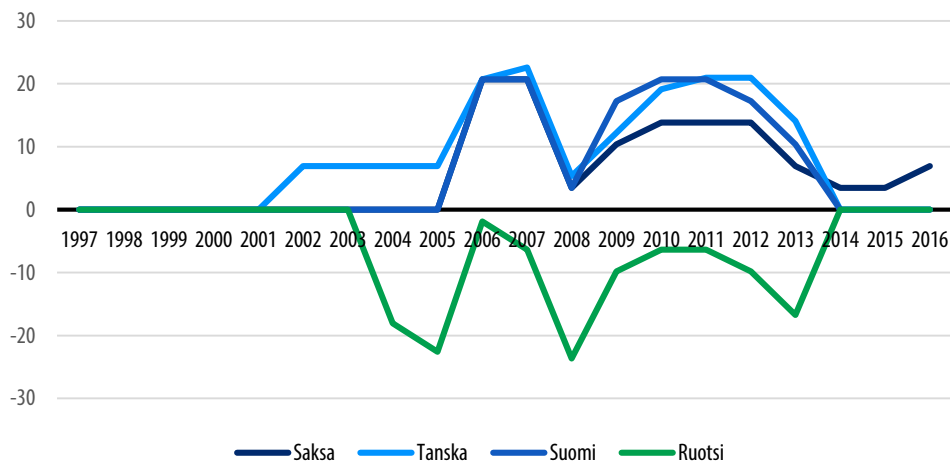
Lähde: Kirjoittajien malliperusteiset laskelmat (sääntelyä erittelevä malli 2). Huomioita: Kuvaajassa mallin ennustetta patenttisitaattien määrän vaikutuksesta vientiosuuteen (mallin parametrierrointa kerrottuna patenttisitaattien määrällä) verrataan eri maiden osalta. Kuvaajassa 1 yksikkö merkitsee yhden prosentin lisäystä vientiosuuteen.

Kuvio L1.3. Syöttötariffien vaikutus vihreään vientiin, prosenttivaikutus vihreiden tuotteiden vientiosuuteen



Lähde: Kirjoittajien malliperusteiset laskelmat (säätelyä erittelevä malli 2). Huomioita: Kuvaajassa mallin ennustetta patenttisaattien määrän vaikutuksesta vientiosuuteen (mallin parametrierrointa kerrottuna patenttisaattien määrällä) verrataan eri maiden osalta. Kuvaajassa 1 yksikkö merkitsee yhden prosentin lisäystä vientiosuuteen.

Kuvio L1.4. Päästökaupan ja sertifikaattien vaikutus vihreään vientiin, prosenttivaikutus vihreiden tuotteiden vientiosuuteen



Lähde: Kirjoittajien malliperusteiset laskelmat (säätelyä erittelevä malli 2). Huomioita: Kuvaajassa mallin ennustetta patenttisaattien määrän vaikutuksesta vientiosuuteen (mallin parametrierrointa kerrottuna patenttisaattien määrällä) verrataan eri maiden osalta. Kuvaajassa 1 yksikkö merkitsee yhden prosentin lisäystä vientiosuuteen.

Liite 2 Julkisen sektorin investointikohteiden kustannusjakaumat

Taulukko 1. Luvussa 4.1.2 mainitut julkisen sektorin investointikohteiden kustannusjakaumat, kohdistaminen ENVIMAT-tuoteryhmille ja tuoteryhmien kotimaisuusosuudet.

Investointi- kohde	Kustannusjakauma	Osuus	Mallin tuoteryhmä	Kotimaisuus- osuus
Alle 11 kW latausasema	Selvitys ja suunnittelu	10 %	Tekniset palvelut	96 %
	Sähkötyöt (asennus)	60 %	Asuinrakennukset	100 %
	Maanrakennustyöt	5 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Latauslaitteet	20 %	Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjake- lu- ja -valvontalaitteet	20 %
	Kaupan katteet (20 % latauspisteen arvosta)	5 %	Muut kaupan palvelut	96 %
Yli 11 kW latausasema	Selvitys ja suunnittelu	8 %	Tekniset palvelut	96 %
	Sähkötyöt (asennus)	25 %	Asuinrakennukset	100 %
	Maanrakennustyöt	17 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Latauslaitteet	40 %	Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjake- lu- ja -valvontalaitteet	0 %
	Kaupan katteet (20 % latauspisteen arvosta)	10 %	Muut kaupan palvelut	96 %
Pikalataus- asema	Selvitys ja suunnittelu	5 %	Tekniset palvelut	96 %
	Sähkötyöt (asennus)	18 %	Asuinrakennukset	100 %
	Maanrakennustyöt	10 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Latauslaitteet	54 %	Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjake- lu- ja -valvontalaitteet	0 %
	Kaupan katteet (20 % latauspisteen arvosta)	13 %	Muut kaupan palvelut	96 %
Pikaraitiotiet	Maarakennus- ja katu- tekniikka	31 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %

Investointi- kohde	Kustannusjakauma	Osuus	Mallin tuoteryhmä	Kotimaisuus- osuus
	Raitiotien päällysrakenne	15 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Sillat ja taitorakenteet	10 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Sähkörakentaminen	11 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Turvalaitteet ja tietoliikenne	3 %	Muut sähkölaitteet	20 %
	Johtosiirrot	10 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Talonrakentaminen	9 %	Muut talonrakennukset	100 %
	Rakentamissuunnittelu	5 %	Tekniset palvelut	96 %
	Rakennuttaminen	5 %	Rakennuttaminen ja raken- nushankkeiden kehittäminen	100 %
Maalämpö- pumput	Pumppu ym. laitteistot	28 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut ko- neet	15 %
	Sähkötyöt (asennus)	27 %	Asuinrakennukset	100 %
	Kaivon poraus	38 %	Asuinrakennukset	100 %
	Kaupan katteet (20 % lait- teistosta)	7 %	Muut kaupan palvelut	96 %
Ilma-vesiläm- pöpumput	Pumppu ym. laitteistot	48 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut ko- neet	15 %
	Sähkötyöt (asennus)	40 %	Asuinrakennukset	100 %
	Kaupan katteet (20 % laitteistosta)	12 %	Muut kaupan palvelut	96 %
Energiäte- hokkuusre- montit	Ikkunat ja listat	50 %	Puutuotteet	83 %
	Lämmöneristeet (selluvilla)	9 %	Paperi-, kartonki- ja pahvi- tuotteet	70 %
	Lämmöneristeet (lasivilla)	9 %	Lasi ja lasituotteet	47 %
	Lämmöneristeet (vuorivilla)	9 %	Muut ei-metalliset mineraa- lituotteet	76 %
	Asennustyöt	23 %	Asuinrakennukset	100 %
Syvä maa- lämpö	Pumput ja laitteet	25 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut ko- neet	10 %

Investointi- kohde	Kustannusjakauma	Osuus	Mallin tuoteryhmä	Kotimaisuus- osuus
	Lämmönlähde (porakaivot, lämmönkeruuputkistot jne)	40 %	Muut talonrakennukset	100 %
	Asennus	25 %	Teollisuuden koneiden ja laitteiden asennuspalvelut	100 %
	Muut kulut	10 %	Muut talonrakennukset	100 %
Aurinkovoimamat	Paneelit ja invertteri	48 %	Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjake- lu- ja -valvontalaitteet	5 %
	Maanrakennus (asennus ja tarvikkeet)	44 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Sähköasennus	4 %	Muut talonrakennukset	100 %
	Suunnittelu	4 %	Tekniset palvelut	96 %
Kattilavaihdot		2 %	Metallisäiliöt, -altaat ja -astiat	73 %
Kustannusjakauma vastaa energiasektorin		10 %	Höyrykattilat (pl. keskuslämmityskattilat)	88 %
keskimääräistä kaukolämpölaitosinvestointia		0 %	Elektroniset komponentit ja piirilevyt	14 %
		0 %	Tietokoneet ja niiden oheislaitteet	1 %
		1 %	Viestintälaitteet	35 %
		1 %	Mittaus-, testaus- ja navigointilaitteet; kellot	10 %
		7 %	Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjake- lu- ja -valvontalaitteet	47 %
		2 %	Sähköjohdot ja kytkentälaitteet	31 %
		6 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut koneet	10 %
		3 %	Muut yleiskäyttöön tarkoitetut koneet	56 %
		16 %	Muut talonrakennukset	100 %
		31 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %

Investointi- kohde	Kustannusjakauma	Osuus	Mallin tuoteryhmä	Kotimaisuus- osuus
		11 %	Muut kaupan palvelut	96 %
		3 %	Tietokoneiden ohjelmointi- ja konsultointipalvelut ja niihin liittyvät palvelut	49 %
		7 %	Tekniset palvelut	96 %
		1 %	Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen	12 %
Energian varastointi	Kaivoskäytävien louhinta	21 %	Muut talonrakennukset	100 %
(pumppu-voimala)	Betonirakenteet	8 %	Betoni-, kipsi- ja sementti-tuotteet	95 %
	Metallirakenteet	3 %	Metallirakenteet	82 %
	Pumppulaitteisto	8 %	Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjake-lu- ja -valvontalaitteet	47 %
	Pumppulaitteisto	17 %	Sähköjohdot ja kytkentälaitteet	31 %
	Pumppulaitteisto	29 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut koneet	10 %
	Muu rakentaminen	15 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Kantaverkon kehittäminen	Voimajohdot (55 % kokonaisuudesta)		
	Projektointi	3 %	Rakennuttaminen ja rakennushankkeiden kehittäminen	100 %
	Suunnittelu	1 %	Tekniset palvelut	96 %
	Maanrakennustyöt ja -materiaalit	24 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Pylvästyöt ja -materiaalit	34 %	Metallirakenteet	82 %
	Johdintyöt ja -materiaalit	30 %	Sähköjohdot ja kytkentälaitteet	31 %
	Muut työt ja materiaalit	4 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Purkamiset	3 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %

Investointi- kohde	Kustannusjakauma	Osuus	Mallin tuoteryhmä	Kotimaisuus- osuus
	Sähköasemat (45 % kokonai- suudesta)			
	Projektointi	8 %	Rakennuttaminen ja raken- nushankkeiden kehittäminen	100 %
	Suunnittelu	4 %	Tekniset palvelut	96 %
	Maanrakennus	6 %	Maa- ja vesirakentaminen	100 %
	Pylväsmateriaalit	6 %	Metallirakenteet	82 %
	Johdin- ja kaapelimateriaalit	11 %	Sähköjohdot ja kytkentälait- teet	31 %
	Laitteet	25 %	Sähkömoottorit, -generaatto- rit, -muuntajat ja sähkönjake- lu- ja -valvontalaitteet	47 %
	Releet	9 %	Sähkömoottorit, -generaatto- rit, -muuntajat ja sähkönjake- lu- ja -valvontalaitteet	47 %
	Apujärjestelmät	6 %	Muut koneet ja laitteet (in- vestointihyödykkeen tuote- jakauma)	66 %
	Asennukset	21 %	Muut talonrakennukset	100 %
	Koestukset	5 %	Teollisuuden koneiden ja lait- teiden asennuspalvelut	100 %

Liite 3 Kysely ympäristöratkaisujen vientiä harjoittaville yrityksille



Kysely ympäristötuotteiden ja -ratkaisujen vientiä harjoittaville tai siihen tähtääville yrityksille

Valtioneuvoston tutkimus- ja selvitystoiminta (VM/8740/2020)

I Taustakysymykset

Vastaajan nimi:

Sähköpostiosoite:

Saako Siruun olla yhteydessä mahdollisista haastattelua varten (kyllä/ei):

A) Taustakysymykset yrityksestä

Yrityksen nimi:

Yrityksen toimiala:

Yrityksen liikevaihto 2019:

Henkilöstö Suomessa (arvio):

Henkilöstö ulkomailla (arvio):

B) Taustakysymyksiä yrityksenne ilmastotavoitteista ja tuotteista

2) Missä määrin seuraavat ilmasto- ja ympäristöasioiden merkitystä koskevat väittämät kuvaavat yritystänne ja sen tuotteita? (1= ei pidä paikkansa, 2= jossain määrin, 3 = pitää paikkansa)

	1	2	3
Ilmastonsuojelu otetaan huomioon yrityksenne kaikessa toiminnassa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonsuojelu kuuluu tavoitteisiimme, mutta se ei ole meille keskeinen lähtökohhta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastonsuojelu ei ole meille oleellista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yli puolet tuotteistamme on ilmaston kannalta aliansa parhaimmistoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3) Onko yrityksellänne ympäristövisio, -strategia- ja/tai politiikka?

Kyllä. Linkki dokumenttiin, mikäli saatavilla:

Valmistella

Ei

4) Onko yrityksellänne sertifioitu ympäristöjohtamisjärjestelmä?

Kyllä

Valmistella

Ei

5) Onko yrityksenne tuotteilla/palveluilla ympäristömerkintä, esimerkiksi EU:n ekomekintä, Pohjoismainen joutsenmerkintä tms.?

Kyllä. Millä tuotteilla ja mikä ympäristömerkintä?

Valmistella

Ei

C) Taustakysymyksiä viennistä

6) Yrityksenne tuotteiden/ratkaisujen viennin arvo?

miljoonaa € 2018?

miljoonaa € 2019?

7) Yrityksenne viennin viisi tärkeintä kohdemasta?

1)

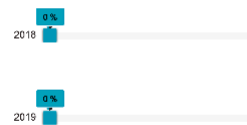
2)

3)

4)

5)

8) Ympäristötuotteiden ja -ratkaisujen (ympäristöviennin) osuus yrityksenne viennin volyymistä vuosina 2018 ja 2019? Valitse summittainen prosentuaalinen arvio



II Kysymykset tuotteista ja tuoteryhmistä

9) Mitä ovat yrityksenne parhaat ekologiset "lippulaivat tuotteet" ja ympäristöratkaisu? Mainitse 1-3 tuotetta, tuoteryhmää, ympäristöratkaisua, joihin sisältyy ympäristön kannalta ratkaisevia innovaatioita.

1. tuote, tuoteryhmä tai ympäristöratkaisu:

4) Onko ko. tuotteella ympäristömerkintä? (valitse valitsoehto tiputusvalikosta)

Ei ympäristömerkintää

EU:n ympäristömerkintä

Pohjoismainen joutsenmerkintä

Blue angel-ympäristömerkintä

EU:n energiamerkintä

Joku muu

b) Minkä tyyppinen tuote on kyseessä (valitse vaihtoehto tiputusvalikosta)

- Ympäristötutkittuun aiempaa kehittyneempi ja markkinoilla oleva teknologia
- Aiempia teknologioita korvaava uusi fyysinen tuote/tuoteryhmä
- Dematerialisaatioon (esim. digitaalisoinnin kautta) perustuva ratkaisu
- Kombinaatio edellisistä

2. tuote, tuoteryhmä tai ympäristöratkaisu

a) Onko ko. tuotteella ympäristömerkintä? (valitse vaihtoehto tiputusvalikosta)

- Ei ympäristömerkintää
- EU:n ympäristömerkintä
- Pohjoismainen joutunenmerkintä
- Blue angel-ympäristömerkintä
- EU:n energiamerkintä
- Joku muu

b) Minkä tyyppinen tuote on kyseessä? (valitse vaihtoehto tiputusvalikosta)

- Ympäristötutkittuun aiempaa kehittyneempi ja markkinoilla oleva teknologia
- Aiempia teknologioita korvaava uusi fyysinen tuote/tuoteryhmä
- Dematerialisaatioon (esim. digitaalisoinnin kautta) perustuva ratkaisu
- Kombinaatio edellisistä

3. tuote, tuoteryhmä tai ympäristöratkaisu

a) Onko ko. tuotteella ympäristömerkintä? (valitse vaihtoehto tiputusvalikosta)

- Ei ympäristömerkintää
- EU:n ympäristömerkintä
- Pohjoismainen joutunenmerkintä
- Blue angel-ympäristömerkintä
- EU:n energiamerkintä
- Joku muu

b) Minkä tyyppinen tuote on kyseessä (valitse vaihtoehto tiputusvalikosta)

- Ympäristötutkittuun aiempaa kehittyneempi ja markkinoilla oleva teknologia
- Aiempia teknologioita korvaava uusi fyysinen tuote/tuoteryhmä
- Dematerialisaatioon (esim. digitaalisoinnin kautta) perustuva ratkaisu
- Kombinaatio edellisistä

10) Missä määrin seuraavat tekijät ohjasivat yrityksenne ekologisten lupauksien toteutuksen ympäristöratkaisujen innovointia (1=ei ohjannut lainkaan, 2= ohjasi vähän, 3=ohjasi paljon, 4= hyvin paljon, 5=ratkaisevasti)

	1	2	3	4	5
ympäristöteolliseen tietoon pohjautuvat seikat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tekninen kehitys	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
yhteiskunnalliseen ajvoimiin pohjautuva tarve	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ympäristö lainsäädännön tiukentuminen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
markkina-analyysin pohjautuvat tekijät	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
toimialan sisäinen keskustelu ja tavoitteet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

III Menestymisen edellytykset ja esteet

11) Mitkä valtion toimet mielestasi ovat parhaiten edistäneet yrityksesi ympäristötuotteiden- ja ratkaisujen pääsyä vientimarkkinoille ja menestystä vientimarkkinoilla?

12) Minkälaiset uudet toimet voisivat edistää yrityksesi ympäristötuotteiden tai -ratkaisujen pääsyä vientimarkkinoille ja menestystä vientimarkkinoilla?

13) Missä määrin seuraavat tekijät ovat edistäneet yrityksenne menestystä vientimarkkinoilla (1= ei yhtään, 2= vähän, 3= paljon, 4= erittäin paljon, 5=ratkaisevasti)

	1	2	3	4	5
a) Suomen ja EU:n lainsäädännön tuomat ympäristövaatimukset tuotannon ja tuotolle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) Julkiset tuet/kannustimet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) Vientiorganisaatioilla saatava apu, neuvot, sparraus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) Vientiäkirahotus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) Kestävät hankinnat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) Toimialan tavoitteet (hiilineutraalustietokartta joku muu strateginen tavoitteenmuutoksen dokumentti)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) Yrityksen ilmastovisio, -politiikka, -tavoitteet ja -toimet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14) Tasmennat halutessasi millä tavoin kysymyksessä 13 mainittuja tekijöitä voisi kehittää että ne paremmin edistäisivät yrityksesi vientipyrkimyksiä?

a) Millen ympäristölainsäädännön pitäisi muuttua?

b) Minkälaisia julkisten tukien ja kannustimien tulisi olla ja miten niitä pitäisi kohdentaa?

c) Kuvaila minikäsillä muuttokäsitteitä, jotka parhaiten vaikuttavat yrityksen ympäristötoimintaan?

d) Minkälaisilla hankintatavoin liittyvillä keinoin voitaisiin parhaiten auttaa yrityksiä saamaan kollektiivisiä viestintä- ja markkinointivälineitä?

e) Millen toimialan ilmastotyöt voitaisiin kehittää edelleen?

f) Miten yritysneuvosto voitaisiin kehittää edelleen?

15) Nimeä ja kuvaile tärkeimmät esteet (1-3), joita olette kokeneet vientitoiminnan aloittamisessa ja/tai vientitoiminnan menestyksen tiellä sekä ehdota ratkaisuja, miten estehidaste voitaisiin poistaa.

Nimeä este 1

Kuvaile este 1

Ratkaisuehdotus esteelle 1

Nimeä este 2

Kuvaile este 2

Ratkaisuehdotus esteelle 2

Nimeä este 3

Kuvaile este 3

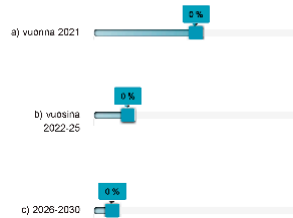
Ratkaisuehdotus esteelle 3

16) Kerro tarina kompastelustanne. Mihin vientiponnistelu tyssäsi? Vai menikö se vaikeuksien kautta maaliin? Mitä vaikeudet ovat/olivat ja mitä pitäisi tapahtua, että niistä päästäisiin yli?

Osa mielenkiintoisista tarinoista johtaa haastattelupyyntöön. Varmistathan, että olet antanut yhteyshenkilön ja suostumuksen ottaa yhteyttä. Ennen julkaise tarinanne ilman lupaanne. Haastattelukojen avulla pyrimme löytämään helpoimmin poistettavia kompastuskivitä suurimpien vientipotentiaalien potentiaalien tiellä rajoitusten teorian pohjalta (Theory of Constraints).

Vastauksen voit kirjoittaa vapaaseen tekstikenttään tai lähettää sähköpostilla osoitteesen tapio.reinikainen@atsjyke.fi. Kirjoita sähköpostiviestiin otsikkokenttään sana "kommelluksia".

19) Mikä on näköyksenne tärkeimpien vientimarkkinoiden tiasta yrityksenne "ekologisten lippulaiva tuotteiden" kysynnän osalta (merkitse muutos-% verrattuna vuoteen 2019)



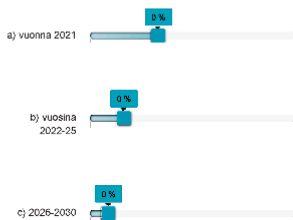
d) Mikä tekijä vientimarkkinolla edistävät eniten yrityksenne tuotteiden menekkiä?

IV Markkinoiden tila, odotukset ja odotuksiin vaikuttavat tekijät

17) Miton yrityksenne on menestynyt kuluvana vuotena 2020 koronaviruspandemian olosuhteissa. Anna arvio liikevaihdon kehityksestä



18) Odotukset kotimaan markkinoiden kehityksestä yrityksenne tuotteiden menekin kannalta (merkitse muutos-% verrattuna vuoteen 2019)



c) Mikä tekijä kotimaanmarkkinoilla edistävät eniten yrityksenne tuotteiden menekkiä?

20) Minkälaisena näette yrityksenne kyvyn TYÖLLISTÄÄ LISÄÄ Suomessa (verrattuna vuoteen 2019) jos vientinäkyvät ovat sellaisia kuin esitit

i) vuonna 2021

- 1
- 1-3
- 4-10
- 10-15
- 15-20
- 20-30
- 30-50
- 50-99
- 100-149
- 150-200
- 200-299
- 300-399
- 400-499
- 500-699
- 700-999
- yli 1000

ii) vuosina 2022-2025

- 1
- 1-3
- 4-10
- 10-15
- 15-20
- 20-30
- 30-50
- 50-99
- 100-149
- 150-200
- 200-299
- 300-399
- 400-499
- 500-699
- 700-999
- yli 1000

22) Vientikiipailukykyyn liittyvät kriittiset tekijät (kipupisteet) ja niiden kehitys. Kuinka tärkeitä seuraavat tekijät ovat yrityksenne vientimenestyksen kannalta (1=ei tärkeä, 2=melko tärkeä, 3=hyvin tärkeä)

	1	2	3
Sähkön hinta Suomessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työvoimakustannusten hinta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Työvoiman saatavuus Suomessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kilpailutilanne kotimaan markkinoilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kilpailutilanne vientimarkkinoilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rahoituksen saatavuus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Komponenttien toimitukset	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuontitullit kohdemaissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muut luonnin esteet kohdemaissa, ml byrokraatia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vieäin kohdemaan lainsäädännön ja olosuhteiden turtemus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23) Kuinka tärkeinä pidätte seuraavia normatiivisia muutoksia tuotteen tulevien markkinoiden kannalta? (1=ei tärkeä, 2=melko tärkeä, 3=hyvin tärkeä)

	1	2	3
Muutokset kansainvälisissä ympäristösopimuksissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muutokset EU-lainsäädännössä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muutokset vientikohdemaiden ympäristölainsäädännössä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muutokset Suomen lainsäädännössä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

iii) vuosina 2026-2030

- 1
- 1-3
- 4-10
- 10-15
- 15-20
- 20-30
- 30-50
- 50-99
- 100-149
- 150-200
- 200-299
- 300-399
- 400-499
- 500-699
- 700-999
- yli 1000

24) Mikä on mielestäsi seuraavien laajojen ohjelmien vaikutus yrityksenne "ekologisten lippulaivatuoiteiden" ja ympäristöratkaisujen tulevien markkinoiden kannalta (1=ei tärkeä, 2=melko tärkeä, 3=hyvin tärkeä)

	1	2	3
YK:n Kastävän kehityksen tavoitteet (Sustainable Development Goals, SDG)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EU Green Deal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EU:n hiilineutraalustavoite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muiden maiden vastaavat ohjelmat (Esim. USA: Bidenin lupaama Green deal 2050, Kiinan hiilineutraalustavoite 2060, Etelä-Korean Green deal)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suomen hiilineutraalustavoite 2035	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kansallinen julkisten hankintojen strategia 2020 (jolla suunnataan 35mrd:n Euro:n julkisia hankintoja kestävämmäksi)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suomen kestävän kasvun ohjelma 2021-26, jossa vähintään 50 prosenttia kohdistetaan vihreän siirtymän investointi- ja uudistuskohteisiin, ml EU:n koronakehytyspaketti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toimialasi hiilineutraalisuustekikat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

V Uusien markkinoiden etsiminen ja varautuminen vientiponnisteluihin

25) Kehittyvät markkinat etenkin Afrikassa ja Aasiassa kasvavat huomattavasti perinteisillä markkinoilla nopeammin. Onko yrityksellänne ympäristöalan vientiä kehittyville markkinoille tai kiinnostusta aloittaa vientitoimintaa niihin? Valitse määrittämällesi kiinnostuksenne aste näissä Business Finlandin pääkohdemarkkinoissa (tei josakin muussa kehitymaassa). (1= Ei kiinnostusta, 2= On kiinnostusta, mutta emme ole vielä aloittaneet, 3=Olemme yrittäneet, mutta pettyneet, 4= Olemme markkinoilla, mutta vienti on haasteellista, 5= Olemme markkinoilla ja asiat sujuvat, 6= Olemme markkinoilla ja haluissimme laajentaa toimintaa.)

	1	2	3	4	5	6
Saharan eteläpuolisen Afrikan maat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Intia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vietnam	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Indonesia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Joku muu kehitysmää, mikä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21) Kansainvälinen työjärjestö ILO:n mukaan työpaikkoja syntyy siirryttäessä kohti vähähiilistä taloutta seuraavalla jaottelulla. Mikä vaihtoehdoista parhaiten luonnehtii yrityksenne syntyviä uusia työpaikkoja?

(1= ei luonnehdi, 2=luonnehtii jonkin verran, 3=luonnehtii hyvin)

	1	2	3
a) "Green restructuring": Työpaikat syntyvät läysin uudelleen saattamattomaan toimintaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) "New occupations": Työpaikat sijoittuvat aivan uusiin ammatteihin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) "Greening existing jobs": Työtehtävien vaatimukset muuttuvat "vihreämmiksi"	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26) Miten mielestäsi pitäisi koronaviruspandemian oloissa varautua tuleviin vientiponnistuksiin

Liite 4 Vastaajayritysten ilmoittamat ekologiset lippulaivatuotteet ja ympäristöratkaisut

Kysymys kyselyssä:

Mitä ovat yrityksenne parhaat ekologiset "lippulaivatuotteet" ja ympäristöratkaisut? Mainitse 1–3 tuotetta, tuoteryhmää, ympäristöratkaisua, joihin sisältyy ympäristön kannalta ratkaisevia innovaatioita.

Lippulaivatuotteet; tuote, tuoteryhmä tai ympäristöratkaisu VITO-kyselyssä
Uusiutuva diesel
Vähäpäästöiset kaivosteollisuuden ja metallienjalostuksen laitteet
Ekologiset pesuaineet
Lietteenkäsittelylaitteet
Kiertoravinne kalarehuihin
Luomutuotteet
Korkean lisäarvon metsätuotteen viljelyverkosto
Ilmastorehut
Kaurahiutale
Energy System Design
Bioenergiakattilat
Luomuperunatätkkelys
Kuljetuslaatikko
Tuulivoimakuljetukset
Pintalämmitys- ja viilennysratkaisut
Sähköauton lataus
Uusiutuva diesel
Kierrätysmateriaaleista tehdyt huonekalut
Biokomposiitti
Kivenmurskauksen kierrätysratkaisut ja hybridituotteet
Ekoliima
Jätevedenkäsittelylaitteet
Kiertolannoite luomuviljelyyn

Funktionaaliset sienet
Ekologinen rehu
Kaurajauho
EPC contracting
Energiajärjestelmän optimointi
Kylmägeeli
Bioöljy ja -kaasu
Yhdyskuntien vedenjakeluratkaisut
Energiatehokas valaistus
Uusiutuva lentopolttoaine
Kierrätysratkaisu
Ympäristöystävälliset huolto ja varaosat tuotteet
Polyuretaaniliima
Kierrätetty rasva biopolttoaineiden raaka-aineeksi
Maatalouden digitaalinen palvelu
Kauraöljy
Savukaasun puhdistimet
Yhdyskuntien sadevesi- ja viemärintijärjestelmät
Sähkönjakelun verkostoautomaatio
Uusiutuvat polymeerit ja kemikaalit

tietokayttoon.fi

ISBN PDF 978-952-383-233-6
ISSN PDF 2342-6799