



**Tero Toivanen^{ab}, Tere Vadén^b, Antti Majava^b, Paavo Järvensivu^b,
Ville Lähde^b & Jussi T. Eronen^{bcd}**

Teollinen murros ekohyvintivaltiossa – Mitä teollisuuden vähähiilitiekartat kertovat suomalaisen kestävyysmurroksen edellytyksistä?

Industrial transformation in an eco-welfare state – What do industrial low-carbon roadmaps tell about the conditions for a Finnish sustainability transformation?

Welfare states like Finland are seen as promising actors in a path towards an eco-welfare state, whose task is to adapt economic development to ecological boundaries. So far, research has drawn only little attention to one crucial aspect of such eco-welfare states, namely industrial transformation. This article examines how the goals of the eco-welfare state and the sustainability transformation are implemented in the Finnish low-carbon industrial roadmaps prepared in 2019–2020. As primary data, we use the roadmaps of large industries and their background documents. This data is complemented by interviews (21) with experts involved in the roadmap process or with expertise on industrial transition. The article shows that the roadmaps can be seen as a significant contribution to the industry's understanding of the challenges of the sustainability transformation. On the other hand, the roadmaps contain several problematic framing practices and assumptions. The roadmaps perform an optimistic reading of the future, but the assumptions concerning resource availability are on thin ground. We shed light on the weakness of the roadmaps' understanding of social metabolism by examining their assumptions on the use of forest-based biomass.

Keywords: eco-welfare state, sustainability transformation, industrial sustainability transformation, industrial roadmaps

^a Tutkijakollegium, Helsingin yliopisto, tero.toivanen@helsinki.fi

^b BIOS-tutkimusyksikkö

^c Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto

^d Kestävyystieteen Instituutti HELSUS, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto

Johdanto

Pohjoismaisia hyvinvointivaltioita kuten Suomea pidetään usein taloudellisina menestystarinoina. Vaikka ne ovat viime vuosikymmeninä käyneet läpi merkittäviä murroksia, luonnehtivat pohjoismaisia hyvinvointivaltioita kansainvälisessä vertailussa edelleen taloudellinen vauraus, korkea osaaminen ja maltilliset sosiaaliset erot (esim. Kantola & Kananen 2017; Kangas & Kvist 2018). Myös ympäristöpolitiikassa pohjoismaisia hyvinvointivaltioita pidetään edelläkävijöinä (esim. Jänicke 2005). Tutkimuskirjallisuudessa viitataan Suomen kaltaisiin hyvinvointivaltioihin potentiaalisina ekohyvinvointivaltiona, jotka voisivat ylläpitää taloudellista ja sosiaalista hyvinvointia ekologisen kestävyden rajoissa (Koch & Fritz 2014; Hirvilampi 2020).

Ilmastonmuutoksen ja muiden ympäristökriisien hillitsemiseksi yhteiskuntien on tulevana vuosina ja vuosikymmeninä toteutettava nopea ja laajamittainen kestävyysmurros. Sen myötä myös hyvinvointivaltioiden on kyettävä muuttamaan syvällisesti nykyistä ekologisesti kestävämmäksi *yhteiskunnallista aineenvaihduntaansa* (Haberl ym. 2011; Haberl ym. 2019), joka perustuu korkeaan energian ja luonnonvarojen kulutuksen tasoon ja aiheuttaa merkittäviä ympäristöpaineita (Bäckstrand & Kronsell 2015; Duit ym. 2016; Eckersley 2020). Valtioiden pitää uudistaa infrastruktuurinsa siten, että niissä voidaan nopeassa tahdissa luopua fossiilisista polttoaineista ja luonnonvarojen liikakäytöstä pitäen kiinni ihmisten tasa-arvoisesta mahdollisuudesta hyvään elämään (Rockström ym. 2017; BIOS 2019; Eckersley 2020; Koch 2020).

Teollisuus on ollut merkittävässä roolissa hyvinvointivaltioiden taloudellisen kasvun, työllisyyden ja vaurauden luonnissa. Toisaalta erityisesti energia- ja resurssi-intensiivinen teollisuus aiheuttaa monenlaisia kielteisiä ympäristövaikutuksia. Lisäksi perinteisellä teollisuudella ja sen etujärjestöllä on suomalaisessakin yhteiskunnassa merkittävästi valtaa vaikuttaa yhteiskunnan kehityksen suuntaan (ks. esim. Blom 2018; Siltala 2018; Vesa ym. 2018). Tästä huolimatta teollisuuden roolia nopeassa kestävyysmurroksessa on käsitelty tutkimuksessa toistaiseksi varsin vähän (ks. Hildingsson ym. 2018; Svensson ym. 2020; Johnstone ym. 2021).

Paikkaamme osaltamme tätä puutetta tarkastelemalla suomalaisen teollisuuden vuosina 2019–2020 laatimia ja työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) koordinoimana toteutettuja vähähiilitiekarttoja. Kansainvälisessä vertailussakin varsin perusteelliset tiekartat antavat hyvän kuvan suomalaisen teollisuuden nykytilasta ja tulevaisuusnäkemistä kiristyvien ympäristötavoitteiden kontekstissa. Vähähiilitiekartat sisältävät teollisuuden alojen omat arviot nykytilastaan, keskeisistä lähitulevaisuuden päästövähennyskeinoista, päästövähennysten kokoluokasta ja aikataulusta (ks. luku 3). Myös esimerkiksi Ruotsissa (FFS 2020) ja Britanniassa (DECC & BIS 2015) on valmisteltu sektorikohtaisia vähähiilitiekarttoja, mutta niillä ei ole suoraa kytkentää julkisen sektorin ennakointi- ja suunnittelutyöhön. Sanna Marinin hallituksen (alk. 2019) politiikassa tiekartat ovat sen sijaan keskeisessä asemassa, kun tavoitteena on tehdä Suomesta hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Tätä kirjoitettaessa valmisteltavina olevat päivitykset ilmastolakiin, energia- ja ilmastostrategiaan ja keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaan (KAISU) ovat ratkaisevia tavoitteen toteuttamiselle. Teollisuuden vähähiilitiekartat on liitetty pohjustavina materiaaleina energia- ja ilmastostrategian ja KAISU:n valmisteluun (TEM 2021) ja otettu osaksi myös muuta hallituksen ohjelmatyötä kuten Kestävän kasvun ohjelmaa (Valtioneuvosto 2021b).

Artikkelissa tarkastelemme, millaisen kuvan teollisuuden tiekartat muodostavat kestävyysmurroksesta ja millaisia muutoksia niissä pidetään merkityksellisinä. Tarkastelussamme nojaamme kehysanalyysiin, jota on käytetty laajasti ympäristökommunikaation tutkimuksessa (ks. Nisbet & Newman 2015). Tutkimme tiekarttojen oletuksia, ristiriitoja ja puutteita syvällisen kestävyysmurroksen toteuttamisen näkökulmasta. Sisältyykö tiekarttoihin riittävää tiedollista näkemystä teollisuuden ja teollisuuspolitiikan ohjaamisesta kestävyys-

tavoitteiden mukaisesti ja hahmotetaan niissä tarve muuttaa yhteiskunnallisen aineenvaihdon suuntaa pois kestävästä energiasta ja resurssien käytöstä? Tarkastelumme keskittyy pääasiassa raskaaseen teollisuuteen eli metsä-, kemian-, teknologia- ja energiateollisuuteen. Koska metsänkäyttö kytkeytyy useamman teollisuuden alan murroksen mahdollisuuksiin, kiinnitämme erityistä huomiota metsäpohjaisten biomassojen riittävyyden ongelmaan.

Vähähiilitiekartat soveltuvat analysoinnin aineistoksi, koska ne antavat ajankohtaisen kuvan suomalaisen hyvinvointivaltion kehitystä merkittävästi määrittävän teollisuuden muutoskäsityksistä. Teollisuuden tiekartat kertovat, millaisena teollisuuden alat itse näkevät ja kehystävät vähähiilisen teollisen siirtymän. Tiekartat kuvaavat teollisuuden käyttämien asiantuntijoiden muodostamia muutospolkuja, joiden tavoitteenasettelun, muutoskäsityksen ja teknologisten mahdollisuuksien määrittely on ollut teollisuuden käsissä. Niiden kriittinen tarkastelu paljastaa, mitä teollisen murroksen taloudellisia, teknologisia, aineellisia ja poliittisia puolia alat pitävät tärkeinä ja mille ne antavat vähemmän tai ei lainkaan painoarvoa. Samalla tiekarttaprosessi kuvastaa, miten hyvinvointivaltiomallille tyypillinen korporatismi, jossa teollisuus on tärkeä politiikan valmisteluun vaikuttava voima (Blom 2018; Vesa ym. 2018), saa jatkoa vähähiilisen teollisuuspolitiikan hahmottamisessa.

Aluksi tarkastelemme teollisuuden roolia ekohyvinvointivaltiossa ja kestävyysmurroksessa tutkimuskirjallisuuden valossa ja analysoimme, millaisen muutosvaatimuksen tiukat ympäristötavoitteet asettavat suomalaiselle teolliselle hyvinvointivaltiolle. Tämän jälkeen esittelemme tutkimuksen aineiston ja sen analyysimenetelmät. Sitten kuvaamme tiekarttojen esittämän muutoksen keskeiset piirteet. Tämän jälkeen analysoimme tiekarttoihin liittyviä jännitteitä nopean kestävyysmurroksen toteuttamisen ja ohjaamisen näkökulmasta. Analysoimme myös tiekarttoihin sisältyviä aineenvaihdon tarkastelua koskevia puutteita kiinnittämällä huomion metsäpohjaisiin biomassoihin. Lopun keskusteluosiossa tiivistämme löydöksemme ja pohdimme suomalaisen teollisen murroksen ja sen tutkimisen seuraavia askeleita.

Ympäristövaltiosta ekohyvinvointivaltioon

Tutkimuksemme teoreettinen lähestymistapa kytkeytyy niin sanottuun ympäristövaltiotutkimukseen (ks. esim. Duit ym. 2016; Eckersley 2020). Termillä ”ympäristövaltio” viitataan liberaalidemokraattisiin valtioihin, joissa ympäristöpolitiikalla on tärkeä ja tunnustettu asema (Duit ym. 2016). Erityisesti pohjoismaisen hyvinvointivaltioperinteen katsotaan luovan potentiaaliset edellytykset ympäristövaltion seuraavalle vaiheelle eli ekohyvinvointivaltiolle, jossa hillittää hallitusti ympäristöriskejä ja samalla pidetään kiinni kattavasta sosiaalisesta turvasta (Koch & Fritz 2014; Hirvilampi 2020).

Suomalainen ympäristöpolitiikka on saanut raaminsa kansainvälisistä sopimuksista ja erityisesti EU:n lainsäädännöstä, jota on täydennetty kansallisilla tavoitteenasetteluilla ja lainsäädännöllä kuten vuoden 2015 ilmastolailla. Toisaalta ympäristöpolitiikan ohjauksessa tärkeässä asemassa ovat olleet ympäristöhallinnon virkahenkilöt ja asiantuntijat, joiden lainvalmistelulla eri toimijat (poliitikot, teollisuus, yritykset, kunnat ja kansalaiset) on sitoutettu suomalaiseen ympäristöpoliittiseen konsensukseen (Koskimaa ym. 2021). Näin ympäristövaltiokehitys on kytkeytynyt osaksi toisen maailmansodan jälkeen vahvistunutta korporatiivista hyvinvointivaltiomallia, jossa teollisuuden, työmarkkinajärjestöjen ja valtionhallinnon suhde on ollut läheinen (Bergholm 2009; Blom 2018). Korporatiivinen perinne on jatkunut viime vuosikymmeninä niin sanotun kilpailuvaltiomallin puitteissa: kansainvälistä kilpailukykyä on tavoiteltu julkisen talouden tiukalla menokurilla ja vientiteollisuutta tukemalla (Kantola & Kananen 2013; Vesa ym. 2018).

Viimeisen viiden vuosikymmenen aikana ympäristövaltiot ovat saavuttaneet merkittäviä onnistumisia ympäristöpolitiikassa (ks. Hausknot 2020). Parhaimmillaan suomalaisessa ympäristövaltiossa onkin harjoitettu onnistunutta tieto- ja tutkimusperustaista

päätöksentekoa. Vuonna 2015 voimaan tullutta ilmastolakia voi pitää tällaisena onnistumisena. Nykyinen, kunnianhimoiset ilmastotavoitteet asettanut Sanna Marinin hallitus on pyrkinyt profiloitumaan tutkimusperustaisessa päätöksenteossa, erityisesti juuri ilmasto- ja ympäristöpolitiikassa. Siten se on yrittänyt tehdä eroa edeltäjänsä Juha Sipilän hallitukseen, joka sai paljon kritiikkiä suhteestaan tutkimustietoon (ks. Elomäki ym. 2016).

Ympäristövaltioiden onnistumisista huolimatta globaalit ilmastopäästöt ovat kasvaneet, ja Suomessakin biodiversiteetti on heikentynyt ja luonnonvarojen käyttö on kestävämmällä tasolla. Ympäristövaltiot ovat siten onnistuneet puuttumaan sellaisiin ympäristöongelmiin, joiden torjunta ei ole vaatinut perusteellista muutosta talousjärjestelmän perustana olevassa yhteiskunnallisessa aineenvaihdunnassa. Näin talouden kasvuun, jonka taustalla on energian ja luonnonvarojen kulutuksen kasvu, ei ole tarvinnut puuttua (Eckersley 2020; Hausknot 2020; Koch 2020). Suomessa ilmastopäästöt eivät ole laskeneet tarpeeksi nopeasti ilmastopoliittisiin sitoumuksiin nähden, ja asukaskohtainen luonnonvarojen kulutus on korkeampaa kuin EU:ssa keskimäärin, ja korkeampaa kuin Yhdysvalloissa ja Kiinassa (Vadén ym. 2019). Ympäristövaltioiden suuntana pitäisikin olla energian ja resurssien käytön tehostamisen lisäksi niiden kokonaiskulutuksen merkittävä vähentäminen.

Myös suomalaisessa talouspoliittisessa hallinnassa ympäristötavoitteet ovat jääneet pitkään alistaiseksi korporatiivisen kilpailuvaltion tavoitteille eli julkisen talouden sopeuttamiselle ja vientiyritysten tukemiselle. Samalla valtiolta on riisuttu mahdollisuuksia aktiiviseen ja suunnitelmalliseen talouspolitiikkaan niin Suomessa kuin kansainvälisestikin (Yliaska 2014). Tämän seurauksena valtiot eivät ole kyenneet investoimaan uuteen kestäväan taloudelliseen toimintaan tai rajoittamaan kestäväntöytä toimintaa riittävästi (Hausknot 2020).

Ympäristövaltiokirjallisuudessa jaetaankin käsitys, että nopean ja laajamittaisen kestävyysmurroksen toteuttamiseksi valtioiden täytyy korvata talouskasvun ensisijaisuus ekologisilla tavoitteilla ja alkaa ohjata talouspolitiikkaa talouskasvutavoitteen sijaan voimakkaalla ”ekologisella orientaatiolla” (Eckersley 2020) – tällaisesta vaiheesta käytetään kirjallisuudessa esimerkiksi vihreän valtion (Eckersley 2020), ekovaltion (Duit ym. 2016) tai, kuten tässä teemanumerossa, ekohyvinvointivaltion (myös Koch & Fritz 2014) käsitteitä.

Ympäristötutkija Pichler ja kumppanit (2018) ovat havainnollistavasti todenneet, että liberaalit demokratiat kohtaavat kestävyysmurroksessa poikkeuksellisen kaksois-materiaalisuuden haasteen. Ensinnäkin yhteiskuntaa on muutettava rakenteellisesti aikaisemmasta poikkeavalla tavalla. Tämä kyseenalaistaa liberaaleille demokratioille tyypillisen erottelun talouden ja politiikan välillä (esim. Wood 1995): politiikalla on muutettava, ohjattava ja rajoitettava ihmisten, elinkeinojen ja teollisuuden toimintaa tavoilla, joita ei ole aiemmin pidetty mahdollisina tai suotavina.

Toiseksi liberaalidemokraattisissa valtioissa on suhtauduttava täysin uudella tavalla yhteiskuntien perustana olevaan biofysikaaliseen materiaalisuuteen. Yhteiskunnallisen aineenvaihdunnan ohjaaminen kestäväälle tasolle on merkittävä haaste sekä yhteiskunnille kokonaisuutena että teollisuudelle niiden osina, koska molemmat ovat voineet tähän asti nojata sekä talouden että energian ja resurssien käytön jatkuvaan kasvuun. Tarve muuttaa radikaalisti yhteiskuntien aineenvaihdunnan suuntaa aiheuttaakin liberaaleille demokratioille historiallisen epäjatkuvuuskohdan, jossa talouden kehitystä ei voida ennakoita ja suunnitella nojaamalla totunnaisiin oletuksiin yhteiskunnan materiaalisesta perustasta (Järvensivu & Toivanen 2018).

Ympäristövaltioiden teollinen murros ja sen aikaisempi tutkimus

Perinteiset teolliset alat nousevat kestävyysmurroksen keskeiseksi kysymykseksi, koska ne ovat suuria ympäristöpaineiden aiheuttajia, ja merkittävänä vallan käyttäjinä ne vaikuttavat voimakkaasti yhteiskunnallisen kehityksen suuntaan. Toistaiseksi ympäristövaltiotutkimuksessa ja laajemmin yhteiskuntatieteellisessä ympäristötutkimuksessa on kuitenkin

kiinnitetty niukasti huomiota teollisuuden kestävyysmurroksen toteutumisen edellytyksiin. Tätä saattaa osaltaan selittää se, että raskaan teollisuuden aloja on pidetty usein ympäristötoimiin varauksellisesti tai kielteisesti suhtautuvina tahoina (Hildingsson ym. 2018; Gronow & Ylä-Anttila 2019).

Suomessakin raskas teollisuus on muodostanut pitkään vastaleirin ympäristöpolitiikkaa ajaneille poliittisille voimille kuten ympäristöjärjestöille, kansalaisliikkeille ja ympäristöpolitiikkaan orientoituneille puolueille (Siltala 2018; Vesa ym. 2018; Gronow & Ylä-Anttila 2019). Vaikka teollisuuden piirissä on vuosien varrella onnistuneesti eliminoitu yksittäisiä ympäristöhaittoja, on niiden yhteiskunnallisen vaikuttamisen pääpaino suuntautunut nimenomaan energian ja resurssien edullisen saatavuuden takaamiseen. Nämä vaatimukset ovat olleet vaikutusvaltaisia, ja teollisuus on monilta osin nauttinut etuoikeutettua asemaa vientiorientoituneessa suomalaisessa kilpailuvaltiossa (Kantola & Kananen 2013) ja sen korporatiivisessa politiikan valmistelussa (esim. Vesa ym. 2018; Blom 2018). Perinteinen teollisuus voidaankin mieltää poliittisen talouden tutkija Peter Newellin (2019) gramscilaista jäsenystä mukaillen *muutostoimijaksi*, joka muokkaa, kehystää ja kesyttää potentiaalisesti vahingollisen idean – kiristyvän ympäristöpolitiikan – vallitsevalle valtajärjestykselle sopivaksi ja luo siten hidasteita laajemmalle sosioekologiselle muutokselle.

Olisi tietenkin virhe mieltää teollisuuden toimijat vain kestävyystoimille vastahakoisiksi. Viime vuosina on saatu merkkejä siitä, miten teollisuus näkee, että sen etuna on olla mukana kestävyysmurroksen toteuttamisessa; esimerkiksi elinkeinoelämän kattojärjestö Elinkeinoelämän Keskusliitto on ilmastokannoissaan ja -tavoitteissaan kunnianhimoinen ja varsin perusteellinen¹. Suomessa toteutettu teollisuuden tiekarttaprosessi voidaan lukea yhdeksi ilmentymäksi tästä muutoksesta.

Tutkimuskirjallisuudessa teollisuuden kestävyysmurroksesta on keskusteltu ”vihreänä teollisuuspolitiikkana”, jonka määrittelyssä taloustieteilijä Dani Rodrikin tutkimukset ovat tärkeässä asemassa (esim. Rodrik 2014; Altenburg & Rodrik 2017). Vihreässä teollisuuspolitiikassa keskeistä on valtion ja teollisuuden yhteispeli, jossa valtioiden tehtävänä on tukea teollisuuden uudistumista ja vihreää kasvua esimerkiksi TKI-rahoituksella, mutta kuitenkin aina niin, että uuden taloudellisen toiminnan synnyttämisessä nojataan markkinakilpailuun. Empiirissä tarkasteluissaan vihreän teollisuuspolitiikan tutkimus kuitenkin pääasiassa keskittyy teknologisten ratkaisujen ja rahoituksen tukijärjestelmien onnistumisten tarkasteluun (esim. Rodrik 2014; Altenburg & Rodrik 2017).

Myös ympäristövaltiotutkimuksessa on alettu kiinnittää huomiota teollisten alojen muutosedellytyksiin. Roger Hildingsson ja kumppanit (2018; myös Svensson ym. 2020) ovat painottaneet Ruotsin teollisuutta tarkastellessaan, että ympäristövaltiot tulee mieltää ”dekarbonisoiviksi teollisiksi valtioiksi” juuri teollisuuden vähähiilisen murroksen vaikeuden vuoksi. Lisäksi viime aikoina on pyritty yhdistämään ympäristövaltioita ja kestävyys siirtymiä (sustainability transition) käsittelevää tutkimusta, jotta voitaisiin parantaa metodologisia edellytyksiä pureutua sekä makrotason teollisuuspolitiikan ohjaamiseen että yksittäisten teollisten sektoreiden uudistumisen mahdollisuuksiin (ks. Hildingsson ym. 2018; Köhler ym. 2019; Johnstone ym. 2021). Myös niin sanottuun valtiiovetoiseen ”missiopolitiikkaan” (Mazzucato 2021) kytkeytyvät teollisen murroksen tarkastelut ovat saaneet suosiota. Esimerkiksi Norjalle tehty selvitys korostaa erityisiä kansallisia mahdollisuuksia nopeaan teolliseen murrokseen uusien valtioyhtiöiden ja öljyrahastojen avulla (Kattel ym. 2021). Toistaiseksi kuitenkin näyttää siltä, että tutkimuksessa painottuu teollisuussektoreiden keskeisten teknologioiden analyysi, jota ei suhteuteta yhteiskunnallisen aineenvaihdon muutoksen haasteeseen. Myös Hildingsson ja kumppanit (2018) antavat tutkimuksessaan

¹ EK on sitoutunut EU:n hiilineutraalisuustavoitteeseen 2050 ja Suomen hiilineutraalisuustavoitteeseen 2035. <[12](https://ek.fi/tavoitteemme/ilma-energia-ja-liikenne/ilma-energia/#:~:text=Olemme%20vahvasti%20sitoutunut%20kunnianhimoiseen%20ilmastopolitiikkaan,tavoitetta%20saavuttaa%20hiilineutraalius%202035%20menness%C3%A4>”. 20.6.2020.</p>
</div>
<div data-bbox=)

varsin optimistisen kuvan Ruotsin keskeisten resurssi- ja energiantensiivisten alojen ja erityisesti metsäteollisuuden kehityksestä ilman, että tiukkeneviin ilmastotavoitteisiin tai metsäluonnon tilaa koskeviin kysymyksiin kiinnitetään juurikaan huomiota.

Suomalaisen kestävyysmurroksen puitteet

Ilmastonmuutoksen torjunnan osalta suomalaiselle kestävyysmurrokselle on ilmaistu varsin täsmälliset ja velvoittavat puitteet. Vuonna 2015 voimaan tullut ilmastolaki määrää, että kansallisten kasvihuonekaasupäästöjen on laskettava 80 prosenttia vuoden 1990 lukemista vuoteen 2050 mennessä. Tämä tavoite on kunnianhimoisempi kuin Suomen kansainväliset sitoumukset Kioton ja Pariisin sopimuksissa ja EU:n päästövähennysvelvoitteissa. Lisäksi istuva hallitus on asettanut hiilineutraalisuustavoitteen vuodeksi 2035. Ottaen huomioon kansainvälisen oikeudenmukaisuuden Suomen Ilmastopaneeli on esittänyt, että Suomen on oltava hiilineutraali 2030-luvun alkupuolella ja hiilinegatiivinen välittömästi sen jälkeen (Ilmastopaneeli 2019a). Ilmastopaneelin kanta nojaa kansainvälisen ilmastopolitiikan periaatteisiin, joiden mukaan rikkaat teollisuusmaat vähentävät päästöjään historialliseen vastuuseen ja toteuttamiskykyyn nojaten kehittyviä talouksia jyrkemmin ja nopeammin (Andersson ym. 2020).

Myös biodiversiteetin ja luonnonvarojen kulutuksen suhteen on olemassa Suomea koskevat tavoitteet. Kummatkaan eivät kuitenkaan ilmastotavoitteiden tapaan ole velvoittavia, ja lisäksi molemmissa on omat ongelmansa. Biodiversiteetin kohdalla ongelma on, että tavoitteisiin ei ole päästy, eikä tästä ole tullut seuraamuksia. Suomi on sitoutunut vuonna 2010 Japanissa solmittuihin YK:n biodiversiteetisopimuksen strategiaan päämääriin ja Aichi-tavoitteisiin, joita ei kuitenkaan ole saavutettu (Auvinen ym. 2020). Sukupuuttoja tarkasteleva Punainen kirja (Hyvärinen ym. 2019) toteaa, että lajiston uhanalaisuus on kasvanut vuodesta 2010 vuoteen 2019. Luonnonvarojen kulutuksen suhteen tavoite on asetettu vuonna 2021 julkaistussa kiertotaloussuunnitelmassa ”Uusi suunta – Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi”. Se esittää, että ”vuonna 2035 primääri- ja sekundaaristen kotimaisen kokonaiskulutus ei ylitä vuoden 2015 tasoa” (Valtioneuvosto 2021a, 34). Kiertotalousohjelmasta on myös valtioneuvoston periaatepäätös. Ohjelmassa käytetty indikaattori ei kuitenkaan sisällä kaikkia kotimaisen kulutuksen aiheuttamia materiaali- ja energia- tai palveluslähteitä, eikä ohjelma koske vientiteollisuutta. On myös esitetty, että tavoite ei lainkaan koskisi uusiutuvia luonnonvaroja kuten puuta (ks. Kaihlanen 2021). Lisäksi luonnonvarojen kulutuksen tavoitetaso on sangen vaatimaton: kestävämmän kulutuksen tason pitäminen käytännössä samana ei korjaa kestävämmän kulutuksen tason pitämistä.

Kestävyysmurroksen mittakaava on helpointa hahmottaa ilmastotavoitteiden avulla. Suomen Ilmastopaneeli (2019b) on arvioinut, että vuoden 2035 hiilineutraalisuustavoitteen saavuttaminen vaatii Suomelta yhä noin 35 Mt:n päästövähennyksiä ja että tällä hetkellä tästä tavoitteesta noin 15 Mt:iin kohdistuu toimenpiteitä (hiilen energiakäytön kieltä, biopolttoaineiden ja bionesteiden jakelun edistämistä, energiatehokkuustoimenpiteitä). Toisin sanoen jäljellä on noin 19 Mt:n päästökuilu, jolle ei ole osoitettu toimenpiteitä. Nämä laskelmat edellyttävät myös, että metsänielut, joita nettotavoitteessa tarvitaan ”nollaamaan” jäljelle jäävät bruttopäästöt, pysyvät historiallisesti katsoen keskimääräisellä tasolla (21 Mt).

Kuten hiilinielujen merkityksestä nettonollatavoitteelle voidaan päätellä, yksi ratkaisevista ilmastopolitiikan hallinnan kentistä ovat metsät. Nykyinen Suomen noin 110 miljoonan kuutiometrin metsien vuosikasvu tarkoittaa, että koko maankäyttö, maankäytön muutos ja metsä -sektori (*land use, land use change and forestry*, LULUCF) on Suomessa hiilinielu. Samaan aikaan kuitenkin vuonna 2014 laadittu kansallinen Biotalousstrategia, jota parhaillaan päivitetään, pyrkii voimakkaasti edistämään puun käyttöä fossiilisten raaka-aineiden korvaajana.

Metsien rooli yhtäältä taloudellisen toiminnan perustana ja biotalouden mahdollistajana ja toisaalta hiilinieluna ja luonnon monimuotoisuuden ratkaisevana sijana synnyttää

huomattavia poliittisia jännitteitä. EU:ssa Suomi on lobannut aktiivisesti pääasiallisesti suomalaisen metsäteollisuuden asettamaa linjaa metsien kestävyyskysymyksissä (Toivanen 2021). Viime aikoina kiistoja Suomen ajaman metsälinjan ja EU-komission sekä tutkijoiden välillä ovat herättäneet muun muassa LULUCF-sektorin kasvihuonekaasulaskennan yksityiskohdat, kestävän rahoituksen taksonomia sekä EU:ssa ehdotetut korkeammat luonnonsuojelutavoitteet. Ilmastonmuutoksen näkökulmasta metsien ratkaisuus voidaan osoittaa yksinkertaisella ajatuskokeella. Jos kaikki hakkuut lopetettaisiin (mitä todellisuudessa ei ole ehdotettu), nykyisten kasvihuonekaasujen tilinpidon muotojen mukaan metsänielu kasvaisi riittävän isoksi kuitataksen kaikki Suomen bruttopäästöt, ja Suomi olisi sitä tietä hiilineutraali tai peräti hiilinegatiivinen (hakkuiden vaikutuksesta hiilinieluun ks. esim. Kallioikoski ym. 2020, Ilmastopaneeli 2015). Käänteisesti, jos hakkuita lisätään ilman että metsän kasvu samalla lisääntyy, muiden talouden sektorien, kuten esimerkiksi liikenteen ja rakentamisen, on vähennettävä päästöjään enemmän.

Tutkimuksen aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen ensisijainen aineisto ovat sektorikohtaiset teollisuuden vähähiilitiekartat, jotka teollisuuden liitot toteuttivat Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) ohjaamina. Tiekartat eroavat toisistaan käsittelyn laajuudelta ja syvyydeltä, mutta kaikkia luonnehtivat tietyt yhteiset piirteet kuten kuvaus teollisuuden alan nykytilasta, arvio lähitulevaisuuden päästövähennykskeinoista sekä arvio siitä, millaisiin päästövähennyksiin teollisuuden alat arvioivat pääsevänsä ja missä aikataulussa. Lisäksi tiekartat sisältävät skenaarioita, jotka mahdollistavat erilaisten päästövähennyspolkujen kuvaamisen suhteessa niin sanottuun perusuraan eli siihen, että politiikka ei ohjaisi päästövähennyksiä. (TEM 2020, 10.) Kaiken kaikkiaan 13 sektorikohtaista tiekarttaa julkaistiin vuoden 2020 aikana. Neljä suurta teollisuudenalaa, eli teknologia-, kemian-, metsä- ja energiateollisuus, oli energiantensiteettinsä ja kokonsa vuoksi eroteltu prosessissa omaksi ryhmäkseen (TEM 2020, 16). Keskitymme analyysissämme näihin sektoreihin ja viittaamme muiden sektorien tiekarttoihin niiltä osin, kun ne ovat relevantteja erityisesti biomassatarkastelun osalta.

Vähähiilitiekarttojen lisäksi käytämme aineistona vuonna 2021 tehtyjä puoli-strukturoituja teemahaastatteluja. Haastattelut toteutettiin etäyhteyden välityksellä, ja haastattelutapahtumiin osallistui tutkimusryhmästämme vaihtelevasti 2–4 tutkijaa. Haastateltuina oli tiekarttaprosessiin osallistuneita tahoja teollisuuden liitoista ja ministeriöstä sekä teolliseen muutokseen perehtyneitä tutkijoita ja yritysmaailman edustajia. Haastattelujen teemoina käsiteltiin tiekarttatyön lähtökohtia ja tavoitteita, erilaisten teknologia-polkujen mahdollisuuksia, teollisuuden sektorien välisen yhteistyön ja integraation näkymiä sekä valtion ja yksityisen sektorin välisen koordinaation (regulaatio, investoinnit, tuet, jne.) kysymyksiä. Käytämme nauhoitettuja haastatteluja toissijaisena aineistona tukemaan tiekarttoja koskevaa analyysia. Olemme syventäneet omaa ymmärrystämme haastatteluiden perusteella ja lisäksi nostamme esiin joitakin haastatteluissa esiintyneitä käsitteitä, jotka tarkentavat ja syventävät dokumenttien tarkastelussa löytyneitä käsitteitä. Haastatteluihin perustuvat tiedot on mahdollisuuksien mukaan varmistettu myös julkisesti saatavilla olevista lähteistä.

Neljän suuren teollisuussektorin vähähiilitiekartoista kukin koostuu useasta dokumentista, ja niiden laatijoina ovat teollisuuden etujärjestöt ja tutkimuslaitokset sekä kaikissa tapauksissa konsulttiyritys AFRY Oy. Metsäteollisuuden tiekartan muodostaa viisi dokumenttia: Metsäteollisuus ry:n tuottama yhteenveto (Metsäteollisuus 2020), AFRY:n toteuttama tarkastelu päästöistä (AFRY 2020a), VTT:n raportti puutuotteiden ilmastovaikutuksista (VTT 2020), Luonnonvarakeskuksen tuottama metsänhoidon malli (Luke 2020) ja tiekartan talousvaikutuksia arvioiva raportti (ETLA 2020). Kemianteollisuuden tiekartta koostuu yhteenvedosta (AFRY 2020b) ja skenaarioanalyysistä (AFRY 2020c). Energiateollisuuden tiekarttaan sisältyvät skenaarioanalyysi (Energiateollisuus 2020) ja tausta-analyysi (AFRY

2020d) ja teknologiateollisuuden tiekarttaan sisältyvät yhteenveto (Teknologiateollisuus 2020), teknologian kehityksen tarkastelu (AFRY 2020e) ja skenaarioanalyysi (AFRY 2020f).

Tarkasteluamme johdattaa edellä kuvattu kaksoismateriaalisuuden näkökulma. Ensinnäkin olemme kiinnostuneita siitä, miten teollisuuden alat hahmottavat kestävyysmurroksen yhteiskunnallisena rakennemuutoksena ja oman roolinsa siinä. Tämän ensimmäisen ”materiaalisuuden” eli rakenteellisen muutoksen tarkastelussa nojaamme kehysanalyysiin (ks. Entman 2007; Nisbet & Newman 2015).

Kehysanalyysin avulla on mahdollista tarkastella ensinnäkin sitä, miten vaikutusvaltaiset toimijat poimivat asioita, väitteitä tai tavoitteenasetteluja vallitsevasta todellisuudesta, ja toisaalta sitä, miten he kehystävät ympäristöä koskevat kysymyksenasettelut omien tavoitteidensa mukaisiksi edistääkseen niitä yhteiskunnallisessa keskustelussa (Entman 2007; Nisbet & Newman 2015). Laajemman kontekstin huomioimalla analyysi pyrkii myös tuomaan esiin sitä, minkä tärkeysjärjestyksen asiat saavat, ja mitkä tekijät jätetään vähemmälle tai kokonaan huomiotta (Entman 2007). Kehysanalyysimme ei kuitenkaan sisällä teollisuuden kommunikaation tarkkaa ja tiheää diskursiivista analyysia kuten monesti kehys- ja diskursianalyyseissa on tapana, vaan päähuomiomme on tiekarttojen keskeisissä teollisuuden asemaa koskevilla väitteillä ja niiden analyyseissä. Olemme koonneet keskeiset kehystykset taulukkoon 1.

”Toisen materiaalisuuden” eli yhteiskunnallisen aineenvaihdunnan näkökulmasta olemme tarkastelleet erityisesti tiekarttadokumenttien käsityksiä tuotannon volyymin ja päästöjen kehityksestä sekä näiden vaatimasta raaka-ainemäärästä nimenomaan metsäbiomassojen osalta (vrt. Haberl ym. 2011, Haberl ym. 2019). Osassa tiekartoista raaka-ainetarve on esitetty eksplisiittisesti, osassa tarve on pääteltävissä muusta esitetystä kvantitatiivisesta informaatiosta. Näissä tapauksissa olemme arvioineet biomassan tarpeen hyvin karkeasti ja konservatiivisesti (laskujen premissit on kuvattu alaviitteessä 2). Vaikka metsäpohjaisten biomassojen lisäksi olisi syytä tarkastella tiekarttojen muille luonnonvaroille asettamia odotuksia ja niiden kestävyyttä, se ei ole tämän artikkelin puitteissa mahdollista. Toisaalta juuri metsäpohjaiseen biomassaan liitetyt odotukset tarjoavat erinomaisen ikkunan tarkastella tiekarttojen luomaa kuvaa yhteiskunnallisesta aineenvaihdunnasta, koska metsät ovat Suomessa keskeisessä asemassa hiilineutraaliustavoitteen ja energijärjestelmän suunnan osalta. Biomassoihin liittyy myös merkittäviä tieteellispoliittisia jännitteitä ja niiden käyttö läpäisee useamman teollisen sektorin aineenvaihdunnalliset odotukset.

Neljän suuren teollisuusalan tiekarttojen keskeiset piirteet

Tässä luvussa tarkastelemme tiekarttojen tärkeimpiä piirteitä ennen kuin seuraavassa kahdessa luvussa kuvaamme tiekarttojen ja niissä esitettyjen kehystysten keskeisiä ongelmia ja käymme niistä keskustelua. Kokonaisuuden selkiyttämiseksi olemme koonneet kaikkien kolmen luvun keskeiset havainnot taulukkoon 1. Teollisuus vastaa merkittävästä siivusta Suomen kokonaispäästöistä, jotka olivat vuonna 2015 yhteensä 55,6 Mt (CO₂-ekv). Teknologia-, kemian- ja metsäteollisuus yhdessä vastasivat noin 17 Mt päästöistä vuonna 2015. Energiateollisuuden päästöt vuonna 2015 olivat 17,8 Mt, mutta nämä sisältävät päästöjä myös muiden teollisuuden sektorien käyttöön päätyvästä energiasta ja lämmöstä, joten niitä ei voi yhteismitallisesti summata kolmen muun sektorin päästöjen kanssa. Merkittävistä tarkastelumme ulkopuolelle jäävistä päästölähteistä on syytä mainita liikenne (11 Mt), maatalous (6,5 Mt) ja rakentaminen, joiden päästöt ovat osin päällekkäisiä energia- ja kemianteollisuuden kanssa. Vastaavasti neljän suuren teollisuuden alan merkitys työllisyyden, vientitulojen ja arvonlisän osalta on suomalaisessa kansantaloudessa merkittävä.

Monissa kohdin tiekartat esittävät, että keskeiset teknologiat teollisen murroksen toteuttamiseen ovat jo olemassa (TEM 2020, 12). Ymmärrystä vaadittavasta teknologisesta muutoksesta voidaan pitää hyvin tärkeänä, kun teollisuus suunnittelee

Taulukko 1. Taulukossa on kuvattuna tiekarttataarkastelusta esiin nousevat keskeiset kehystykset, niitä koskevat teollisuuden esittämät oletukset ja näihin oletuksiin liittyvät ongelmat.

Table 1. The table describes the most important frames drawn from the analysis of the low carbon roadmaps, the assumptions related to each frame, and the key problems of the assumptions.

Kehys	Keskeiset oletukset	Ongelmat
Teollisuus tiedontuottajana	<ul style="list-style-type: none"> Osallistetaan teollisuuden alat vähähiiliseen kehitykseen. Paras osaaminen löytyy teollisuudesta. Teknologiset ratkaisut ovat pitkälti tiedossa. Tiekartat ovat "mahdollisimman kunnianhimoisia, mutta realistisia". 	<ul style="list-style-type: none"> Performoidaan ennalta onnistunutta tulevaisuutta. Keskittynyt tiedontuotanto (Afry) monitieteisen tarkastelun sijaan. Ei riittävää aineenvaihdonnan tarkastelua (esimerkkinä biomassat ks. luku 5). Täsmällisemmän tiedon puuttuminen ympäristön reunaehdoista voi johtaa "nykykäytäntöjen säilyttämiseen". Korporatiivinen politiikan valmistelu jatkuu (TEM + teollisuus).
Tuotannon volyymin kasvu	<ul style="list-style-type: none"> Keskeisten teollisuusalojen tuotteilla on nouseva kysyntä. Kotimaassa toteutetaan massiivinen sähköistäminen. Resurssien käytön intensiivisyys (esimerkkinä metsäbiomassat ja puuston kasvu). 	<ul style="list-style-type: none"> Ei riittävää aineenvaihdonnan tarkastelua. Ei ylisektoraalista tarkastelua. Talouden sekä energian ja resurssien käytön kasvun oletus. Priorisoidaan kasvua päästövähennyksen sijasta.
Hiilikädenjäljen painottaminen	<ul style="list-style-type: none"> Negatiivisten ympäristövaikutusten lisäksi teollisuus kykenevä globaaliin positiiviseen vaikutukseen uusien tuotteiden ansiosta. Liian kunnianhimoisesta ilmastopolitiikasta seuraa hiilivuoto. 	<ul style="list-style-type: none"> Huomio siirtyy lopputuotteiden mahdollisuuksiin nykyisestä kestävämmästä ympäristöpaineesta. Myös globaali sääntely-ympäristön muutos on todennäköinen. Hiilivuodosta vähän empiiristä näyttöä.
Vallitseva teollisuuspolitiikka	<ul style="list-style-type: none"> Julkisen vallan rooli on tki-kehityksen mahdollistajana ja osaltaan rajoittajana. Julkisen vallan toimittava teknologianeutraalisti. Siirtymä tapahtuu markkinavetoisesti. 	<ul style="list-style-type: none"> Julkisella vallalla vain toimintaympäristön mahdollistajan rooli, ei sisällöllistä toimijuutta. Julkinen valta ei osallistu aktiivisesti teollisuuden suunnitelmalliseen kehittämiseen.
Hiilineutraaliuden saavuttaminen	<ul style="list-style-type: none"> Teollisuuden suunnitelmat ovat linjassa hallituksen asettaman hiilineutraaliustavoitteen 2035 kanssa. Teollisuus on kykeneväinen merkittäviin päästövähennyksiin eli hoitaa "oman tonttinsa". 	<ul style="list-style-type: none"> Teollisuuden alat hiilineutraaleja paljon kansallista tavoitetta myöhemmin. Jäljelle jäävät päästöt on kuitattava nieluilla. Metsänielut uhkaavat pienentyä ja teknologisista nieluista (CCS) vain spekulatiivista näkemystä.

merkittäviä muutoksia tuotannossaan. Kuitenkin esimerkiksi teknologiateollisuuden ja kemianteollisuuden skenaariot perustuvat osin vielä käytössä olemattomille teknologioille (AI, CCS/CCU, vetytalous, power-to-x). Näin vähähiilisten polkujen toteutus riippuu oletuksista, joita on tarkasteltava kriittisesti. Tiekartoissa todetaankin, että niiden skenaariot eivät ole ennustuksia siitä, mitä tulee tapahtua, vaan kuvauksia tietyt odotukset täyttävistä kehityspoluista (Teknologiateollisuus 2020, 10).

Neljän suuren teollisuusalan vähähiilitiekarttojen oletuksena on tuotannon ja arvonlisän kasvu. Esimerkiksi Metsäteollisuuden tiekartan (Metsäteollisuus 2020, 13; ETLA 2020)

skenaariossa arvonlisäys kasvaa vuoden 2017 12,1 miljardista eurosta 19,4 miljardiin vuoteen 2035 mennessä. Arvonlisäys on merkittävä, sillä 2000-luvulla metsäteollisuuden arvonlisäys on ollut hienoisesti laskussa (ETLA 2020, 9; ETLA 2021, 4). Kemian tietkartasta käy ilmi ohimennen, että skenaariot perustuvat volyymin vuosittaiseen 0,75 prosentin kasvuun (AFRY 2020c, 91). Tuotannon kasvu on siis kyseenalaistamattomasti tietkarttojen taustaoletus huolimatta siitä, että tuotannon volyymin kasvattaminen yksiselitteisesti tekee sekä päästöjen että luonnonvarojen kulutuksen vähennyksestä vaikeampaa.

Keskeisin yhtäaikaisen kasvun ja päästövähennysten materiaallinen mahdollistaja skenaarioissa on energiateollisuuden massiivinen sähköistäminen. Sähkön tarpeen raju kasvu oli myös uutisoinnin kärki tietkarttatyön webinaarista ”Riittääkö energia?” (Koistinen 2020). TEM:n yhteenvetoraportti toteaa, että sähköistäminen voisi tietkarttojen mukaan tarkoittaa 100 prosentin kasvua teollisuuden sähkönkulutuksessa ja yli 50 % kasvua Suomen sähkönkulutuksessa vuoteen 2050 mennessä (TEM 2020, 10). Energiateollisuuden tietkartan voimakkaan sähköistymisen skenaario olettaa sähköntuotannon kohoavan nykyisestä 86 TWh:sta 111 TWh:iin vuonna 2035 (Energiateollisuus 2020, 16). Teknologiateollisuus arvioi teollisuuden ostaman sähkön määrän kasvavan 30 TWh:sta lähes 50 TWh:iin (Teknologiateollisuus 2020, 13).

Merkittävä kasvutavoitteen perustelu on kunkin sektorin mahdollisuus tuottaa tuotteita ja palveluita, jotka korvaavat tai syrjäyttävät nykyisin päästöjä tuottavia palveluita ja tuotteita. Tämä on myös yksi tärkeimmistä tietkarttojen retorisisista kehystyksistä: ne korostavat ”hiilikädenjälkeä”. TEM:n yhteenvedossa käsite määritellään (2020, 40) seuraavasti: ”[h]iilikädenjälki kertoo, minkä verran yritys, prosessi tai tuote auttaa muita toimijoita tekemään päästövähennyksiä.” Teknologiateollisuuden tietkartassa esitetään, että sen nykyisten tuotteiden hiilikädenjälki on luokkaa 20 MtCO₂-ekv/a ja että potentiaalisesti kädenjälki voisi olla jopa yli 50 MtCO₂-ekv/a (Teknologiateollisuus 2020, 19; AFRY 2020f, 45). Metsäteollisuuden vuosituotannon hiilikädenjäljeksi vuonna 2017 esitetään 16 Mt CO₂-ekv ja 2035 18 Mt CO₂-ekv, ja kemianteollisuuden vientituotteiden potentiaalinen kädenjälkivaikutus nykyisellään 21 Mt CO₂-ekv ja kehitteillä olevilla teknologioilla 26 Mt CO₂-ekv. (TEM 2020, 41.)

Energiateollisuuden sähköistyminen päästöttömin teknologioin (tuuli, aurinko jne.) on kaikkien muutosten osana, joten se on tavalla tai toisella mukana muiden hiilikädenjälkien mahdollistajana. Metsäteollisuuden kädenjälki puolestaan perustuu oletuksille ja laskelmille siitä, miten puuperäiset tuotteet voivat korvata fossiilisia tuotteita. Nämä laskelmat ovat sangan monimutkaisia (ks. esim. Agostini ym. 2014; Erb ym. 2018; Serman ym. 2018; Soimakallio ym. 2021) ja useat tutkijat ovat kyseenalaistaneet esimerkiksi EU:ssa voimassa olevan määritelmän, jonka mukaan puubiomassan energiakäytöllä ei ole ilmastovaikutuksia (Searchinger ym. 2018; Raven ym. 2021). Metsäteollisuus kuitenkin kehystää hiilikädenjäljen sille edullisella tavalla, biomassoja koskevaa kiistaa ja siitä käytävää poliittista kamppailua mainitsematta (vrt. esim. EASAC 2018; IEA 2019).

Tärkeimpänä keinona päästövähennyksissä tarvittavien ratkaisujen toteutumiseen tietkarttaprosessi näkee suotuisan investointiympäristön ja erityisesti tutkimus- ja kehityspanosten kasvun ja oikean kohdentamisen (TEM 2020, 11–12, 27, 37–39). Ministeriön yhteenveto toteaa, että neljän suuren teollisuudenalan tietartoissa investoinnit koskevat erityisesti uusien teknologioiden käyttöönottoa, energia- ja materiaalihokkuusparannuksia, TKI-panostuksia, tuotevalikoiman laajentamista sekä biopohjaisten raaka-ainekäytön tarjontaa (TEM 2020, 33). Kaikki alat eivät esittäneet numeerisia arvioita investointitarpeista, mutta yksin kemianteollisuuden nopea vähähiiliskenaario sisältää noin 58 miljardin euron investointitarpeet. Kehystyksen mukaan aloilla on positiivinen mahdollisuus vaikuttaa päästökehitykseen, kunhan niillä on siihen riittävät taloudelliset edellytykset.

Investointien ja TKI-toiminnan koordinointi liittyy tietkartat suoraan kysymykseen julkisen sektorin teollisuuspoliittisesta roolista. Tietkarttojen mukaan vähähiilisen teollisuuden kehitys tarjoaa Suomelle merkittäviä liiketoiminta- ja vientimahdollisuuksia.

Nämä pystytään kuitenkin realisoimaan vain julkisen TKI-panostuksen turvin. Tiekartat tunnistavat useita tällaisia kehitysaloja ja potentiaalisia tuotteita; esimerkiksi Teknologiateollisuuden tiekartta tunnistaa kaksisataa potentiaalista kädenjälkituotetta (Teknologiateollisuus 2020). Samalla tiekartat nojaavat vahvasti teknologianeutraalisuuden periaatteeseen, jonka mukaan julkisen vallan tehtävänä on luoda suotuisa kehitysympäristö mutta ei määrittellä kestävyysmurroksen suuntaa, investointeja tai valittuja ratkaisuja. Se on markkinoiden tehtävä. (TEM 2020, 32, 42, 95.) Tämä kehystys mukailee vihreän teollisuuspolitiikan tutkimuksen näkemystä julkisen vallan ja markkinaperustaisen teollisen kehityksen välisestä suhteesta (Rodrik 2014; Altenburg & Rodrik 2017).

Teknologiateollisuuden tiekartan yhteenvedossa arvioidaan, että teknologia-, kemian- ja metsäteollisuuden yhteinen päästövähennyspotentiali vuoteen 2035 mennessä on 11 Mt, jolloin päästöiksi jäisi yhteensä 6 Mt. Energiateollisuuden vähähiiliskenaariossa sen päästöt laskevat nykytasosta yli 15 Mt lukuun 2,4 Mt (sähkö 1,1 Mt ja lämpö 1,3 Mt; AFRY 2020c, 13). Energiateollisuuden päästövähennysten toteutuminen on teknologisilta ja taloudellisilta edellytyksiltään kenties yksikertaisin. Tuuli- ja aurinkovoima ovat merkittävästi halvimpia energiantuotannon menetelmiä myös Suomessa ja niille on merkittävästi rakennusmahdollisuuksia. Tunnistetusti jonkin verran pullonkauloja asettaa näiden energiatuotannon muotojen vaihtelevuus ja tarve sähköverkon vahvistamiseen (AFRY 2020d; AFRY 2020e). Sen sijaan esimerkiksi metallien ja muiden raaka-aineiden tarve vähähiilisen energian tuotannossa on vasta nousemassa tutkimuskysymykseksi (Michaux 2021).

Teknologiateollisuus sisältää suuren määrän erilaisia tuotannon ja palveluiden aloja, joiden polut päästövähennyksiin vaihtelevat suuresti. Kemianteollisuudelle suuren haasteen asettaa fossiilisen raaka-aineen korvaaminen. Kemianteollisuuden prosesseista monet ovat mahdollista dekarbonisoida sähköistämällä tai käyttämällä uusiutuvia polttoaineita. Sen sijaan raaka-aineena käytetyille fossiilijakeille (luokkaa 15 Mt/a, AFRY 2020c, 63) ei tällä hetkellä ole selvää korvaajaa. Metsäteollisuuden tilanne on kaksijakoinen. Yhtäältä sillä on hyvät edellytykset tehdä tuotantoprosesseistaan kokonaan fossiilittomia (AFRY 2020a). Toisaalta kysymykset sen raaka-aineen hankinnan eli hakkuiden ilmastovaikutuksista ovat kiistanalaisia ja odotettavissa on, että biodiversiteettitavoitteet ja metsien tehtävä hiilen sitojana tulevat jatkossa entistä enemmän kilpailemaan metsäteollisuuden tarpeiden kanssa (Camia ym. 2021) – näkemys tuli esiin myös useammassa haastatteluisammme.

Tiekarttojen jännitteet ja ongelmat

Tiekarttaprosessin myötä teollisuuden alat ovat voineet näyttäytyä edistyskellisinä ilmastotoimijoina, jotka ottavat ilmastohaasteen vakavasti. Teollisuuden alat myös satsasivat merkittävästi resursseja tiekarttaprosessin selvitys- ja toteutustöihin. Tiekartat omaksuttiin teollisuuden alojen etujärjestöjen agendan keskeiseksi hankkeeksi, ei vain sivuprojektiksi. Sellaisena tiekarttaprosessista on muodostunut nopeasti teollisuuden kommunikaatiota ja tavoitteenasettelua määrittävä tekijä.

Kriittisessä tarkastelussa yksittäisten toimialojen tiekartoissa, tiekarttojen muodostamassa kokonaisuuskäsityksessä sekä tiekarttojen ja teollisuuden muiden linjanvetojen välillä on kuitenkin monia jännitteitä ja ristiriitoja. Käsittelemme näitä jännitteitä kaksoismateriaalisuuden näkökulmasta, ensin ”ensimmäistä materiaalisuutta” tarkastellen. Kiinnitämme erityisesti huomiota siihen, miten tiekartat kehystävät keskeisiä kestävyysmuutoksiin liittyviä jännitteitä teollisuudelle suotuisilla tavoilla (ks. taulukko 1).

Teollisen murroksen ohjaamisen näkökulmasta on kiinnostavaa, että tiekarttatyö päättyi juuri työ- ja elinkeinoministeriön koordinoitavastuulle. Tätä selittää se, että ministeriöstä löytyy teollisuutta koskevaa laajaa osaamista. Silti on poliittinen valinta sijoittaa teollisuuden ja ympäristön välistä suhdetta määrittävä prosessi juuri TEM:n alaisuuteen eikä esimerkiksi ympäristöministeriön alaisuuteen tai ministeriöiden yhteiseen koordinointiin. Idea

teollisuuden aktiivisemmasta osallistumisesta Suomen ilmastopoliitikan määrittelyyn ei myöskään syntynyt tyhjää, vaan keskeiset teollisuusliitot – Kemianteollisuus, Metsäteollisuus, Teknologiateollisuus, Paperiliitto ja Teollisuusliitto – aktivoituivat jo ennen vuoden 2019 eduskuntavaaleja ilmastopoliittisiksi vaikuttajiksi järjestämällä maanlaajuisen vaalikiertueen. Teollisuusliittojen keskeinen sanoma oli, että ilmastopoliitikasta juontuva teollisuuden rakennemuutos vaatii valtiolta tutkimus- ja tuotekehitystukea sekä veroratkaisuja, jotka vaikuttavat erityisesti energian hintaan. Teollisuus myös korosti, että suomalainen teollisuus on jo kansainvälisessä vertailussa ”ekoteko” ja että hiilivuodon eli tuotannon siirtymisen muihin maihin estämiseksi ilmastotavoitteiden tulee olla mahdollisimman tasavertaisia muiden maiden kanssa (Luukka 2019).

Edellä kuvattu kertoo suomalaisen korporatiivisen mallin erityispiirteestä, jossa taloudellisten eturyhmien pyrkimyksenä on vaikuttaa aktiivisesti erityisesti hallitusohjelman reunaehtojen muodostumiseen, minkä jälkeen vaikuttamisen painopiste siirtyy valtion hallinnon työryhmiin ja virkamieskunnan lobbaamiseen (ks. Vesa ym. 2018).

Tiekarttatyössä tutkimus- ja tuotekehitysvaatimukset tarkentuivat, ja ”ekoteko”-muotoilu kehystettiin uudelleen edellä kuvatuksi ”hiilikädenjäljen” ajatukseksi. Tiekarttatyö ei myöskään löysentänyt teollisuuden näkemystä siitä, että Suomen ei tule olla liian kunnianhimoinen ilmastotavoitteissaan muihin maihin verrattuna. Haastatteluissamme, kuten julkisuudessaakin, teollisuuden edustajat pohtivatkin nykyisen hallituksen vuotta 2035 koskevan hiilineutraalustavoitteen mielekkyyttä, mikäli se nostaa teollisuuden kustannuksia suhteessa muiden maiden vastaaviin (TEM 2020, 24). Poliitikassa hiilivuotoargumenttia on käyttänyt erityisen aktiivisesti populistipuolue perussuomalaiset. Hiilivuodosta on empiirisessä tutkimuksessa kuitenkin vain niukasti näyttöä. Lisäksi ilmastopoliittinen sääntely-ympäristö kiristyy todennäköisesti myös kansainvälisesti. Huomiotta jää myös, että Suomen tavoite kasvattaa metsänkäyttöä voi kannustaa muita EU-maita ja sen ulkopuolisia maita hakkuiden kasvattamiseen.

Haastatteluissamme TEM:n koordinoivan roolin merkitystä perusteltiin myös sillä, että sen avulla saatiin mahdollisimman hyvä käsitys yksittäisiä teollisuudenaloja laajemmasta teollisesta kokonaisuudesta. Näin haluttiin välttää vastaavanlaisen prosessin epäonnistumiset Ruotsissa, jossa tiekartat toteutettiin ilman kunnan koordinaatiota, mikä johti esimerkiksi sähkönkulutuksen merkittävään yliarvioimiseen. Kiinnostavaa on sekin, että konsulttiyritys AFRY päätyi yhtä teollisuuden (rakennusteollisuus) alaa lukuun ottamatta kaikkien tiekarttojen skenaariotyön tekijäksi. Haastatteluissa valintaa perusteltiin tiekarttojen yhdenmukaisuudella ja osin luottamuksellistenkin tietojen hallinnalla, mutta on perusteltua kysyä, miten yhden yrityksen käyttäminen tiekarttojen tiedontuottajana toteuttaa kestävyysmurroksessa tarvittavaa monitieteisyyden ja -näkökulmaisuuuden vaatimusta.

Tiekarttaprosessiin ei otettu mukaan palkansaajaliittoja, mitä kritisoitiin myös prosessin aloittamisen yhteydessä. Keskusjärjestö SAK tosin teki tiettäväksi kaksi omaa tuoretta työntekijöiden asemaa teollisessa muutoksessa käsittelevää selvitystään, jotka liitettiin TEM:n tiekarttajulkistuksen ohkeen. Toisin sanottuna teollisen rakennemuutoksen keskeinen edellytys, oikeudenmukainen siirtymä, jäi yksittäisiä mainintoja lukuun ottamatta pois prosessista, mikä todettiin myös haastatteluissa tiekarttatyön heikkoudeksi. Tätä voi pitää merkittävänä puutoksena tilanteessa, jossa yhteiskunnallista keskustelua ovat merkittävästi jo ravistelleet kooltaan suhteellisen vähäiset kysymykset kuten turveteollisuuden kohtalo.

TEM jätti tiekarttojen toteuttamisen lähtökohdat, sisällöt ja tavoitteenasettelun pitkälti teollisuusalojen omiin käsiin. TEM:n ohjeistusta kehysti toteamus ”*mahdollisimman kunnianhimoisia, mutta realistisia*” (2020, 10). Teollisuuden toimijoita pidettiin näin omien alojensa parhaina asiantuntijoina ja myös sopivimpina määrittelemään realistisen näkemyksen vähähiilisestä siirtymästä. Realismin sijaan jopa teknologiauskoa lähentelevää optimistisuutta voi lukea esimerkiksi rinnastamalla yhteenvedon lauseet: ”*Tiekartat osoittavat, että hallituksen tavoite hiilineutraalista Suomesta 2035 on teollisuuden ja muiden toimialojen osalta saavutettavissa olemassa olevilla tai näköpiirissä olevilla teknologioilla.*” (TEM 2020, 12) ja

”Monilla toimialoilla päästövähennystoimien keskiössä ovat teknologiset ratkaisut, joista osa on vielä kehitysvaiheessa tai kaupallistumatta.” (TEM 2020, 11). Kuvatussa ”näköpiirissä” hiilineutraalisuustavoite voidaan siis laskea kehitysvaiheessa tai kaupallistumatta olevien teknologioiden varaan.

Tiekarttoihin sisältyy myös laadullisia eroja. Kemianteollisuuden tiekartta on laaja ja perusteellinen kuvaus toimialan tilanteesta ja kestävyystavoitteisiin liittyvistä ongelmista. Metsäteollisuuden tiekartta sen sijaan käsittelee metsäalan murrosta voimakkaammin retorisella tasolla perustuen kehystyksiin, jotka ovat esiintyneet toistuvasti viime vuosien metsien käytön ilmatoroolia koskevassa keskustelussa (ks. Toivanen 2021): tiekartta korostaa metsäteollisuuden energiankäytön uusiutuvuutta, puuston kasvua ja metsänkäytön kestävyyttä nykyisellään. Samalla metsäteollisuuden tiekartan tueksi tilattu tutkimus- ja konsultointityö on rajattu teollisuuden toimesta niin, että raportti metsänkäytön ilmasto vaikutuksista (VIT 2020) ei huomioi vaikutuksia biodiversiteettiin, eikä vaikutusta metsänieluihin ilmastomuutoksen torjunnan kannalta tärkeällä aikavälillä oteta huomioon. Myös haastatteluissa tiedostettiin tiekarttojen lähtökohtiin ja kunnianhimoon liittyvät erot. Tosin mitään ääneen lausuttua suurta jännitettä nielujen kokoon vaikuttavan metsäteollisuuden ja muun teollisuuden välillä ei ollut havaittavissa. Tällaisen jännitteen voisi olettaa syntyvän, mikäli metsänkäyttö perustuu kasvaviin hakkuisiin, jolloin muun yhteiskunnan ja teollisuuden on vähennettävä päästöjään entistäkin nopeammin hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamiseksi.

On huomattavaa, että yksikään teollisuudenala ei pyri tiekartassaan hiilineutraaliuteen muun Suomen tavoin vuoteen 2035 mennessä vaan vasta useita vuosia myöhemmin. Näin ollen teollisuudesta jää 2030-luvun puoliväliin ja sen jälkeen jäljelle merkittävät päästöt, joita tulisi kompensoida sekä hiilen talteenottoteknologioilla että merkittäville metsien hiilinieluilla, jotka kuitenkin metsäteollisuuden tiekartan oletusten mukaisesti ovat pikemminkin pienemässä kuin suurenemassa.

Tiekartat luottavatkin voimakkaasti esimerkiksi CCU-teknologioiden eli hiilen talteenoton ja uudelleenkäytön nopeaan kehitykseen. Tutkimuksessa hiilen talteenoton teknologioista ja niiden kaupallisen toteutumisen aikataulusta on kuitenkin esitetty hyvin eriäviä näkökantoja (esim. Chauvy & de Weireld 2020). Haastatteluissamme selvisi, että CCU:n käyttöönotosta ei ole teollisuuden piirissä konkreettista käsitystä. Kuitenkin tiekartoissa luodaan kehystystä ja oletuksia, että siihen voidaan luottaa päästöjen voimakkaamman vähentämisen sijaan. Tiekarttojen kehystys tämän ja vastaavien teknologioiden kehityksestä on siirtynyt varsin kriittikittömästi muun muassa osaksi Suomen Kestävän kasvun ohjelman ratkaisuja (Valtioneuvosto 2021b, 59).

Kehysanalyysin näkökulmasta voidaan siis sanoa, että tiekartat alistavat päästövähennysten toteuttamisen tuotannon volyymin kasvun, hiilikädenjälki-retoriikan ja suotuisan investointiympäristön ehdoille. Tässä mielessä tiekartat myös kehystävät nykyistä poliittista valintaympäristöä erityisellä tavalla. Yhtäältä tiekartat viestittävät, että teollinen muutos on linjassa Suomen hiilineutraalisuustavoitteen kanssa (mm. TEM 2020, 12; Valtioneuvosto 2021b, 51). Toisaalta hiilikädenjälkeä korostamalla kehystetään tuotannon kasvu ”vihreäksi” ilman, että yhteiskunnallisen aineenvaihdunnan muutosta ja sen toteutumisaikataulua tarvitsee pohtia perusteellisesti ja realistisesti. TEM:n yhteenveto esittää myös huomion, että hiilikädenjäljen laskenta ei ole standardoitua, eivätkä skenaarioiden esityksen kädenjäljistä ole siten myöskään yhteismitallisia. Hiilikädenjäljessä on siis kyse ensisijaisesti mahdollisuudesta, joka voi toteutua, mutta sitä ei pystytä täsmällisesti todentamaan, ja sen toteutumisen teknologiset ehdot ovat epävarmat. Kehystävänä käsitteenä hiilikädenjälki siirtää painopistettä pois päästövähennyksistä, näin muuttaen keskustelun parametrejä.

Edellä kuvattu kertoo, että kansallinen tiedontuotanto ekohyvinvointivaltion edellytyksistä on puutteellista. Samankaltaista puutteellisuutta on havaittu talouden ennakoinnin ja suunnittelun suhteen (Vadén ym. 2021). Ympäristökeskustelussa toistuu

usein väite, että tiedämme jo miten toimia, mutta poliittinen tahto tai valta toimia puuttuu. Yllä olevan tarkastelun perusteella näin ei kuitenkaan ole: näkemys vähähiilisyuden toteutuksesta nojaa tutkimuksessa kyseenalaistettuihin oletuksiin. Asian painavuutta korostaa aikataulu. Hiilineutraalisuuden tavoitevuoteen 2035 on alle 15 vuotta aikaa, ja teollisuuden investointisyklit ovat usein tätä pidempiä, aina 20 vuoteen ja ylikin. Toisin sanoen hiilineutraalisuustavoitteen aikaikkunaan ei mahdu kuin korkeintaan 1-2 raskaan teollisuuden investointisykliä. Esimerkiksi väärän teknologisen tai tuotantoa tarpeettomasti kasvattavan polun valinnan jälkeen ei ole aikaa korjausliikkeisiin.

Ajan niukkuus ja tehtävän kiireellisyys korostavat tiedollisia puutteita. Jos ja kun tieto parhaista teknologisista poluista on epävarmaa ja investointisyklit hitaita, nousee tiekarttojen kehityksen seurauksena esiin riski, jonka metsäekonomian professori Olli Tahvonen (2021) sanoittaa osuvasti metsäpolitiikan osalta: ”*Uhkana on nykykäytäntöjen säilyttäminen.*” Vanhoihin kasvuoletuksiin ja teknologian hyvin nopeaan kehittymiseen nojatessaan tiekartat päätyvät helposti tukemaan nykykäytäntöjen jatkumista. Tiekartat eivät liioin tarkastele luovan tuhon skenaariota, jossa markkinaolosuhteiden hyppäksenomainen muutos, talouden ennakoinnin ”epäjatkuvuuskohta” (Järvensivu & Toivanen 2018), voi tehdä kokonaisia elinkeinoelämän aloja vaikeiksi, ellei mahdottomiksi, samalla avaten ovia uusille sektoreille ja toimijoille (esimerkiksi metsänielujen hiilen hinnoittelun vuoksi). Nykykäytäntöjen säilyttämisen mahdollistama umpikuja ja sen aiheuttama sosiaalinen ja poliittinen rasite tunnetaan energiaturpeen yhteydestä. Näiden umpikujien ja niistä aiheutuvien yhteiskunnallisten paineiden käsittely edellyttää tietopohjan ripeää vahvistamista.

Seuraavaksi tarkastelemme lyhyesti tiekarttoja ”toisen materiaalisuuden” eli yhteiskunnallisen aineenvaihduksen näkökulmasta fokusoiden tarkastelun metsäbiomassan käyttöön. Tiekarttojen merkittävä puute on, että niiden laskelmien ja skenaarioiden yhteenlaskettuja biomassavaatimuksia ei tarkastella, vaikka metsäteollisuuden, kemianteollisuuden, energiateollisuuden ja liikenteen tiekartat sisältävät huomattavaa biomassan käytön kasvua. Puute on hämmästyttävä, sillä metsien käyttö on monella tavalla ratkaiseva seikka Suomen monien ympäristötavoitteiden toteutumisen kannalta. Koordinaation puute on erikoista siksikin, että suomalaisen elinkeinoelämän rakenne (energiapolitiikka, raaka-aineiden käytön prioriteetit jne.) on monin osin kytkeytynyt metsäteollisuuden tarpeiden ympärille. Vallitseva sektori-integraatio eli teollisuuden sektorien väliset energia- ja raaka-ainevirrat (tai abstraktimmin sanoen niiden työnjako yhteiskunnallisessa aineenvaihduksessa) on pitkälti syntynyt metsäteollisuuden ehdoilla ja sen ympärille. Tästä esimerkkinä on niin metsäteollisuuden sivuvirtojen käyttö energiantuotannossa kuin myös yli vuosikymmenten jatkuneet kansalliset pyrkimykset energian riittävän alhaisen hinnan ja saatavuuden varmistamiseen. (Lukkarinen & Ryteri 2018.)

Historiallista linjaa noudatellen metsäteollisuuden tiekartta sisältää metsien maksimaalisen käytön. Itse asiassa skenaarioitu käyttömäärä 90 Mm³ on suurempi kuin tämänhetkinen metsän kasvu sallisi, joten skenaario perustuu tehostetun metsänhoidon malliin (Luke 2020), jossa metsän kasvua kiihdytetään esimerkiksi voimaperäisemmän metsien hoidon, huomattavasti lisääntyneen lannoituksen ja uusien puulajikkeiden avulla. Skenaario edellyttää, että ”*esitetyt metsänkäsittelytoimet aloitetaan heti koko maassa ja kaikissa talousmetsissä*” (Luke 2020, 10). Tämän lisäksi energiateollisuuden skenaario sisältää poistuvien fossiilisten raaka-aineiden ja turpeen korvaamista puuenergialla noin 5,5 Mm³ edestä (Energiateollisuus 2020)². Suurin yksittäinen lisäys biomassan

² Puun energiasisältö vaihtelee suuresti riippuen puulajista, kosteudesta, puun osasta jne. Seuraten lähdettä VTT (2016) käytämme arviona lukua 2 MWh per kuutio puuta. Samoin puubiomassan nestemäiseksi polttoaineeksi muuttamisen tehokkuus riippuu suuresti prosessin yksityiskohdista. Seuraten lähdettä Forsström ym. (2012) oletamme konversion tehokkuuden olevan keskimäärin 0,6.

tarpeeseen tulee kemian tiekartasta. Tällä hetkellä vain noin 17 prosenttia alan raaka-aineista on kierrätettyä tai uusiutuvaa, ja tiekartan mukaan noin 15 tonnin vuosittainen fossiilisen raaka-aineen määrä olisi korvattava (AFRY 2020b, 15). Kemian sektori käyttää myös noin 15 TWh fossiilipohjaista prosessilämpöä (AFRY 2020b, 81). Tiekartta esittää tulevaisuuden mahdollisuuksina esimerkiksi levien kasvattamisen raaka-aineksi, mutta tämä mahdollisuus on lähinnä spekulatiivinen (ks. esim. IEA 2017). Jos ala korvaisi noin 40 prosenttia tarvittavasta raaka-aineyötteestä metsäbiomassalla, se vaatisi noin 35 Mm³ puuta ja prosessilämpö lisäksi noin 7,5 Mm³. Liikenteen ja logistiikan tiekarttaan (AFRY 2020g) sisältyy lisäksi polttoaineen jakeluelvoitteen nosto 30 prosentista 35 prosenttiin, mikä kasvattaa biomassan tarvetta. Kaiken kaikkiaan tiekarttojen biomassan tarve (metsä 90 Mm³, energia 5,5 Mm³, jakeluelvoite 11 Mm³, kemia 35 Mm³) nostaisi puun käytön yli 140 Mm³, joka on huomattavasti korkeampi kuin tehostetun metsänkäytön mallin mahdollistama 90 Mm³.

Vaadittu biomassa on joko kotimaista biomassaa, jonka tuotantomäärän tiekarttojen yhteenlaskettu tarve ylittää, tai tuotua biomassaa. Biomassan tuontiin liittyy useita käytännön ongelmia alkaen saatavuudesta, hinnasta ja kestävyysmäärittelyistä (EASAC 2018; Beuchelt & Nassl 2019; Norton ym. 2019; Camia ym. 2021). Globaalın kestävyysmurroksen näkökulmasta hiilineutraalisuustavoitteen tukeutuminen tuontibiomassaan on lohduton vaihtoehto: jos Suomi korkeasti kehittyneenä ja Euroopan metsävaltaisimpana maana pystyy toteuttamaan hiilineutraalisuuden vain tuontibiomassan varassa, kyseenalaistuu koko hiilineutraalisuus käsitteen järjestyksellisyys kansallisen tason tavoitteena. Raaka-ainetarpeen kokonaistarkastelun puute johtaa myös mahdolliseen sektorien väliseen ristiriitaan. Jos tavoiteltu, varsin kunnianhimoinen tehostetun metsien kasvun malli toteutuu vain osittain tai metsänkäsitteily muuttuu monimuotoisuustavoitteiden vuoksi, näköpiirissä on tilanne, jossa metsäteollisuus, kemianteollisuus ja energiantuotanto kilpailevat samasta niiden tavoitteiden kannalta liian pienestä puubiomassan määrästä (Kerkelä ym. 2014).

Keskustelu

Tiekartat antavat kattavan kuvan teollisuuden alojen tämän hetken kestävyiden tilasta sekä teollisuuden määrittelemistä mahdollisuuksista vähähiilisyyspolun toteuttamiseen. Tiekarttojen voi myös katsoa sitoneen teollisuuden alat tiiviimmin suomalaiseen tiukkenevaan ympäristöpoliittiseen konsensukseen (vrt. Koskimaa ym. 2021). Korporatiivisen perinteen mukaisesti teollisuuden vaikutusvalta näkyy siinä, että tiekarttatyö päättyi sen itsensä käsiin, eivätkä esimerkiksi ympäristöhallinto tai tiedeyhteisö olleet työn kokonaisuudessa mukana. Vihreää teollisuuspolitiikkaa koskevan kirjallisuuden olettamusten mukaisesti (Altenburg & Rodrik 2017) tiekartat ovat täsmäntäneet teollisuuden näkemystä kestävyysmurroksen vaatimuksista. Näin ollen tiekartoilla on todennäköisesti merkittävää ohjausvaikutusta teollisuuden lähitulevaisuuden ratkaisuihin.

Tarkastelumme tuo esiin myös merkittäviä puutteita tiekarttojen kestävyysmurrosta koskevassa ymmärryksessä. Ne eivät pureudu riittävästi ekohyvinvointivaltioilta vaadittavaan kaksoismateriaalisuuden haasteeseen: yhtäältä moni kestävyysmurroksen rakenteellista ohjaamista koskeva kysymys jää avoimeksi, toisaalta aineenvaihdon käsittely puuttuu tai perustuu liian pintapuolisiin oletuksiin. Teollisuuden alojen tiekarttatyölle annettu sinänsä ymmärrettävä raamitus, ”kunnianhimoisia, mutta realistisia”, saattaa siksi toteutua riskialtilla tavoilla. Ylipäätään tiekarttojen tulevaisuuskäsitys nojaa odotukseen tuotannon volyymin kasvusta, mikä on ristiriidassa kestävyysmurroksen pääsuunnan eli päästöjen mutta erityisesti luonnonvarojen liikakäytön vähentämisen kanssa.

Realistisuuden olisi voinut valita toisinkin: lähtökohdaksi olisi voitu asettaa nopeampien päästövähennysten lisäksi paras mahdollinen tieteellinen tieto resurssien käytön rajoista, ja teollinen kehitys olisi voitu suunnitella näiden mukaisesti. Tiekartoissa kuitenkin nojataan optimistisiin teknologisiin oletuksiin. Lisäksi metsäpohjaisia biomassoja koskeva

tarkastelumme osoittaa, että niiden riittävyttä ei ole tarkasteltu vaadittavalla vakavuudella. Biomassatarkastelumme paljastaa merkittäviä heikkouksia tiekarttojen sektori-integraatiota koskevassa ymmärryksessä, jonka vahvistaminen on teollisen murroksen suunnittelun tärkeä seuraava syvemmän selvityksen kohde. Vastaavan kaltaisia tarkasteluja tarvitaan tulevaisuudessa myös monista muista kestävyysmurrokseen liittyvistä yhteiskunnallisen aineenvaihdon erityiskysymyksistä, oli sitten kyseessä biodiversiteettivaikutukset tai mineraalien saatavuus ja raaka-aineiden ja energian hintakehitys.

Tiekarttatyön myötä teollisuus on onnistunut kehystämään teollisuuden alat aloitteellisina ja hiilikädenjälkeä kasvattavina ilmastotoimijoina. Pääviesti on, että merkittävillä investoinneilla Suomen hiilineutraaliustavoitteen mukainen teollinen päästövähennyspolku on toteuttamiskelpoinen. Tämä näkemys on sellaisenaan siirtynyt muihin nykyisen hallituksen selvityksiin ja strategioihin. Näin kehystetään varsin optimista teollisen muutoksen käsitystä ilman, että tiekarttoihin sisältyviä ongelmia tuodaan kriittiseen tarkasteluun. Koska vaatimukset muuttavat merkittävästi yhteiskunnallisen aineenvaihdon suuntaa oletettavasti lähitulevaisuudessa tiukkenevat, tulevat varmasti myös nyt tiekarttoissa vain orastavina näkyvät suhtautumiserot kestävyysmurrokseen selkeämmin esiin. Tällöin nähdään, mitkä teollisuuden alat ja yritykset todella sitoutuvat kestävyysmurroksen toteuttamiseen ja mitkä kohdentavat huomionsa vallitsevan tilanteen säilyttämiseen.

Kunnianhimoisista päästövähennystavoitteista huolimatta tiekartat mukailevat vahvasti viime vuosikymmeninä suomalaista taloudellista kehitystä määrittänyttä kilpailuvaltiomallia. Valtiolla ei tässä mallissa ole aktiivista talouden tai teollisuuden kehitykseen suuntaa määrittävää roolia – toisin kuin esimerkiksi ekohyvinvointivaltiota koskevat tarkastelut painottavat (Eckersley 2020; Hausknot 2020). Tiekarttojen voikin katsoa kiinnittyvän kilpailuvaltion malliin siten, että yhtäältä ne olettavat hiilen päästökaupakehityksen vähentävän fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja toisaalta valtion ja yritysten TKI-panostusten synnyttävän markkinoiden ohjauksessa tarvittavat investoinnit ja teknologiset ratkaisut. Tällainen malli ei kiinnitä riittävästi huomiota siihen, mitä taloudessa tapahtuu sisällöllisesti; toisin sanottuna syntyykö talouteen kestävyysmurroksen mukaisesti *kestävää* työtä, tuotantoa ja elinkeinoja.

Ekohyvinvointivaltion edellyttämä teollinen murros vaatisi pikemminkin valtion aktiivista teollisuuspolitiikkaa, joka huolehtii, että kestävyysmurroksen näkökulmasta riittävät investoinnit toteutuvat sielläkin, missä yksityinen sektori ei niitä toteuta, ja että taloutta ohjataan siten, että yhteiskunnallinen aineenvaihdunta asettuu kestävyiden raameihin. Aktiivinen teollisuuspolitiikka vaatiikin tuekseen vielä tarkempaa teollisen kehityksen tieteellistä tarkastelua, jonka pohjalta myös teollisuuden ohjauskeinoja ja investointitarpeita voitaisiin pohtia täsmällisemmin (ks. Vadén ym. 2021).

Loppupäätelmät

Yhteenvetona voi todeta, että vaikka tiekarttatyö sisältää tärkeitä elementtejä, jotka voivat potentiaalisesti luoda edellytyksen suomalaiselle teolliselle kestävyysmurrokselle, eivät ne kykene pureutumaan riittävän syvästi yhteiskunnalliseen aineenvaihduntaan kestävyysmurroksen tai ekohyvinvointivaltiokehityksen edellyttämällä tavalla. Samalla ne jättävät vielä paljon toivomisen varaa tärkeimpien murroskohtien ymmärtämisessä ja julkisen vallan ja teollisuuden yhteistyön täsmällisemmässä määrittelyssä. Näihin puutteisiin tutkimus- ja selvitystyön olisi pureuduttava seuraavaksi. Teollisuudella – kuten koko suomalaisella yhteiskunnalla – on vielä paljon petrattavaa kestävyysmurroksen asettaman kaksoismateriaalisuuden haasteen edessä.

Lähteet

- Acar, C. & Dincer, I. (2019) Review and evaluation of hydrogen production options for better environment, *Journal of Cleaner Production* 218 (1) 835–849. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.046>
- AFRY (2020a) Tiekartta metsäteollisuudelle vähähiilistyvässä yhteiskunnassa. <https://global-uploads.webflow.com/5f33b1bfb4fbd69d3afe623/5fd364e8a24bef1db9ceedb8_Mets%C3%A4teollisuus_ilmastotiekartta_AFRY_p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6osuus_raportti_12062020.pdf>. 21.6.2021.
- AFRY (2020b) Roadmap to reach carbon neutral chemistry in Finland by 2045. Executive summary. <<https://kemianteollisuus.studio.crasman.fi/file/dl/i/uU5LVw/WnO5roKpmIavGNz8iYxLUA/Kemianteollisuusroadmapexecutivesummary.pdf>>. 21.2.2021.
- AFRY (2020c) Roadmap to reach carbon neutral chemistry in Finland by 2045. Final report. <https://kemianteollisuus.studio.crasman.fi/file/dl/i/0GTI_g/kBevzvIQoJOC9zfO-Ztyug/Kemianteollisuusroadmap.pdf>. 21.6.2021.
- AFRY (2020d) Finnish Energy. Low-carbon roadmap. <https://energia.fi/files/5064/Taustaraportti_-_Finnish_Energy_Low_carbon_roadmap.pdf>. 21.6.2021.
- AFRY (2020e) Teknoliateollisuuden vähähiilietiekartta. Vaihe 1. <https://teknoliateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Teknoliateollisuuden%20tiekartta1_Teknologiaseelvitys%20v%C3%A4h%C3%A4hiiliratkaisusta_P%C3%B6yry.pdf>. 21.6.2021.
- AFRY (2020f) Teknoliateollisuuden vähähiilietiekartta. Vaihe 2. <https://teknoliateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Teknoliateollisuuden%20tiekartta2_%20Skenaariot%20ja%20k%C3%A4denj%C3%A4lkitarkastelu_P%C3%B6yry.pdf>. 21.6.2021.
- AFRY (2020g) Tie vähähiiliseen liikenteeseen. <<http://www.logistiikkayritykset.fi/media/uutiset/200612-liikenteen-ja-logistiikan-tiekartta-poyry-loppuraportti-200612-final.pdf>>. 21.6.2021.
- Agostini, A., Giuntoli, J. & Boulamanti, A. (2014) Carbon accounting of forest bioenergy: Conclusions and recommendations from a critical literature review. European Commission. Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2788/29442>
- Altenburg, T. & Rodrik, D. (2017) Green industrial policy: Accelerating structural change towards wealthy green economies. Teoksessa Altenburg, T. & Assmann, C. (toim.) *Green Industrial Policy. Concept, Policies, Country Experiences*. Geneva, Bonn: UN Environment; German Development Institute / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE) 1–21.
- Anderson, K., Broderick, J. F. & Stoddard, I. (2020) A factor of two: How the mitigation plans of ‘climate progressive’ nations fall far short of Paris-compliant pathways. *Climate Policy* 20(10) 1290–1304. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1728209>
- Auvinen, A.-P., Kemppainen, E., Jäppinen, J.-P., Heliölä, J., Holmala, K., Jantunen, J., Koljonen, M.-L., Kolström, T., Lumiaro, R., Punttila, P., Venesjärvi, R., Virkkala, R. & Ahlroth, P. (2020) Suomen biodiversiteettistrategian ja toimintaohjelman 2012–2020 toteutuksen ja vaikutusten arviointi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020: 36. Helsinki. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-915-8>>. 21.6.2021.
- Bergholm, T. (2009) The Making of the Finnish Model. *Scandinavian Journal of History* 34(1) 29–48. <https://doi.org/10.1080/03468750902770931>
- Beuchelt, T. D. & Nassl, M. (2019) Applying a sustainable development lens to global biomass potentials. *Sustainability* 11(18) 5078. <https://doi.org/10.3390/su11185078>
- Blom, A. (2018) *Veljeskunta: Lobbauksen poliittisessa järjestelmässä*. Helsinki, Gummerus.
- BIOS (2019). *Ekologinen jälleennakennus*. <www.eko.bios.fi>. 12.10.2021.
- Bäckstrand, K. & Kronsell, A. (2015) The green state revisited. Teoksessa Bäckstrand, K. & Kronsell, A. (toim.) *Rethinking the Green State* 17–40. London, Routledge.
- Camia A., Giuntoli, J., Jonsson, R., Robert, N., Cazzaniga, N.E., Jasinevičius, G., Avitabile, V., Grassi, G., Barredo, J.I. & Mubareka, S. (2021) *The use of woody biomass for energy production in the EU*. European Commission. Joint Research Centre. <<https://data.europa.eu/doi/10.2760/831621>>. 21.6.2021.
- Chauvy, R. and De Weireld, G. (2020) CO2 Utilization Technologies in Europe: A Short Review. *Energy Technology*. 8: 2000627. <https://doi.org/10.1002/ente.202000627>
- DECC & BIS (2015) Department of Energy & Climate Change and Department for Business, Innovation & Skills. Industrial Decarbonisation and Energy Efficiency Roadmaps to 2050. <<https://www.gov.uk/government/publications/industrial-decarbonisation-and-energy-efficiency-roadmaps-to-2050>>. 21.6.2021.
- Duit, A., Feindt, P. H. & Meadowcroft, J. (2016) Greening Leviathan: the rise of the environmental state? *Environmental Politics* 25 (1) 1–23. <https://doi.org/10.1080/09644016.2015.1085218>
- Eckersley, R. (2020) Greening states and societies: from transitions to great transformations. *Environmental Politics* 1–21. <https://doi.org/10.1080/09644016.2020.1810890>
- Elomäki, A., Kantola, J., Koivunen, A. & Ylöstalo, H. (2016) Kamppailu tasa-arvosta: tunne, asiantuntijuus ja

- vastarinta strategisessa valtiossa. *Sosiologia* 53(4) 377–395.
- Energiateollisuus (2020) Energia-alan vähähiilisyystiekartta. <https://energia.fi/files/4946/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_2020.pdf>. 21.6.2021.
- Entman, R. M. (2007) Framing bias: Media in the distribution of power. *Journal of communication* 57(1) 163–173. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2006.00336.x>
- ETLA (2021) Suomen metsäteollisuuden näkymiä vuoteen 2025. ETLA Raportti No 112. <<https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Raportit-Reports-112.pdf>>. 21.6.2021.
- ETLA (2020) Lintunen, J., Ali-Yrkkö, J. & Kulvik, M. Metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartan taloudelliset vaikutukset. ETLA Raportti No 105. <<https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-105.pdf>>. 21.6.2021
- Erb, K.-H., Kastner, T., Plutzer, C., Bais, A. L. S., Carvalhais, N., Fetzel, T., Gingrich, S., Haberl, H., Lauk, C., Niedertscheider, M., Pongratz, J., Thurner, M. & Luyssaert, S. (2018) Unexpectedly large impact of forest management and grazing on global vegetation biomass. *Nature* 553(7686) 73–76. <https://doi.org/10.1038/nature25138>
- FFS (2020) Fossil Free Sweden. Roadmap for fossil free competitiveness. <https://fossilfrittverige.se/wp-content/uploads/2020/12/Sammanfattning_Webb_ENG_2020.pdf>. 21.6.2021.
- Forsström J., Pingoud K., Pohjola J., Vilén T., Valsta L. & Verkerk H. (2012) Wood-based biodiesel in Finland: Market-mediated impacts on emissions and costs. *VTT Technology* 7: 1–48. <<https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T7.pdf>>. 21.6.2021.
- Gronow, A. & Ylä-Anttila, T. (2019) Cooptation of ENGOs or treadmill of production? Advocacy coalitions and climate change policy in Finland. *Policy Studies Journal* 47(4) 860–881. <https://doi.org/10.1111/psj.12185>
- Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Martinez-Alier, J. & Winivarter, V. (2011) A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation. *Sustainable development* 19 (1) 1–14. <https://doi.org/10.1002/sd.410>
- Haberl, H., Wiedenhofer, D., Pauliuk, S., Krausmann, F., Müller, D. B. & Fischer-Kowalski, M. (2019) Contributions of sociometabolic research to sustainability science. *Nature Sustainability* 2(3) 173–184. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0225-2>
- Hausknost, D. (2020) The environmental state and the glass ceiling of transformation. *Environmental Politics* 29(1) 17–37. <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1680062>
- Hildingsson, R., Kronsell, A. & Khan, J. (2018) The green state and industrial decarbonisation. *Environmental Politics*. <https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1488484>
- Hirvilampi, T. (2020) The virtuous circle of sustainable welfare as a transformative policy idea. *Sustainability* 12 (1), 391. <https://doi.org/10.3390/su12010391>
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (2019) Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja. [Endangered species in Finland – The red book]. <<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/299501>>. 21.6.2021.
- IEA (2017) State of Technology Review – Algae Bioenergy. <<https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/02/IEA-Bioenergy-Algae-report-update-Final-template-20170131.pdf>>. 21.6.2021.
- IEA (2019) The use of forest biomass for climate change mitigation: response to statements of EASAC. <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/12/WoodyBiomass-Climate_EASACresponse_Nov2019.pdf>. 21.6.2021.
- Ilmastopaneeli (2019a) An Approach to Nationally Determined Contributions Consistent with the Paris Climate Agreement and Climate Science: Application to Finland and EU. <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Finlands-globally-responsible-contribution_final.pdf>. 21.6.2021.
- Ilmastopaneeli (2019b) Kuilu toimien ja tarpeen välillä – Suomen. Emissions and Policy Gap. <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/yhteiskunta_seminaari_slidet.pdf>. 21.6.2021.
- Ilmastopaneeli (2015) Metsien hyödyntämisen ilmastovaikutukset ja hiilinielujen kehittyminen. <<https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Metsien-hyodyntamisen-ilmastovaikutukset-ja-hiilinielujen-kehittyminen.pdf>>. 21.6.2021.
- Johnstone, P., Rogge, K. S., Kivimaa, P., Fratini, C. F. & Primmer, E. (2021) Exploring the re-emergence of industrial policy: Perceptions regarding low-carbon energy transitions in Germany, the United Kingdom and Denmark. *Energy Research & Social Science* 74, 101889. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101889>
- Jänicke, M. (2005) Trend-setters in environmental policy: the character and role of pioneer countries. *European Environment* 15 (2) 129–142. <https://doi.org/10.1002/eet.375>
- Järvensivu, P. & Toivanen, T. (2018) Miten järjestää työ ja työllisyys ekologisen jälleenrakennuksen aikakaudella? Teoksessa Suoranta, A. & Leinikki, S. (toim.) *Rapautuvan palkkatyön yhteiskunta* 44–61. Tampere, Vastapaino.
- Kaihlanen, J. (2021) Kiertotalousohjelma sallii puunkäytön lisäämisen – huolet uusiutuvien raaka-ainneiden käyttökatosta ovat turhia, valtiosihteri Tiilikainen vakuuttaa. Maaseudun Tulevaisuus 15.1. 2021. <<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/artikkeli-1.1292038>>. 21.6.2021.
- Kalliokoski, T., Bäck, J., Boy, M., Kulmala, M., Kuusinen, N., Mäkelä, A. & Berninger, F. (2020) Mitigation Impact of Different Harvest Scenarios of Finnish Forests That Account for Albedo, Aerosols, and Trade-Offs of

- Carbon Sequestration and Avoided Emissions. *Frontiers in Forests and Global Change* 3: 562044. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.562044>
- Kangas, O. & Kvist, J. (2018) Nordic welfare states. Teoksessa Greve, B. (toim.) *Routledge handbook of the welfare state* 124–136. London, Routledge.
- Kantola, A. & Kananen, J. (2013) Seize the moment: Financial crisis and the making of the Finnish competition state. *New Political Economy* 18 (6) 811–826.
- Kantola, A. M. & Kananen, J. (2017) Johdanto: Suomen malli. Teoksessa Kananen, J. (toim.) *Kilpailuvallion kytydessä: Suomen hyvinvointimallin tulevaisuus* 7–29. Helsinki, Gaudeamus.
- Kattel, R., Mazzucato, M., Algers, J. & Mikheeva, O. (2021) *The Green Giant: New Industrial Strategy for Norway*. IIPP policy report (PR 21/01) London: UCL Institute for Innovation and Public Purpose. <<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2021/jan/green-giant-new-industrial-strategy-norway>>.
- Keräjä, L., Lahtinen, M., Esala, L., Kosunen, A. & Noro, K. (2014) Suomen pitkän aikavälin energia- ja ilmastopolitiikka ja teollisuuden kilpailukyky. PITT, Helsinki 2014. <<http://www.ptt.fi/media/liitteet/rap245.pdf>>. 21.6.2021.
- Koch, M. (2020) The state in the transformation to a sustainable postgrowth economy. *Environmental Politics* 29(1) 115–133. <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1684738>
- Koch, M. & Fritz, M. (2014) Building the Eco-social State: Do Welfare Regimes Matter?. *Journal of Social Policy* 4 679–703. <https://doi.org/10.1017/s004727941400035x>.
- Koistinen, A. (2020) Selvitys: Puhtaan sähkön tarve kasvaa rajusti, kun teollisuus luopuu fossiilisista polttoaineista. Yleisradio 5.5.2020. <<https://yle.fi/uutiset/3-11334230>>. 21.6.2021.
- Koskimaa, V., Rapeli, L. & Hiedanpää, J. (2021) Governing through strategies: How does Finland sustain a future-oriented environmental policy for the long term? *Futures* 125: 102667. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102667>
- Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wieczorek, A. & Wells, P. (2019) An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 31 1–32. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>
- Luke (2020) Metsien käsittelyskenaariot. Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekartta. <https://global-uploads.webflow.com/5f33b1bfb4fdb69d3afe623/5fd363c220057bcfdff506b_ilmastotiekartta_mets%C3%A4skenaariot_loppuraportti_Luke_16_06_2020.pdf>. 21.6.2021.
- Luukka, T. (2019) Vaalien lähestymisen toi duunarit ja työnantajat samalle puolelle barrikadia – ”Olemme liian pieni kansa ärhentelemään keskenämme”, *Helsingin sanomat* 19.1.2019, <<https://www.hs.fi/politiikka/art-2000005970862.html>>. 21.6.2021.
- Lukkarinen, J. & Rytteri, T. (2018) Puun poliittiset aineellisuudet: metsien muuttuvat roolit energiapolitiikassa. *Tiede & edistys* 43 (1). <<https://urn.fi/URN:NBN:fi:ELE-017431349>>.
- Mazzucato, M. (2021) *Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism*. London, Penguin UK.
- Metsäteollisuus (2020) Vihreä ja vireä talous. Metsäteollisuuden ilmastotiekartta. <https://global-uploads.webflow.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/5fae9c3de86a240e06b76565_Metsa_Esite_Email.pdf>. 21.6.2021.
- Michaux, S. (2021) The Mining of Minerals and the Limits to Growth. GTK Report 16/201. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10175.84640>
- Newell, P. (2019) Trasformismo or transformation? The global political economy of energy transitions. *Review of international political economy* 26(1) 25–48. <https://doi.org/10.1080/09692290.2018.1511448>
- Nisbet, M. C. & Newman, T. P. (2015) Framing, the media, and environmental communication. Teoksessa Hansen, A. & Cox, R. (toim.). *The Routledge handbook of environment and communication* 325–338. Routledge, London. <https://doi.org/10.4324/9781315887586>
- Norton, M., Baldi, A., Buda, V., Carli, B., Cudlin, P., Jones, M. B., Korhola, A., Michalski, R., Novo, F., Oslányi, J., Santos, F. D., Schink, B., Shepherd, J., Vet, L., Walloe, L. & Wijkman, A. (2019) Serious mismatches continue between science and policy in forest bioenergy. *GCB Bioenergy* 11(11) 1256–1263. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12643>
- Pichler, M., Brand, U. & Görg, C. (2018) The double materiality of democracy in capitalist societies: challenges for social-ecological transformations. *Environmental Politics* 29(2). <https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1547260>
- Raven ym. (2021) Letter Regarding use of Forests for Bioenergy. <<https://www.dropbox.com/s/hdmmcnd0d1d2lq5/Scientist%20Letter%20to%20Biden%2C%20von%20der%20Leyen%2C%20Michel%2C%20Suga%20%26%20Moon%20%20Re.%20Forest%20Biomass%20%28February%2011%2C%202021%29.pdf?dl=0>>. 21.6.2021.
- Rodrik, D. (2014) Green industrial policy. *Oxford Review of Economic Policy* 30 469–491. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gru025>
- Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N. & Schellnhuber, H.J. (2017) A roadmap for rapid decarbonization. *Science* 355(6331) 1269–71.

- Searchinger, T. D., Beringer, T., Holtzmark, B., Kammen, D. M., Lambin, E. F., Lucht, W., Raven, P. & van Ypersele, J.-P. (2018) Europe's renewable energy directive poised to harm global forests. *Nature Communications* 9(1) 3741. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06175-4>
- Siltala, S. (2018) *Oksalla ylömmällä. Metsäteollisuus poliittisena voimana 1918–2018*. Siltala, Helsinki.
- Soimakallio, S., Kalliokoski, T., Lehtonen, A. & Salminen, O. (2021) On the trade-offs and synergies between forest carbon sequestration and substitution. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 26(1) 4. <https://doi.org/10.1007/s11027-021-09942-9>
- Sterman, J. D., Siegel, L. & Rooney-Varga, J. N. (2018) Does replacing coal with wood lower CO2 emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy. *Environmental Research Letters* 13(1) 015007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa512>
- Svensson, O., Khan, J. & Hildingsson, R. (2020) Studying Industrial Decarbonisation: Developing an Interdisciplinary Understanding of the Conditions for Transformation in Energy-Intensive Natural Resource-Based Industry. *Sustainability* 12(5) 2129.
- Tahvonen, O. (2021) Suomen on yhä vaikeampaa päättää metsäpolitiikasta ja metsien käytöstä itsenäisesti. Helsingin sanomat 4.6.2021. <<https://www.hs.fi/mielipide/art-2000008021532.html>>. 21.6.2021.
- Teknoliateollisuus (2020) Teknoliateollisuuden vähähiilitiekartta 2035. <https://teknoliateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Teknoliateollisuuden-va%CC%88ha%CC%88hiilitiekartta-tiivistelm%C3%A4_2020-06-08_FINAL_0.pdf>. 21.6.2021.
- TEM (2021) Tiekarttatyön lähtökohdat. <<https://tem.fi/tiekarttatyon-lahtokohdat>>. 21.6.2021.
- TEM (2020) Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2020. Helsinki. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-525-6>>. 21.6.2021.
- Toivanen, T. (2021) A Player Bigger Than Its Size: Finnish Bioeconomy and Forest Policy in the Era of Global Climate Politics. Teoksessa M. Backhouse, R. Lehmann, K. Lorenzen, M. Lühmann, J. Puder, F. Rodríguez & A. Tittor (toim.) *Bioeconomy and Global Inequalities: Socio-Ecological Perspectives on Biomass Sourcing and Production* 131–149. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68944-5_7.
- Valtioneuvosto (2021a) Uusi suunta – Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi. Valtioneuvosto, Helsinki. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-658-7>>. 21.6.2021.
- Valtioneuvosto (2021b) Suomen kestävä kasvun ohjelma: Elpymis- ja palautumissuunnitelma. Valtioneuvosto, Helsinki. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-840-6>>. 21.6.2021.
- Vesa, J., Kantola, A. & Binderkrantz, A. (2018) A Stronghold of Routine Corporatism? The Involvement of Interest Groups in Policy Making in Finland. *Scandinavian Political Studies* 41(4) 239–62. <https://doi.org/10.1111/1467-9477.12128>
- Wood, E. M. (1995) *Democracy against capitalism: Renewing historical materialism*. Cambridge University Press, Cambridge.
- VTT (2020) Metsäteollisuuden tuotteiden ilmastovaikutukset. <https://global-uploads.webflow.com/5f33b1bfb4fdb69d3afe623/5fd364e8b614d6a0be63ca8e_Mets%C3%A4teollisuuden%20tuotteiden%20ilmastovaikutukset%20VTT_160620.pdf>. 21.6.2021.
- VTT (2016) Properties of indigenous fuels in Finland. <<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T272.pdf>>. 21.6.2021.
- Yliaska, V. (2014) *Tebokkuden toiveuni: Uuden julkisjohtamisen historia Suomessa 1970-luvulta 1990-luvulle*. Into, Helsinki.
- Vadén, T., Järvensivu, P., Majava, A., Toivanen, T. & Eronen, J.T. (2021) Kestävyys siirtymän tiedontuotannollisista puutteista. *Tieteessä tapahtuu* 39(3). <<https://journal.fi/tt/article/view/109240>>.
- Vadén, T., Lähde, V., Majava, A., Toivanen, T., Eronen, J.T. & Järvensivu, P. (2019) Onnistunut irtikytentä Suomessa? *Alue ja Ympäristö* 48(1) 3–13. <https://doi.org/10.30663/ay.76338>